Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Alcan, Michel
Auteur(s)	Alcan, Michel (1811-1877)
Titre	Traité de la filature du coton : origines, production, caractères, propriétés, classifications, transformations, développement commercial, succédanés, progrès techniques, filature, apprêts des fils, détermination des assortiments, installation et organisation des filatures
Édition	2e édition entièrement revue et corrigée
Adresse	Paris ; Liège : Librairie polytechnique J. Baudry, libraire-éditeur, 1875
Collation	1 vol. (XV-672 p.-[1] f. de pl. dépl.) : ill., tabl. ; 21 cm + 1 atlas ([3] p.-XLII f. de pl. doubles) : ill. ; 31 cm
Nombre de volumes	2
Sujet(s)	Coton -- Filature Coton -- Industrie et commerce Tissage
Notice complète	http://www.sudoc.fr/046329846
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8K68BIS_4K43BIS
LISTE DES VOLUMES	
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Traité de la filature du coton [Texte]
	Traité de la filature du coton [Atlas]

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Alcan, Michel (1811-1877)
Titre	Traité de la filature du coton : origines, production, caractères, propriétés, classifications, transformations, développement commercial, succédanés, progrès techniques, filature, apprêts des fils, détermination des assortiments, installation et organisation des filatures
Volume	Traité de la filature du coton : origines, production, caractères, propriétés, classifications, transformations, développement commercial, succédanés, progrès techniques, filature, apprêts des fils, détermination des assortiments, installation et organisation des filatures
Adresse	Paris ; Liège : Librairie polytechnique J. Baudry, libraire-éditeur, 1875
Edition	2e édition entièrement revue et corrigée
Collation	1 vol. (XV-672 p.-[1] f. de pl. dépl.) : ill., tabl. ; 21 cm
Nombre de vues	700
Cote	CNAM-BIB 8 K 68 bis
Sujet(s)	Coton -- Filature Coton -- Industrie et commerce Tissage
Thématique(s)	Histoire du Cnam Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	05/02/2026
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8K68BIS

Text. 1 Vol. 8°. K. 68 bis
Atlas 1 Vol. 4°. K. 43 bis

TRAITÉ

DE LA

FILATURE DU COTON



Coulommiers. — Typographie A. MOUSSIN.

8 K 68 bis

FABRICATION DES ÉTOFFES

TRAITÉ

DE LA

FILATURE DU COTON

ORIGINES — PRODUCTION
CARACTÈRES — PROPRIÉTÉS — CLASSIFICATIONS — TRANSFORMATIONS
DÉVELOPPEMENT COMMERCIAL — SUCCÉDANÉS
PROGRÈS TECHNIQUES — FILATURE — APPRÊTS DES FILS
DÉTERMINATION DES ASSORTIMENTS
INSTALLATION ET ORGANISATION DES FILATURES

PAR M^EL ALCAN

Professeur de filature et de tissage au Conservatoire national des arts et métiers,
Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France,
Membre du Comité consultatif des arts et manufactures,
Du conseil de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale,
Des jurys des expositions internationales
Et des principales Sociétés scientifiques et industrielles, etc.

DEUXIÈME ÉDITION
ENTIÈREMENT REVUE ET CORRIGÉE
Accompagnée d'un ATLAS grand in-4° de 42 planches doubles



PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE
J. BAUDRY, LIBRAIRE-ÉDITEUR
RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÉGE, MÊME MAISON

1875

Tous droits de traduction et de reproduction réservés

PRÉFACE

DE LA SECONDE ÉDITION.

Pour réaliser les améliorations annoncées dans cette nouvelle édition sans cependant augmenter le volume de l'ancienne, nous avons supprimé les faits qui n'ont plus d'actualité et les mentions historiques qui ne rentraient pas d'une façon indispensable dans notre cadre. C'est ainsi que la partie concernant la crise cotonnière d'Amérique a fait place à des matières plus directement utiles aujourd'hui et que nous avons renvoyé aux sources historiques pour les notions de la fabrication des cotonnades dans l'Inde et en Chine.

Ce remaniement nous a permis de décrire les progrès les plus récents que nous avons pu apprécier dans des excursions faites en Angleterre en 1872, en Suisse en 1873, et tout dernièrement en Normandie. Nous nous bornons à résumer succinctement les suivants : les améliorations apportées aux diverses machines à égrener, la mention de l'égoussage automatique, des détails circonstanciés et statistiques sur la transformation de la graine du cotonnier en huile, le complément de l'histoire des progrès techniques depuis la 1re édition jusqu'à ce jour, la description de nouveaux modes d'essais des fibres et des fils, et notamment celle

du procédé si ingénieux de M. Vétillard, des indications nouvelles sur l'appropriation des cotons aux différents genres de fils, et sur les modifications dont les machines préparatoires des premières opérations ont été l'objet; la description d'une carde nouvelle, d'une machine à peigner les brins courts, d'une machine à remplacer les bancs à broches, de divers métiers continus perfectionnés et notamment d'un métier américain modifié, dit *trotteur*, d'un appareil à vaporiser, etc. Chaque section à laquelle appartiennent ces différentes machines a été revue et corrigée dans tous ses détails. Nous avons joint à la fin des descriptions les formules théoriques et des applications pratiques relatives aux divers cas qui pourraient se présenter. Le dernier chapitre comprenant l'établissement des manufactures a été notablement augmenté et modifié dans certains de ses éléments en raison des progrès les plus récents. Afin de mieux faire saisir l'ensemble et les détails si compliqués du sujet, nous avons réuni dans un seul tableau tous les éléments que comporte la question. Ce chapitre seul pourrait donner lieu à un livre tout entier; nous avons voulu le condenser de manière à ce qu'il puisse servir en quelque sorte de *vade-mecum* aux praticiens. L'ensemble de l'ouvrage a d'ailleurs été vérifié avec soin, de façon à y faire disparaître autant que possible les erreurs qui nous avaient échappé dans la première édition. En nous efforçant d'améliorer celle-ci, nous avons voulu chercher à reconnaître l'accueil bienveillant dont nos publications sont l'objet.

Février 1875.

PRÉFACE

DE LA PREMIÈRE ÉDITION.

Le coton est la substance textile fondamentale la plus récente. Lorsqu'on commença à le filer et à le tisser, la laine, le lin, la soie et même le chanvre se transformaient depuis longtemps en étoffes parfaites ; les résultats étaient à peu de chose près ce qu'ils sont encore, seulement la production lente, souvent irrégulière et limitée de la main a été remplacée par le travail automatique, uniforme et presque illimité des machines. Toutefois, l'emploi de ces dernières n'est pas aussi nouveau qu'on semble l'admettre généralement : elles étaient appliquées depuis longtemps à la transformation et à l'apprêt des fils de soie, c'est-à-dire au filage ou dévidage des cocons, et au moulinage ou retordage des fils grèges élémentaires. Le problème du tissage automatique même était résolu, le métier de Vaucanson, tout à fait pratique, avait près d'un siècle d'existence lors de l'apparition de l'industrie mécanique du coton. Le travail des machines se bornait donc aux fils continus formés naturellement, tandis que la main transformait les filaments de petite longueur.

L'Angleterre commença à réaliser pour le coton ce

que l'Italie et la France avaient obtenu dans le travail de la soie. Le problème présentait une difficulté particulière, car il fallait condenser, juxtaposer régulièrement et lier des filaments d'une finesse extrême, dont les plus longs ont à peine vingt à trente millimètres. Les machines devaient imiter l'action des doigts dans l'échelonnement et l'entrelacement des fibres. Comme presque toujours, la nécessité eut une grande part dans les découvertes de cette époque ; nous ne nous arrêtons dans cet ouvrage qu'à certains détails de ces mémorables inventions, tellement populaires dans leurs généralités, qu'il devient inutile d'y insister. Mais pourquoi la nécessité de la substitution des machines à la main s'est-elle fait sentir plus tôt et a-t-elle été plus facile pour le coton que pour les autres textiles? Les premiers chapitres de ce livre, en traitant de la constitution, des caractères et des propriétés comparées des fibres élémentaires, répondent à cette question ; ils donnent aussi les chiffres représentant le développement prodigieux de la nouvelle industrie qui ne cessa de grandir d'année en année, pendant près de trois quarts de siècle, au point de devenir tyrannique et menaçante, surtout pour la contrée dont elle avait le plus augmenté la richesse.

L'ancien monde était devenu tributaire du nouveau pour l'alimentation de l'une de ses principales industries, et l'on commençait à peine à se préoccuper de ce danger pour l'avenir, lorsque, par la circonstance la moins prévue, la production américaine fit subitement défaut ; le malaise, la disette, et presque la famine du coton se sont fait sentir coup sur coup. Le *king cotton*

disparut sans que l'on pût dire : « Le roi est mort ! Vive le roi ! » De tous côtés cependant surgissent des prétendants, mais, hélas ! ce sont des héritiers dégénérés, dont l'éducation a été imprudemment négligée. Il faudra du temps pour leur faire rendre les services de leur prédécesseur.

Lorsque la crise cotonnière éclata, nous nous occupions de la rédaction d'une série de traités qui nous étaient demandés depuis longtemps sur les arts textiles. Ils devaient paraître simultanément et former une modeste encyclopédie de la fabrication des étoffes. Les préoccupations engendrées par les fâcheux événements de l'Amérique nous déterminèrent à devancer l'époque de la publication du traité spécial au coton, afin d'y envisager avec opportunité les questions qui ont surgi de la crise actuelle.

Nous avons, par suite, consacré plusieurs chapitres à la production et à la consommation du coton dans le monde entier, avant et depuis les événements des Etats-Unis. Cette partie de notre travail a été complétée par la détermination des propriétés des fibres des diverses provenances actuelles, et notamment de celles de l'Inde. Leurs défauts naturels et accidentels et les moyens d'y remédier y sont passés en revue. Nous avons ensuite énuméré les destinations principales des cotons de cette origine, apprécié le parti que l'industrie pourrait tirer de certains mélanges, considéré les moyens pour en obtenir les meilleurs résultats, et les contrées où la culture de ce précieux textile doit se développer ou pourrait s'implanter. Des tableaux résument les nombreuses observations microscopiques et

les expériences déterminatives des caractères et qualités des cotons des diverses provenances pour faciliter la fixation de leur valeur relative.

La question des succédanés si souvent agitée et dont on s'occupe plus que jamais, a été examinée avec un soin spécial. Il en résulte qu'un certain nombre de substances nouvelles, telles que le jute, le china grass, etc., dont l'emploi a été développé par la crise, demeureront acquises à l'industrie, sinon comme substituts du coton dans l'acception absolue du mot, du moins comme auxiliaires. Elles formeront un nouvel anneau de la chaîne constituant les industries textiles les plus importantes, et relieront d'une façon insensible le travail du coton à celui du chanvre et du lin. La prospérité de cette dernière industrie, si inattendue et si difficile à prévoir naguère encore, lorsqu'on transformait à Rouen l'une des plus belles filatures de lin en une usine à coton, se maintiendra, au moins en partie, même après la crise. Le développement de la fabrication des toiles et toileries, si longtemps stationnaire, acquerra sans doute une importance de plus en plus considérable, grâce à l'application et à la propagation des principes exposés à l'occasion du traitement des matières nouvelles similaires. L'étude trop négligée de la matière première a donc été l'objet des investigations que le sujet comporte.

Le cadre général que nous avons adopté dans cet ouvrage restant le même pour les divers traités que nous espérons livrer prochainement au public, nous croyons devoir résumer dès à présent la division adoptée pour tous.

Chacun d'eux embrasse deux grandes sections : la PREMIÈRE, outre les points dont il vient d'être question pour le coton, contient des renseignements historiques et statistiques sur les progrès techniques, des recherches sur la constitution naturelle des fibres ; sur les modes de traitement à suivre, les genres de produits et les destinations principales des diverses espèces et qualités, et les documents sur les régimes douaniers appliqués dans les différentes contrées à l'entrée et à la sortie des matières premières et de leurs produits.

La SECONDE partie renferme la description générale de toutes les machines dont l'industrie dispose. Elles sont analysées dans l'ordre de leur emploi, et lorsque divers systèmes concourent au même résultat, une étude comparative fait ressortir les avantages et les inconvénients de chacun d'eux, et les cas où l'un ou l'autre doit être préféré. Vient ensuite la description des machines en expérimentation avec des appréciations sur leur influence probable dans l'avenir. Cette grande section des machines est précédée de considérations sur la filature en général, et d'un tableau synoptique embrassant le travail de toutes espèces de substances textiles, la série des transformations auxquelles chaque matière est soumise, les causes des modifications pour chacune d'elles et leurs conséquences. Cette concentration des diverses spécialités analogues et leur analyse simultanée essentiellement théorique, en apparence, sont cependant d'une utilité directe pour les applications pratiques.

Enfin, le dernier chapitre est le complément indis-

pensable de l'ouvrage ; il aborde et discute toutes les questions concernant la construction et l'aménagement des établissements ; il traite, par conséquent, du genre de construction le plus avantageux, du système de machines, de la composition de l'assortiment suivant l'espèce de fil à produire, des prix de revient, tant de l'usine que du produit fabriqué.

Tout en nous efforçant de réaliser une œuvre utile aux praticiens et aux chercheurs, nous nous sommes donné la tâche de la rendre didactique, dans l'espoir de combler une lacune et de venir en aide à l'enseignement de cette branche industrielle. Toutes les autres industries, l'agriculture, la mécanique, les constructions, les arts physiques et chimiques possèdent des écoles plus ou moins pratiques. L'industrie des arts textiles est à peu près seule déshéritée sous ce rapport. La belle institution de Lamartinière, de Lyon, citée souvent et avec raison comme la plus ancienne création de ce genre, est due à la munificence individuelle, et ne comprend des arts textiles que l'enseignement du tissage à fils serrés, c'est-à-dire une partie seulement des connaissances nécessaires à la fabrication des étoffes ; la préparation des fils, l'exécution des nombreuses étoffes à mailles et à hautes lisses, ainsi que des apprêts, n'y sont pas enseignés. Nous pourrions faire, nous ne dirons pas une critique (elle est loin de notre pensée), mais des observations analogues sur les créations du même genre dans les autres centres industriels de la France. A Mulhouse, toutefois, les industriels si compétents ont comblé cette lacune, en créant une école de filature, dont la direction est confiée à

M. Weiss, l'habile professeur de filature et de tissage de Castres, notre ancien préparateur. Les industriels d'Amiens, qui, avec le concours intelligent et particulièrement dévoué de notre ami M. E. Gand, ont fait un prodige d'activité dans l'organisation de leur école de tissage, suivront sans doute l'exemple de Mulhouse, en y joignant l'enseignement de la filature et des autres transformations indispensables aux arts textiles. Il en sera probablement de même de la plupart des centres manufacturiers, tels que Rouen, Elbeuf, Louviers, Lille, Reims, Roubaix, etc. Les études spéciales s'y propageront peu à peu par la force des choses, mais les efforts auront presque exclusivement en vue les industries locales. A Mulhouse, on fera surtout des cours concernant la filature du coton ; à Elbeuf et à Reims, la laine formera particulièrement le but des leçons qui, à Lille, pourront se partager entre le lin et le coton, etc. Cette manière de procéder a certainement son utilité, mais elle ne peut, à notre avis, rendre tous les services dont l'enseignement serait susceptible si, tout en restant scindé et plus ou moins spécial dans l'apprentissage pratique, il était plus généralisé dans la partie théorique et embrassait simultanément les diverses matières dont la grande branche des arts textiles se compose. Il en résulterait pour la filature une étude comparée des caractères des substances élémentaires, des divers modes de transformation, des causes modificatives des moyens employés pour arriver au même but. Pour les entrelacements du tissage, l'étude comprise de la même façon envisagerait depuis les étoffes unies les plus communes jusqu'aux façonnés les plus

riches, indépendamment de la nature des substances et des produits locaux : la valeur et le degré de perfection de ces derniers seraient appréciés avec plus de précision par la comparaison, qui serait souvent un stimulant énergique : l'exposé et l'étude des différents apprêts en usage, variant non seulement avec la nature des tissus, mais encore avec le genre de fil et d'étoffe, offrirait, à son tour, un grand intérêt, en éclairant la partie de la fabrication encore la moins étudiée, malgré son importance. A ces connaissances particulières à la technologie des arts textiles devrait se joindre l'étude de la mécanique générale nécessaire à la détermination des questions concernant la force motrice, l'agencement et la disposition le plus convenables des machines, le tracé et le choix des transformations de mouvements, etc.

Ce cadre, malgré son étendue apparente, loin d'affaiblir, fortifierait les aptitudes, en raison du nombre de connaissances relatives au même sujet; généralisées, elles se prêteraient un mutuel appui, et donneraient à l'élève qui les posséderait la ressource de passer, sans un effort trop laborieux, de l'une quelconque à l'autre des grandes spécialités textiles. Il en résulterait un personnel compétent qui, dans l'état actuel des choses, ne se trouve qu'exceptionnellement; les ateliers se peupleraient de travailleurs pratiques, préparés de façon à s'intéresser aux progrès de l'art auquel ils sont préposés. Bien des questions encore à élucider, qui exigent des constatations et des observations journalières, réclamant de l'intelligence et de la méthode, seraient enfin abordées grâce au concours de cette gé-

nération éclairée. Une *nouvelle manière* industrielle en résulterait évidemment et aurait pour conséquence une série de progrès à peine concevables si on regarde en arrière, et simplement rationnels lorsqu'on cherche à mesurer le chemin qui reste à parcourir.

TRAITÉ

DE LA

FILATURE DU COTON

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I

INTRODUCTION HISTORIQUE

§ 1. — Origines et premières mentions historiques.

Il existe dans les régions orientales, entre le 30e degré de latitude et la ligne, une plante remarquable par la beauté de son feuillage et le charme de ses fleurs ; le fruit à sa maturité s'ouvre et laisse échapper les graines et leur enveloppe duveteuse. Pendant un nombre inconnu de siècles ce duvet se dissipait dans l'atmosphère et retournait au sol sous forme de détritus. Bien des générations se sont succédé sans se douter de la valeur de cette dépouille végétale, foulée aux pieds avec indifférence, qui n'était autre que le coton. A quelle époque l'idée est-elle venue de filer cet élégant duvet, et à quelle partie du globe et à quelle race appartenait l'homme qui, le premier, sut le réunir en filaments et le tordre ? Il sera toujours impossible de satisfaire notre juste curiosité à ce sujet. Les arts ont pris naissance bien avant le temps où les moyens d'en perpé-

tuer l'apparition furent connus. Les fables et les légendes des peuples primitifs sur l'origine de certaines industries, quelque anciennes qu'elles soient, datent évidemment des époques où les sociétés étaient déjà assez avancées pour apprécier la découverte d'un moyen réalisant ce que nous appelons aujourd'hui *un produit nouveau*.

Quoi qu'il en soit, ce duvet, dans son rôle d'enveloppe préservatrice de la graine, semble révéler une destination industrielle. Sa finesse, sa longueur, sa flexibilité, sa ténacité relative, l'élasticité, la pureté de ses fibres, leur affinité pour les substances tinctoriales, constituent un ensemble de caractères recherchés dans les matières premières dont la fabrication des fils et des étoffes fait son profit. Si les tissus de coton ont été adoptés sous les climats les plus divers, en toutes saisons, et satisfont aux besoins les plus modestes aussi bien qu'aux exigences du luxe, c'est grâce à la connaissance approfondie de cette constitution intime des fibres et à celle de l'appropriation de moyens spéciaux aux diverses variétés de ce produit industriel. Élément accessoire longtemps dédaigné d'une plante dont l'agrément était la destination exclusive, le coton est devenu l'une des denrées commerciales les plus importantes du globe.

Malgré ces propriétés remarquables et la facilité de transformation directe sans épuration préalable compliquée, l'usage du duvet du cotonnier ne serait, selon les uns, que contemporain de celui du lin, postérieur, selon d'autres. Il résulte de discussions nombreuses entre les savants orientalistes et hébraïsants, que l'Ancien Testament ne s'exprime pas d'une manière concluante à ce sujet. Certains auteurs admettent que le mot *bouss*, d'où paraît dériver *byssus*, désignait le coton ; si plus tard, disent-ils, la *Mischna*, écrit talmudique, mentionne cette même matière sous le nom de *laine de vigne*, à cause de la ressemblance des feuilles de cette plante avec celles de certaines variétés du cotonnier, ce changement de nom de la part des rabbins ne prouve pas que le coton n'ait été mentionné dans la Bible, les théologiens hébreux ayant souvent donné

des noms différents aux choses connues avant eux, dans le but de mieux se faire comprendre. Le mot *bouss*, selon l'opinion des orientalistes les plus compétents que nous avons consultés, était réservé au lin. M. Wogue, auteur d'une traduction nouvelle de l'Ancien Testament, enrichie de notes d'un attrait particulier pour tout lecteur désireux de s'initier sérieusement à cette œuvre divine, a bien voulu, sur notre demande, faire quelques recherches sur l'usage du coton chez les Israélites des temps bibliques; nous ne pouvons mieux faire que de donner sa note toute entière.

« De très-habiles archéologues ont cru trouver le coton soit dans le *schech*, soit au moins dans le *byssus*, des derniers livres de l'Écriture, mais leurs efforts n'ont abouti qu'à des conjectures, et ne peuvent prévaloir contre la tradition immémoriale qui voit dans ces deux mots des fils ou des tissus de lin plus ou moins fins, et dans le dernier particulièrement, le byssus, qui du reste est lui-même assez problématique, je ne vois dans l'Écriture que deux termes qui indiquent avec quelque certitude la matière textile en question. Le premier est le mot *ayton*, employé dans le livre des Proverbes, VII, 16 : « J'ai garni mon lit de couvertures, de tapis faits avec le *ayton* « d'Egypte. » Les mots *couvertures* et *tapis* sont traduits eux-mêmes par conjecture; mais il est certain que ce mot *ayton* désigne un tissu ou une matière textile, et l'on voit que cette matière était surtout employée avec succès en Égypte. Ce mot est identique avec le mot grec ὀλονη, ολονων, *linge* ou *étoffe*, que l'on croit dérivé par aphérèse de l'arabe *kouttoun*, d'où l'allemand *Kattun*, le français *coton*, etc. Le second indice est plus certain, c'est le mot *kouttôneth*, *tunique* ou *chemise*, d'où le grec χιτων, et dont la racine *kouttôn*, inusitée en hébreu, existe dans les autres langues sémitiques avec l'acception de *lin*, *coton*, ou étoffes et vêtements faits de ces matières. En arabe, *katthan* désigne le lin, et *kouttoun* ou *koutn*, le coton; en syriaque, *kethono*; en chaldéen, *kethan* et *kithon* ont à peu près le même sens. Si l'on observe d'une part que la forme kouttôneth est unique dans la Bible, conséquemment exotique selon toute

apparence ; si d'autre part on considère l'étonnante conformité de ce mot avec le *kouttoun* des Arabes, qui est incontestablement le coton, on ne peut se défendre de trouver dans le mot hébreu un vestige frappant du nom de cette matière. Peu importe que la Bible, à propos du costume des prêtres, parle ou semble parler de kouttôneth de lin. D'après son origine, la tunique ou la chemise a pu primitivement, ou dans l'usage commun, être faite de coton, lors même que par la suite on l'aurait faite de lin, ou que le législateur hébreu aurait affecté cette matière, comme plus précieuse et plus propre au costume sacerdotal. »

Cette ingénieuse note du savant professeur nous paraît enfin démontrer la mention du coton dans les Écritures saintes ; l'*ayton*, servant à faire alors des couvertures de lit, comme cela a encore généralement lieu dans les pays producteurs du coton, ne peut guère s'appliquer à une autre matière textile ; ni le chanvre, ni le lin ne paraissent jamais avoir servi à cette destination, leur odeur et leur manque de souplesse les rendant peu propres à cet usage. Quant au mot *kouttôneth*, d'origine étrangère et d'une si grande analogie avec le mot qui désigne le coton chez les Arabes, comme le fait remarquer le savant traducteur, il devient difficile de conserver un doute sur sa signification réelle. M. Wogue nous paraît avoir définitivement fixé un sujet, objet de bien des dissertations avant lui et sans conclusion jusqu'ici. Nous lui devons un témoignage de gratitude pour avoir bien voulu faire servir son érudition à des recherches destinées à une œuvre si peu en rapport avec ses travaux habituels.

Ezéchiel, traçant le tableau du négoce de Tyr, dit des marchandises reçues de l'Égypte : « Tu suspendis sur tes pavillons des étoffes de coton et des broderies apportées de l'Égypte ; et les couvertures du Péloponèse furent d'une pourpre foncée [1]. »

Si des Ecritures saintes nous passons aux œuvres profanes

[1] Ezéchiel, XXVII, 7, cité par Heeren, t. II, p. 131, *De la politique et du commerce des peuples de l'antiquité.*

les plus estimées, l'ancienneté de l'emploi du coton s'y révélera nettement.

Hérodote, dans le livre II de son *Histoire*, est très-explicite sur l'usage du coton chez les Egyptiens. Parlant des cérémonies de leurs funérailles, il dit : « Ces soixante-dix jours écoulés, ils lavent le corps et l'enveloppent entièrement de *bandes de toile de coton* enduites de gomme, dont les Egyptiens se servent ordinairement comme de colle. » Dans le chapitre III du même ouvrage, il est question du corselet du roi d'Egypte. « Ce *corselet* était de lin, mais orné d'un grand nombre de figures d'animaux *tissus en or et en coton.* » Il semble une étoffe façonnée avec une chaîne en fil de lin tramée en fil d'or et de coton, et plus loin, dans le même chapitre, on lit au nombre des produits de l'Inde : « des arbres sauvages qui, pour fruit, portent une espèce de laine plus belle et meilleure que celle des brebis ; les Indiens s'habillent avec la laine qu'ils recueillent sur ces arbres. »

L'opinion des observateurs qui ont examiné les bandelettes des momies égyptiennes, nous met de nouveau en présence d'avis différents sur la nature de ces bandes d'étoffe.

« Toutes les toiles des momies, dit M. Rouelle, qui sont sans matières résineuses, que j'ai eu occasion d'examiner sont toutes de coton ; les morceaux de linge dont les oiseaux embaumés sont garnis, afin de leur donner une figure plus élégante, sont également de coton [1]. » MM. Jomard et Costaz, dans leurs beaux travaux publiés en 1811 sur l'expédition d'Égypte, sont du même avis [2]. D'autres observateurs, et entre autres Greaved et Bauër, etc., sont d'une opinion opposée. Si en présence de ces autorités nous pouvions nous permettre d'intervenir, nous dirions qu'il est présumable que la fibre du cotonnier, plus facile à transformer en fil que celle du lin prise à son état naturel, a dû être utilisée aussitôt qu'elle a été connue. On a pu la confondre avec d'autres filaments aux époques reculées où la technologie telle que nous l'entendons n'existait

[1] *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1750, p. 150.
[2] *Description de l'Egypte*, t. I, p. 339.

pas, et où les indications aussi explicites que celles d'Hérodote faisaient défaut. D'un autre côté, si les observateurs, aidés des plus puissants microscopes, ne sont pas d'accord sur l'existence du coton dans les bandelettes des momies, faut-il en conclure qu'elles n'en contenaient point? nous ne le pensons pas, car la difficulté d'établir cette distinction des caractères naturels sur des matières qui remontent à plus de vingt-cinq siècles est immense, si l'on songe à l'action du temps sur les produits de ce genre, même dans un état de pureté suffisant; à plus forte raison lorsque ces tissus ont été enduits d'une substance dont la composition et l'influence sur les filaments ne peuvent nous être connues. Le caractère le plus distinctif des fibres du coton, les épaisseurs des bords résultant de sa conformation tubulaire, sa flexibilité particulière, ont bien pu disparaître à la longue. Les ruptures presque inévitables à l'effilochage auquel il faut se livrer pour faire ces observations ont dû également contribuer à dénaturer la substance; et il n'est pas étonnant que les parties rudimentaires des fils offrent une certaine translucidité analogue à celle des filaments du lin vus dans un milieu convenable. Hérodote ne s'est donc pas trompé en parlant du coton, comme quelques auteurs ont voulu l'insinuer. Les termes dont se servent Théophraste, Strabon et Pline permettent de supposer également que de leur temps déjà la confection des étoffes de coton dans certaines contrées, l'Inde et l'Égypte surtout, était assez avancée pour qu'on la juge contemporaine des temps bibliques; mais quelque ancienne que soit cette origine, elle paraît avoir été devancée par celle de la laine et du lin. Les débris des anciens monuments égyptiens ne laissent aucun doute à ce sujet; on y voit figurer des champs de lin, des balles de laine, tandis qu'ils ne présentent aucune trace du cotonnier.

La connaissance des arts pratiqués dans l'Inde s'est surtout propagée en Occident à la suite des guerres d'Alexandre le Grand, aussi l'usage du coton fut-il bien connu dans la Grèce et l'Italie au commencement de l'ère chrétienne, mais ces nations encore peu industrieuses ne paraissent pas avoir acclimaté

chez elles le précieux arbre. Des tentatives ont dû être faites en Espagne vers le deuxième siècle, par un Arabe qui habitait aux environs de Séville. Si l'on s'en rapporte à la traduction espagnole d'un document arabe cité par M. de Lasteyrie [1], cette culture n'a pas eu de suite sérieuse dans le pays, et l'usage des cotonnades ne s'y est propagé que du neuvième au dixième siècle, à la suite de l'occupation de l'Espagne par les Sarrasins ; le tissage des étoffes de coton commença dès lors à s'y introduire. La futaine, l'un des plus anciens articles tramés en coton, avec une chaîne en fil de lin, doit tirer son nom de *fustanero*, nom espagnol du tisserand.

Chose étrange, la Chine, où l'importance énorme de la culture du cotonnier et de la fabrication des cotonnades ne peut être mise en doute, ne paraît s'y être sérieusement attachée que depuis le treizième siècle, si l'on en croit les témoignages des missionnaires.

Bien que l'histoire des progrès de tous les temps et de tous les pays présente des analogies frappantes et que l'exemple du passé influe rarement sur le présent, nous engageons néanmoins nos lecteurs à prendre connaissance de la relation des vicissitudes éprouvées par la culture du cotonnier dans un pays qui en tire aujourd'hui un si grand profit [2].

§ 2. — Origine de l'usage des étoffes de coton en Occident.

Si dans l'extrême Orient, cette culture a été la conséquence d'expéditions militaires désastreuses, la propagation en Occident des étoffes de coton et surtout celle des tissus connus sous le nom d'*Indiennes* est due en partie à un événement semblable, aux croisades, qui, si elles n'atteignirent pas le but

[1] *Du cotonnier et de sa culture*, par Charles-Philibert de Lasteyrie. Paris, 1808, p. 209.

[2] Voir le deuxième volume des Mémoires des missionnaires concernant les Chinois. Nous sommes obligés faute d'espace de supprimer cette relation sur l'emploi du coton en Chine que nous avions reproduite dans notre Ire édition.

qu'elles s'étaient proposé, contribuèrent puissamment, entre autres résultats, aux progrès des sciences, des arts, de l'industrie et de la navigation [1]. Les premiers vêtements de coton, signalés en Europe comme des objets précieux, datent à peu près de cette époque. Ils figuraient alors dans les testaments avec les autres valeurs importantes. En 1220, une robe de coton est consignée dans le testament d'un comte de la Marche. Plus tard, les voyageurs du quinzième siècle mentionnent fréquemment l'usage des cotonnades en Orient. Dans la description de la réception de Vasco de Gama au palais du samorin à Calicut, en 1498, il est dit : « Le samorin était sur un siége couvert d'étoffe de soie brodée d'or, son habit était une *robe en calicot* [2]. » Marco-Polo, de son côté, dans l'intéressant récit de ses voyages aux îles et aux Indes dans le courant du treizième siècle, parle à plusieurs reprises de la production et de l'usage des cotonnades dans les contrées visitées par lui ; il signale entre autres l'ampleur des vêtements en toile de coton des Persanes. « Hil hi a de tels dames qui en une brac (haut-de-chausse), ce sont les muandes de jambes, mettent bien cent braces de *toile de bausin* (toile de coton), et ce font elle por mostrer ze aient grosse natége, por ce que lor homes se deletant eu groses femes. » Plus loin, il dit : « Dans l'île de Scatra (près de Madagascar), ils ont *dras banbasin mout biaus* [3]. » Mais ce sont là plutôt des éléments historiques sur l'existence des fabriques de coton en Orient et des indices d'un commencement de mouvement commercial, que des preuves de la fondation de l'industrie cotonnière en Europe, aussi les ordonnances du quatorzième siècle concernant les droits d'entrée dans le royaume et dans les villes de France, mentionnent-elles à peine les toiles de coton [4]. Venise, directement en rapport avec les

[1] Voir l'ouvrage de Heeren, *Essai sur l'influence des croisades* et *Histoire de l'économie politique* de Blanqui.

[2] *Histoire générale des voyages*, l'an 1745.

[3] *Recueil des voyages et Mémoires de la société de géographie*, t. I. Paris, 1824, in-4°, reproduction du premier mémoire manuscrit.

[4] *Statistique générale et particulière de la France*, p. 108, par Herbin, Paris, 1803.

pays situés à l'orient et au midi de la Méditerranée, paraît cependant avoir commencé à tisser les étoffes de coton dès les premières années du treizième siècle. Ces tissus étaient sans doute exécutés avec des fils étrangers, car les quelques balles de coton apportées par Christophe Colomb à son retour en Europe, furent considérées comme une curiosité. Cependant sous saint Louis, plus de deux siècles auparavant, dans le livre des métiers d'Etienne Boileau, on voit figurer *les chapeliers en coton* [1].

La cherté du coton et des rares cotonnades que l'on pouvait se procurer jusqu'à la découverte du cap de Bonne-Espérance, était excessive, et, quoiqu'une première application du coton fût faite à la fabrication de la futaine à Rouen en 1534 [2], à Lyon en 1580, et à Troyes [3] en 1582, pour faire du *basin*, ce genre d'industrie se propageait bien lentement. Environ un siècle plus tard, sous le règne de Louis XIV, il n'en est pas même fait mention dans les réclamations adressées au roi par les marchands, *pour les manufactures de France*, contre l'introduction des soieries, des draps, des toiles de l'étranger. Et si comme on peut le supposer, on en faisait entrer quelque peu, elles furent sans doute comprises implicitement dans une indication de six millions de livres de produits venant du Levant [4].

[1] On désignait alors sous le nom de chapellerie la bonneterie en coton et en fil de laine lisse.

[2] François Ier accorda, en effet, des lettres patentes en 1534 à une corporation d'ouvriers passementiers de Rouen, par lesquelles il leur est permis « à faire en leurs maisons et ouvroirs lesdits futaines de coton et fil, soit frangées, velues ou autres. » C'est probablement à ces tissus qu'étaient employés les cotons que vendaient les marchands par toute la France sous Henri IV, d'après les témoignages d'Olivier de Serre.

[3] On trouve à Troyes, dans l'église des Cordeliers, l'épitaphe suivante : « Cy dedans est le corps du noble homme Ichar Poterat, voyer pour le « Roy à Troyes, et l'un de ses poursuivants d'armes, naguère receveur « des tailles en l'élection de Troyes et premier marguillier en l'église « Saint-Urbain, qui a introduit à ses frais et dépens la manufacture de « futaine en cette ville en laquelle ne s'en était auparavant ni fait ni « fabriqué et fut quérir en Piémont ung me ouvrier, femmes et enfants « pour commencer ladite manufacture, qui décéda le 29 octobre 1625. »

[4] *Advis pour les manufactures de France au Roy et à nos seigneurs de l'Assemblée des notables.* Manuscrit de la Bibliothèque impériale.

C'est pendant le règne de Louis XIV et sous l'administration de Colbert que l'industrie cotonnière prit une certaine consistance chez nous. Une ordonnance de 1664 fixe les droits d'entrée à 3 livres le cent pesant, tant en laine qu'en graine; à 10 livres pour les cotons filés; les droits de sortie à 2 livres 10 sous pour les cotons en graine, 4 livres pour les cotons en laine, 6 livres pour les cotons filés, aussi le cent pesant. Un arrêt du 11 décembre 1691 éleva les droits à 20 livres sur les cotons filés, et diminua de moitié ceux de la matière première, le tout, dit Savary, inspecteur des manufactures, dans son *Dictionnaire du commerce*, dans l'espérance que la ville de Lyon pourrait faire chez elle le filage des cotons; mais l'expérience ayant fait connaître que les cotons du Levant, les seuls qui soient propres aux manufactures des Lyonnais, ne peuvent pas se filer aussi fin en France qu'ils se filent sur les lieux d'où ils proviennent, le roi, par un arrêt du 11 septembre 1700, remit les choses sur l'ancien pied.

Malgré ces droits qui furent même considérablement élevés, moins d'un demi-siècle après, en 1748, il entrait en France plus de trente espèces de cotons venant des échelles du Levant à Marseille, et quelque peu d'extrafin des Antilles. La Grande-Bretagne fut dès lors plus avancée dans ce travail que notre pays, si l'on s'en rapporte aux documents anglais du temps. Ces documents, il faut le reconnaître, sont peu d'accord entre eux sur l'origine et l'importance de cette industrie en Angleterre. Selon les uns, elle serait antérieure à Henri VIII. On lit dans *An essay on the state of England in relations to its trade*, par Cary (dont la première édition remonte à 1695), « que les comtés de Chester, de Lancaster et la principauté de Galles avaient plusieurs manufactures de cotonnerie célèbres sous ce prince; celles de Manchester, de Bolton en Lancashire, l'emportent sur toutes les autres, » dit-on déjà dès lors. Il s'en est élevé encore dans d'autres provinces, entre autres à Kidder-Minster en Yorkshire. Selon d'autres documents, vers 1558, les habitants du comté de Norfolk s'adonnèrent à la fabrication des basins, on faisait des futaines à Bolton, à Coven-

try, et des gants de coton à Congleton. Il y avait aussi en Écosse, dans les environs de Glascow, des manufactures considérables de mousselines, dont la majeure partie était envoyée en Angleterre. Enfin une grande autorité [1] fixe ainsi l'origine de la transformation du coton dans son pays :

« Sous Charles II, en 1685, le coton était apporté depuis un demi-siècle de Chypre, de Smyrne à Manchester, mais l'industrie manufacturière y était dans son enfance, la somme totale des importations annuelles ne s'élève pas, à la fin du dix-septième siècle, à deux millions de livres sterling, quantité qui ne suffirait pas de nos jours à la demande de quarante-huit heures. » M. de Rochefort, dans son *Histoire des Antilles de l'Amérique*, publiée en 1747, dit aussi « que les Anglais y ont, en grand, force métiers de coton. »

Les premiers essais remontent peut-être un peu plus haut chez nos voisins que chez nous, mais l'époque du développement industriel du travail du coton paraît être la même dans les deux pays. Les événements politiques extraordinaires du nôtre, survenus vers le même temps, ont dû nécessairement suspendre notre élan industriel pendant la période la plus active peut-être de nos concurrents d'outre-Manche. Nous consommions alors, tant en filaments que filés, deux mille balles par an; Alexandrie en fournissait de quatre qualités différentes, Smyrne neuf, Saïde onze, Alep cinq, et Chypre trois. Ces cotons arrivaient surtout par Marseille. Il en venait également de la Hollande par Nantes, Bordeaux et la Rochelle. Les principaux centres où se consommait le coton en laine ou en fil, pour faire soit des basins, soit des tissus mélangés, tels que futaines, siamoises, etc., étaient le Lyonnais, la Picardie, la Champagne et la Normandie [2]. L'emploi du fil de coton à Rouen, dans la toile, est relativement récent, suivant les archives de la chambre du commerce. Jusqu'en 1701, dit un auteur très-compétent, « les toiliers rouennais fabriquaient

[1] Macaulay, *Histoire d'Angleterre depuis l'avénement de Jacques II.*

[2] Ce qui précède démontre que l'usage du coton, du moins dans la passementerie, était connu au commencement du VI[e] siècle.

uniquement des toiles de fil, d'étoupes ou de chanvre. Mais à cette époque, Delarue, négociant, introduisit à Rouen le filage du coton, ce qui donna naissance peu d'années après aux toiles de coton, nommées d'abord *toileries*, par distinction des toiles de fil, mais ensuite plus généralement connues sous le nom de *rouenneries*.

« On doit s'étonner que, déjà bien connu dans un royaume voisin, le travail des cotonnades n'ait commencé à Rouen qu'avec le dix-huitième siècle. Nous ne pouvons en douter cependant, si nous nous appuyons sur l'autorité du sieur Morel, qui, écrivant un mémoire pour le gouvernement en 1750, affirme positivement que c'est Delarue qui a introduit à Rouen le filage du coton, encore n'est-ce que fortuitement et par l'effet de la nécessité. Delarue avait acheté des banquiers Legendre-Lecouteux, quarante balles de coton, ne trouvant point à les écouler, il imagina de filer ce coton et réussit. Il s'adressa alors aux fabricants de toile et aux passementiers; ces derniers lui faisant trop de difficultés pour mettre son coton en œuvre, il eut recours aux toiliers.

« Le premier toilier qui entreprit de travailler les cotons filés fut Pégny ; vinrent ensuite Bigot et Cousin, qui en formèrent des petites étoffes nommées *siamoises* [1], dont la chaîne était de soie tramée de coton, pour usage de robe de femme.

« La vente de ces étoffes obtint beaucoup de vogue. On fit en 1718 un règlement spécial pour les toiles de coton ; elles se fabriquaient en si grande quantité dès 1726, que le 26 mars de cette même année, on ordonna de les apporter à la halle pour y être vendues et visitées.....

« La voie une fois ouverte, les progrès furent rapides ; on en jugera par les chiffres suivants [2] : il fut visité au bureau de Rouen 107,164 pièces de rouenneries en 1732; 181,337 en 1736, 213,717 en 1739, 245,688 en 1744, 309,889 en 1749. A partir de

[1] Ce nom de *siamoise* paraît venir de l'imitation d'une étoffe dont étaient les vêtements des personnages d'une ambassade du roi de Siam auprès de Louis XIV.

[2] *Archives de la chambre du commerce*, recueil des manufactures.

cette époque, l'emploi de la précieuse bourre de coton s'est développé dans des proportions prodigieuses [1]. »

Il résulte de ces faits que l'origine de l'industrie cotonnière à Rouen est antérieure à 1732, époque que les auteurs anglais, et notamment Mann, lui assignent pour cette localité, où, selon eux, elle aurait été importée par un inspecteur général des manufactures de France, nommé Halker, sans doute de Holker, qui aurait trouvé moyen de s'échapper des prisons de Newgate, et se serait rendu à Rouen pour y introduire la filature de coton, s'y serait enrichi et aurait donné l'impulsion à cette spécialité en Normandie. Il est étonnant que nous n'ayons pu trouver aucun document français à l'appui de cette assertion. Dans tous les cas, on ne peut admettre la date de 1782 comme origine de la filature et de l'introduction des machines en France. Nous verrons plus loin, dans l'exposé des progrès techniques réalisés chez nous, que dès 1773 les manufacturiers d'Amiens firent établir dans cette ville les premières machines à filer.

A cette époque, l'usage des cotonnades et surtout des toiles peintes *indiennes* s'étant introduit dans toutes les classes, des efforts considérables se firent pour en développer la fabrication ; des réclamations nombreuses et énergiques s'élevèrent contre les tarifs ; les esprits se passionnèrent ; des économistes prirent la plume, qui pour combattre, qui pour demander le maintien des tarifs, de la protection et de la prohibition. Ne pouvant reproduire, même par extraits, ces divers écrits, nous nous bornons à transcrire les passages les plus essentiels de l'une de ces publications, qu'on ne lira pas sans intérêt, surtout à cause des chiffres et des éléments de la fabrication d'alors qui y sont relatés. Ils demontreront mieux encore que des raisonnements les progrès réalisés et l'inanité des théories préconçues, lorsqu'il s'agit d'objets d'un certain ordre.

« Je dis d'abord qu'il sera impossible d'établir la concurrence avec celle des Indes. La preuve s'en tire de ce que notre ad-

[1] *Histoire des anciennes corporations d'arts et métiers et des confréries religieuses de la capitale de la Normandie*, par Ch. Ouin-Lacroix.

versaire, en employant les calculs les plus évidemment faux, n'a pu donner à nos toiles un prix qui fût au-dessous de celui auquel reviennent celles de l'Inde.

« Suivant son calcul, les garats ne doivent revenir en blanc qu'à 22 sols l'aune, et les mousselines, façon de Zurich, fabriquées à Lyon, à 37 sols. Après l'état des dépenses qui, selon lui, suffisent pour la fabrication, il croit trancher toute difficulté en assurant que les entrepreneurs des nouvelles fabriques s'engageaient à donner les garats à 26 ou 27 sols, les guinées à 40 ou 42 sols et les baffetas à 3 livres 2 sols.

« ... Que l'on consulte les différentes ventes de la compagnie des Indes depuis 1749 jusqu'en 1753, on verra qu'elle n'a vendu les garats que 20 et 21 sols l'aune, les guinées que 30 à 35 sols, et les baffetas de 43 à 48 sols. Donc, nulle concurrence à espérer ; et, en ne fixant nos cotons qu'à 200 livres le cent, il est évident que ce qui nous coûte chez nous 300 livres ne coûtera dans l'Inde que 74 livres au plus.

« On avance que les garats n'ont que 3/4 de large, au lieu de 7/8 ; aussi n'y a-t-il jamais eu une pièce de garat qui ne pesât 5 livres ; notre auteur les réduit à 4 livres. Il suppose ensuite que la filature des 4 livres ne coûtera que 4 francs. Or, comme il est démontré par expérience que la meilleure fileuse ne peut filer, pour la fabrication des garats, que trois onces par jour, il faut absolument que les nouveaux entrepreneurs aient des fileuses qui ne gagnent que 2 sols par jour, ce que l'on doit regarder comme impossible, même dans les campagnes. Les fileuses du Puy-en-Vellay gagnent depuis 4 à 5 sols jusqu'à 8 à 10 sols, suivant la nature et la finesse de leur fil.

« Notre auteur réduit encore la main-d'œuvre du tisserand à 10 sols ; mais le plus habile ne peut faire par jour que deux aunes de garats à 3/4 de large ; donc cet ouvrier, en ne gagnant que 4 livres 10 sols pour la pièce de 16 aunes, ne serait payé qu'à raison de 10 sols 6 deniers par jour, et perdrait encore les dix heures au moins qu'il est obligé à ourdir et à poser sa chaîne dans le rost. Or il est constant que, dans les provinces où les subsistances et la main-d'œuvre coûtent le moins,

un tisserand ne peut gagner moins de 12 sols par jour. Rétablissons, d'après ces observations, le véritable prix des garats sur le pied des pièces ordinaires de 16 aunes de 7/8 de large :

1° Par livre de coton à 2 liv. 6 sols le 100, prix courant d'aujourd'hui, non pas plus cher qu'en terre de Prusse	11l,10s
2° Filature des 5 livres à 5 sols par jour, ce qui fait 30 sols par livre	7 ,10
3° Façon du tisserand, ourdissage et tramage	6 ,12
4° Blanchissage	1 ,10
Total	27l,2s

Et $\frac{27l,2s}{16}$ = 34 sols l'aune de garat.

La compagnie des Indes vend bien meilleur marché.

« La fabrique du Puy emploie le coton le plus fin de nos îles à faire des mousselines communes qui se vendent sur les lieux depuis 27 livres jusqu'à 60 livres la pièce de 8 aunes. On se sert des rebuts de coton pour faire des toiles dont on désigne les plus fines par le n° 1, et ainsi, en décroissant, jusqu'au n° 3; mais, jusqu'à présent, on fabrique peu de ces toiles ; sur trente-cinq métiers travaillant dans la manufacture, il n'y en avait qu'un seul monté en toile n° 3 ou garat ; ces toiles pèsent 5 à 6 livres par pièce. Un métier peut fournir deux pièces du n° 1 par mois, deux et demie n° 2 et trois n° 3. Au reste, les ouvriers suisses que cette manufacture emploie en font beaucoup davantage, et la fourniture augmentera à mesure que les ouvriers s'accoutumeront au travail. Le salaire du tisserand se paye à l'aune; on lui donne depuis 14 jusqu'à 15 sols par aune de mousseline, 4 sols par aune de garat ou n° 3 ; 6 à 7 sols des baffetas ou n° 2, et 8 à 9 sols des guinées ou n° 1.

« ... La compagnie des Indes fait venir tous les ans 250,000 pièces, tant *garats* que *guinées*, *baffetas*, *salempouris* et *caser* de toutes espèces, dont une grande partie entre dans le royaume, quoiqu'on ait mis sur toutes ces toiles, qui sont

achetées par les régnicoles, un droit de 40 livres par cent pesant.

« ... A l'égard de l'Angleterre et de la Hollande, toutes les toiles qui s'y impriment viennent des Indes.

« ... La Suisse emploie ses propres toiles ; elle les imprime, elle les teint ; elle a raison ; ses fabriques la mettent en état de se passer de nos étoffes de soie... L'Etat des Suisses, par rapport aux autres nations, n'est pas un marchand qui gagne, c'est un bourgeois qui vit avec économie, c'est un père de famille qui se procure quelque aisance par le travail et qui se fait faire ses habits par ses enfants.

« Les Suisses n'emploient que du coton du Levant : il est moins beau que celui de nos colonies, mais aussi il coûte beaucoup moins ; ils ne l'achètent en laine que 17 sols la livre, au lieu que nous payons celui de nos colonies 50 sols pendant la paix. La main-d'œuvre et les subsistances ne coûtent presque rien. Aussi les Suisses ne payent le filage de leurs cotons pour les toiles communes que 21 sols la livre de 16 onces. La façon de ces toiles est payée au tisserand 3 sols 6 deniers par aune, et le blanchissage d'une pièce de 16 aunes ne coûte que 17 sols ; il faut compter :

Pour le déchet et le dévidage.....	1[l],10[s]
Donc prix par pièce pour façon, 35 sols 6 deniers.....	2 ,16
Blanchissage.....	0 ,17
Déchet et dévidage.....	1 ,10
Total.....	6[l],13[s]

Donc la pièce de toile, à raison de 15 livres, produit 26 sols de bénéfice au fabricant ; quant à l'impression, elle peut revenir à 5 sols l'aune, et un dessin de trois à quatre couleurs n'augmente que de 4 livres le prix de la pièce de 16 aunes.

« D'où il suit que la Suisse peut nous envoyer des garats imprimés qui ne se vendent en France que 26 à 27 sols l'aune. Or il est impossible que jamais nos manufactures de toiles peintes, quelque succès qu'on leur suppose, vendent les leurs,

de qualités égales, à si bas prix. Dans les étoffes de soie, la valeur intrinsèque de la matière première et celle que lui ajoute le travail varient depuis 1 à 2 jusqu'à 1 et 6, soit en moyenne 1 est à 3 et à 4. Dans les étoffes de coton, ce rapport est comme 1 est à 2 et à 3. Donc, en vendant des étoffes de soie à 1 franc, nous tirons, pour 20 millions de notre sol, 60 à 80 millions, et quand les soies nous viendraient des pays étrangers, il nous resterait encore 40 à 60 millions de bénéfice.

« Pour le coton, ce bénéfice est comme 1 est à 2.

« Pour les toiles peintes, au contraire, si la toile vient de l'étranger, elle représente six fois la main-d'œuvre, etc.

« On est forcé de convenir, en effet, que la fabrique et l'usage des toiles peintes enlèveront aux anciennes manufactures presque tout ce qu'elles fournissaient à l'habillement du peuple.

« ... Cette diminution sera la ruine de soixante mille familles.

« Dans le fait, est-il vrai que les toiles peintes présentent un si bon marché au commun du peuple? Le prix des petites étoffes nationales surpasse-t-il celui des toiles peintes? 3 aunes 1/2 de siamoise à 50 sols, 10 aunes de toile rayée à 24 sols, habilleront une femme plus solidement que les toiles peintes. Or il n'y a aucune de celles-ci qui soit aussi bon marché. Ce n'est pas la modicité du prix, c'est la mode, c'est une certaine vanité qui rend les femmes du menu peuple si curieuses des toiles peintes. Habillées de siamoise ou de toile de coton, elles ne peuvent se comparer qu'aux femmes de leur état. Ont-elles une robe de toile peinte à Genève ou en Angleterre, elles se croient au-dessus de leur condition, parce que les femmes de qualité portent aussi des toiles peintes ; ainsi c'est parmi nous le luxe, vice qui s'oppose à leur richesse [1]. »

Avons-nous besoin de dire que, contrairement à ces prévi-

[1] Extrait de l'ouvrage intitulé *Examen des effets que doivent produire, dans le commerce de France, l'usage et la fabrication des toiles peintes*, publié à Genève, et se trouve à Paris, 1759, in-12, sans nom d'auteur, chez la veuve Delaguette, rue Saint-Jacques.

sions, le développement des toiles peintes n'a pas eu lieu au détriment des autres industries alors relativemeut florissantes et qu'au contraire elles ont toutes pris une extension inattendue. Nous admettons difficilement aujourd'hui l'opposition passionnée rencontrée par l'industrie cotonnière à son origine, partout où elle a voulu s'implanter, chez nos voisins d'outre-Manche aussi bien que chez nous. Les plaintes des premiers remontent à 1674; elles se traduisaient alors par de nombreux pamphlets, qui aboutirent, en 1722, à un statut du roi George pour empêcher l'emploi des étoffes de coton teintes ou imprimées. Cet acte fut aboli, en 1736, par le *Manchester acte*, et le développement des cotons imprimés reprit son cours. En France, la cause de l'industrie cotonnière paraissait encore avoir besoin de défenseurs vers le commencement de ce siècle, si nous en jugeons par le passage suivant d'une brochure publiée en 1808. : « Malgré tous les avantages du coton, on s'est récrié contre l'introduction de cette substance en Europe; on a prétendu qu'elle ferait tomber la culture du chanvre, du lin, de la soie; qu'elle nuisait à l'éducation des moutons et qu'elle ruinerait les fabriques les plus importantes. Ces assertions peuvent être vraies sous quelques rapports; il eût peut-être été avantageux de prohiber les étoffes de coton, dans le cas où ces mesures eussent pu en arrêter l'introduction. Mais l'on connaît toute l'inefficacité de ces sortes de lois. D'ailleurs il est trop tard dans ce moment : les nations de l'Europe ont adopté depuis longtemps l'usage des étoffes de coton, à tel point qu'il n'existe aucun moyen, entre les mains des gouvernements, de les prohiber; les supprimer toutes serait une grande preuve d'ineptie ; cet acte du despotisme tournerait à son propre détriment et ne serait utile qu'à des voisins. Une nation sage et prévoyante portera ses vues plus loin. Elle encouragera la culture du cotonnier toutes les fois que le climat sous lequel elle se trouve peut la favoriser.

« La manie, ou plutôt la fureur des lois prohibitives, a donné naissance, sous l'ancien gouvernement, à trente-cinq ou trente-six arrêts contre les étoffes de coton Ces arrêts se sont succédé

dans l'espace de quarante ans, et toujours aussi inutilement les uns que les autres, ainsi que le prouve leur multiplicité. La contrebande, qui se joue de la puissance la plus active, a introduit en France des tissus de coton ; et l'habitude en a fait un objet de première nécessité.

« Il serait facile de prouver que l'établissement des manufactures de coton a été favorable à la France, il suffit pour cela de considérer la valeur de la main-d'œuvre employée dans la fabrication des étoffes consommées dans l'intérieur, sans avoir même égard à ce qui peut faire un objet d'exportation dans ce moment ou par la suite.

« On calcule, en Angleterre, que le coton du plus gros calibre filé par des machines à eau laisse dans le pays 2 shillings 3 deniers par livre pour le travail de la filature. Celui d'un calibre moyen ou d'une certaine finesse laisse de 3 à 4 shillings et demi. Les fils portés au plus grand degré de finesse produisent un gain de 6 à 8 shillings 3 deniers par livre, et même les beaux fils pour les mousselines donnent jusqu'à 15 shillings. Ainsi la valeur de la matière brute est à peu près doublée dans la filature la plus grossière, elle est doublée avec moitié en sus dans les calibres moyens, et triplée, quadruplée, quintuplée dans les calibres les plus fins. On a même poussé, en Angleterre, la filature à un si haut degré de perfection qu'on a produit des fils qui valaient jusqu'à 15 guinées la livre, ce qui donne un bénéfice de 5,900 pour 100. Si l'on ajoute à ce premier gain les bénéfices du tisserand, du blanchisseur, du teinturier, de l'imprimeur, sans même ajouter celui du brodeur, du marchand, etc., et de cette foule d'ouvriers, tels que mécaniciens, graveurs, serruriers, menuisiers, etc., dont le travail contribue à augmenter la valeur du coton, l'on trouvera une masse de bénéfices qui doit faire considérer ce genre de fabrication comme une source féconde d'industrie et de richesse. On s'est élevé, en Angleterre ainsi qu'en France, contre les machines à filer et à carder le coton, sous prétexte qu'une foule d'ouvriers allaient être réduits à la mendicité par le défaut d'occupation. L'on répète les déclama-

tions en usage chaque fois qu'il s'agit d'une invention qui simplifie et économise la main-d'œuvre [1] ; mais l'expérience a prouvé dans cette occasion, comme dans toutes les autres, que ces inventions sont toujours utiles à la société et qu'elles tendent même au bénéfice des classes indigentes, puisqu'elles développent l'industrie et qu'elles augmentent les richesses. L'Angleterre offre un exemple frappant de cette vérité. La beauté et le bas prix des étoffes de coton fabriquées par le moyen des machines en ont prodigieusement accru la consommation [2]. »

Ici l'auteur énumère les bras employés dans l'industrie, les produits obtenus par les nouvelles machines, le nombre impossible de personnes que le filage à la main aurait nécessité pour arriver au même résultat.

[1] L'auteur paraît faire allusion ici à la polémique vive et ardente qui s'éleva vers le milieu du XVIII[e] siècle au sujet de l'emploi des toiles peintes, dont nous avons donné un extrait précédemment. Pour faire comprendre l'importance qu'on attachait alors au sujet, et pour mettre les personnes curieuses de l'histoire industrielle à même de se renseigner, nous citerons seulement quelques-uns des titres des ouvrages principaux que nous rappelons :

Réflexions sur différents objets de commerce et particulièrement sur les toiles peintes. Genève, 1750. In-12.

Examen des avantages et désavantages de la prohibition des toiles peintes. Paris, 1758. In-12.

Réflexions sur les avantages et désavantages de la libre fabrication et de l'usage des toiles peintes en France. Bruxelles, 1758. In-12.

Lettre aux auteurs du Journal encyclopédique *sur les toiles peintes.* Paris, 1759. In-12.

Réponse à l'ouvrage intitulé Réflexions sur les avantages et les désavantages de la libre fabrication des toiles peintes. Genève, 1759. In-12.

Projets de quatre arrêts du conseil sur les toiles peintes. Avignon, 1759.

Observations sommaires et dernières des marchands de Lyon, etc., sur l'ouvrage intitulé Réflexions sur divers objets du commerce et notamment sur les toiles peintes.

Nous pourrions prolonger encore ces citations, si cela était nécessaire. Mais ces ouvrages, curieux au point de vue historique, ne peuvent avoir d'autre résultat aujourd'hui que de multiplier les preuves de la faillibilité de l'esprit humain, surtout lorsqu'il s'agit de questions où nos passions ou nos intérêts plus ou moins directs sont en jeu.

[2] *Du cotonnier et de sa culture*, par Charles-Philibert de Lasteyrie. Paris, 1808.

§ 3. — Industrie du coton dans l'Inde.

Pendant que l'on discutait en Europe sur les avantages et les inconvénients d'étendre le travail du coton, et sur la question de savoir si cette nouvelle branche industrielle ne nuirait pas à la fabrication de quelques articles de cotonnades unies et mélangées de fils, tels que les futaines et les basins qu'on y produisait déjà, et surtout aux autres branches de tissus, les Indiens étaient arrivés à un degré de perfection remarquable. Ce progrès, malgré la simplicité d'un outillage primitif, se manifeste au point de vue des nombreuses préparations et des soins minutieux apportés aux détails de leur fabrication, dont l'état attestait une longue expérience, si l'on considère la lenteur avec laquelle les innovations se réalisent dans ces contrées. Les renseignements obtenus en 1718, à Pondichéry, par le P. Turpin, missionnaire, témoignent de ce progrès et renferment certains détails intéressants pour le lecteur. Nous croyons devoir les publier entièrement.

« Puisque vous souhaittez sçavoir la manière dont on appreste le coton et dont on fait la toile aux Indes, il me sera aisé de vous satisfaire, parce qu'avant de vous répondre, j'ai tiré des ouvriers mesmes toutes les connoissances que j'ai cru nécessaires sur ce sujet.

« Le coton naist aux Indes d'un arbrisseau qui a environ 3 à 4 pieds de hauteur; lorsqu'il est grand, il jette un fruit verd de la grosseur d'une noix verte. Quand le fruit commence à mûrir, il s'entr'ouvre en forme de croisée, alors le coton commence à paroistre; lorsqu'il est tout à fait mûr, il se divise en quatre parties égales, qui se séparent entièrement et qui ne se tiennent que par la tige. On cueille aussitôt le coton, mêlé avec la graine. Mais comme cette graine y est fortement attachée, on la sépare par une petite machine assez ingénieuse. » Le P. Turpin donne ici la description détaillée de la machine indienne à égrener, composée de deux petits cylindres dont on

trouvera le dessin plus loin, elle est d'ailleurs assez connue aujourd'hui pour que nous puissions supprimer ce passage. L'auteur poursuit : « On carde ensuite le coton ; cela se fait d'abord avec les doigts, à peu près comme on fait la charpie. Ensuite, on l'étend sur une natte, et on achève de le carder avec un arc assez long qu'on met dessus, et dont on pince la corde, en sorte que les vibrations tombent fortement et fréquemment sur le coton, le fouettent, et le rendent fort rare et fort délié. On le donne ensuite aux ouvriers, hommes et femmes, pour le filer, ce qui se fait avec un rouet qui est plus petit que ceux dont on se sert en Europe. La beauté et la bonté du fil dépendent presque de l'habileté des fileurs et des fileuses. Il y en a de fin et de grossier, et entre deux extrémitez, il y en a aussi de plusieurs sortes. Au reste, on ne lave point le fil ; mais après l'avoir mis en écheveau, on le donne au tisserand. Celui-ci choisit d'abord le plus grossier pour la trame, et réserve le plus fin pour ourdir la toile ; ce qui suppose que dans le fil de mesme espèce, il y a toujours de la différence. On fait bien bouillir dans l'eau chaude le fil réservé pour la trame, et lorsqu'il est bien chaud, on le plonge dans l'eau froide ; c'est là toute la préparation qu'on lui donne avant de le mettre dans la navette. Le fil qui sert à ourdir se prépare en cette manière : on le fait tremper dans de l'eau froide où l'on a délayé de la fiente de vache en assez petite quantité. Ensuite, on exprime l'eau et on laisse ainsi ce fil humide durant trois jours dans un vase couvert, et enfin, on le fait sécher au soleil. Quand il est bien sec, on le dévide, ce qui se fait en cette manière ; on plante en ligne droite dans une place bien nette des petites lattes de bambou de la hauteur de trois pieds, et à la distance d'une coudée l'une de l'autre, dans une longueur égale à celle de la toile que l'on veut faire. Ensuite, de jeunes enfants entrelacent en courant le fil entre les petites lattes de bambou. Le nombre de fils étant complet, on a soin de se faire couler encore de nouvelles lattes entre les premières pour tenir le fil en sujestion, et pour le mieux préparer. Après quoi, on roule le fil avec des lattes, qui forment comme une longue claye, et on

le porte ainsi dans un étang où, après l'avoir laissé tremper pendant un bon quart d'heure, et l'avoir foulé aux pieds, afin que l'eau s'y imbibe mieux, on l'en tire pour le laisser sécher. Il s'agit de revoir après cela les fils pour les mettre en ordre. C'est pour cela qu'on replante de nouveau cette claye à terre comme ci-devant, et les tisserands revoyent les fils : ils en ostent le petit coton superflu, ils tordent les fils rompus, et arrangent ceux qui n'ettoient pas à leur place, ce travail est fort ennuyeux.

« Après ce travail, on pense à donner au fil la préparation nécessaire pour le mettre en œuvre. Pour cela, on arrache la claye, et on l'estend sur des chevalets posez d'espace en espace à hauteur d'appui : puis, on lui donne le *cange*. Le cange n'est autre chose que de l'eau de riz cuit, mais qui estant gardée depuis longtemps est extrêmement aigre et d'un acide très-fort ; on frotte ce fil de tous cotez avec le cange, jusqu'à ce qu'il soit pénétré, et ensuite on exprime avec les doigts le cange qui reste sur la superficie du fil. Il faut encore ranger les fils qui se sont entremêlés ; cela se fait avec les doigts, mais ensuite bien mieux avec une espèce de vergette arrondie par le bas, dont les filaments s'insinuent entre les fils, les nettoient parfaitement, les unissent en en resserrant toutes les parties. Ce travail dure longtemps ; après quoi on passe sur le fil une colle de riz cuit, et pour mieux étendre cette colle, on y fait passer une deuxième fois les vergettes. Enfin on laisse un peu sécher le fil en cet estat, et pour dernière préparation, on frotte le fil avec de l'huile, ce qui se fait par le moyen de vergettes qu'on a imbibées de cette liqueur. Il est à observer que les différents apprêts qu'on donne au fil se doivent donner des deux costez de la claye, en sorte qu'après avoir donné l'apprest d'un côté, on tourne la claye de l'autre costez pour y donner le même apprest.

« Au reste, lorsque le fil ainsi préparé est bien sec, il est si beau, si net, si égal, qu'il ressemble à du fil de soye ; sans le cange et les autres apprests qu'on lui donne, le fil de coton n'auroit à beaucoup près la beauté qu'il a ; car le cange ainsi aigri,

resserre et réunit en mesme temps les filaments insensibles qui composent le fil ; et la colle venant par-dessus les tient et les lie dans cet estat, en leur donnant plus de corps et de consistance pour être mis en œuvre. Enfin l'huile sert à adoucir et à rendre plus flexible le même fil ; lorsqu'il est ainsi préparé, on le met sur le métier, on en fait les mousselines, les *salempouris*, et généralement toutes les toiles qu'on voit aux Indes, dont la différence dépend uniquement du fil et de la main du tisserant.

« Le métier dont les Indiens se servent pour faire la toile est, à quelques différences près, assez semblable à celui dont on se sert en Europe, et la manière de la faire est à peu près la même.

« La toile faite, il faut la blanchir et lui donner le beau lustre que le coton porte avec soi. On la met donc entre les mains du blanchisseur, qui d'abord la fait tremper quelque temps dans l'eau froide ; ensuite l'ayant retirée et en ayant exprimé l'eau, il la fait encore tremper dans d'autre eau froide, où l'on a meslé de la fiente de vache ; quand il en a tiré cette eau, il l'étend sur la terre et la laisse quelque temps à l'air, ensuite il la tord et la roule en forme de cylindre concave sur l'ouverture d'une grande cuve d'eau bouillante. La vapeur qui s'élève se répand et se filtre dans la toile imbue des sels les plus subtils de la fiente de vache, et par la chaleur délaye et fait sortir les ordures de la toile. C'est là la première lessive qu'on lui donne ; on la laisse en cet estat toute la nuit, et le lendemain on la lave et on la bat fortement sur de grosses pierres durres, en sorte qu'une partie de la saleté se détache. Le second jour, on jette la même toile dans une cuve de terre, où l'on délaye de la chaux avec une certaine terre blanche qui est tout à fait stérile, et qui sans doute est remplie de quantité de sels ; on met de cette terre et de la chaux en égale quantité. On fait ensuite tremper et on frotte bien la toile dans cette eau, après quoi on en exprime l'eau, et on laisse la toile quelque temps étendue à l'air. On la tord de nouveau, et l'ayant mise comme ci-devant autour de l'ouverture d'une grande cuve de terre, où l'on a mis de l'eau avec le même mélange, on lui

laisse prendre la seconde lessive, qui achève de lui oster la saleté et rend la toile parfaitement blanche ; on lave et bat la toile, et on la fait sécher au soleil.

« Il y a une autre façon qu'on donne aux *salempouris* et à d'autres toiles semblables : on les plie en dix ou douze doubles, et après les avoir mis sur une planche bien polie, on les bat à grands coups de masse pour les unir davantage et leur donner le dernier lustre [1].»

Cette lettre précise, à laquelle on ne peut reprocher que quelques termes impropres, n'est peut-être pas assez connue par les industriels. Elle donne des détails sur l'épuration, l'affinage, l'enlevage du duvet des fils, et sur les apprêts des toiles, qui dénotent un degré remarquable d'avancement dans la fabrication, et expliquent la perfection hors ligne et les apparences si flatteuses de certaines mousselines et autres cotonnades de l'Inde. A la lecture des moyens mis en pratique par les *sauvages*, il y a plusieurs centaines, et probablement plusieurs milliers d'années, on est frappé de leur analogie avec certains apprêts inventés et appliqués à nos tissus fins depuis moins d'un demi-siècle. Nous pensons, que malgré son état de perfection actuelle, notre industrie aurait encore à profiter des moyens si ingénieux et si minutieux par lesquels les Indiens traitent les fils avant le tissage, pour les épurer, les débarrasser du duvet, restituer au coton son éclat naturel, et donner aux toiles les apparences de la soie, selon l'expression du P. Turpin. Que l'industrie moderne se hâte de recueillir et de méditer les intéressants procédés enfantés par le temps, perpétués dans l'Inde avec une opiniâtreté fanatique, avant qu'ils n'aient disparu devant la concurrence de plus en plus redoutable qui leur est faite. Cette concurrence grandit chaque jour aussi bien aux Etats-Unis qu'en Europe, surtout en Angleterre, pays pour lequel la dépossession complète de l'industrie indienne devient presque une nécessité. Il est à souhaiter que cette suppression du travail manuel indien soit compensée par le développement

[1] *Lettres édifiantes*, XV. Recueil 1722.

croissant de la production de la matière première, dans laquelle paraît désormais se concentrer la principale ressource des peuples de l'Asie ; elle est redevenue un des éléments les plus puissants de la prospérité américaine et reste l'une des plus légitimes espérances de notre colonie d'Afrique [1].

Malgré la prévision des économistes sur l'importance et le développement de l'industrie du coton, les plus audacieux n'auraient osé rêver, il y a soixante ans, le mouvement dont nous sommes les témoins, et le rôle particulier réservé au travail du coton dans nos sociétés européennes et aux États-Unis.

CHAPITRE II

CLASSIFICATION ET RÉCOLTE DU COTON.

---

§ 1. — Classification botanique.

Le coton ou *baumwolle* (laine d'arbre), comme l'appellent les Allemands, et dont la dénomination arabe, *goz*, indique la douceur ou le toucher soyeux, est le produit d'une plante *dicotylédone*, de la famille des malvacées. Il prospère généralement dans les pays chauds des deux continents, entre le 30e degré de latitude et la ligne. On le récolte sur une échelle plus ou moins vaste en Amérique, dans les Indes, au Brésil, en Egypte, en Grèce, en Perse, dans l'Asie Mineure, les îles de Malte, dans le Levant, en Afrique, etc. Le cotonnier est naturellement vivace. Dans certaines contrées, il est parfois

[1] Nous verrons néanmoins plus loin que les Anglais commencent à monter des établissements automatiques dans l'Inde.

triennal ou biennal; mais la grande masse exploitée résulte d'une culture annuelle. Il présente des différences notables dans ses principaux organes et parties essentielles, telles que tige, feuilles, fleurs, fruits, graines et duvet. La tige est rameuse et la racine fibreuse et pivotante, d'une hauteur variable de 0^m, 60 à 2 mètres; quelques espèces s'élèvent jusqu'à 6 mètres. Ses feuilles sont plus ou moins larges, pétiolées, en trois, cinq ou sept lobes pointus ou arrondis. Les fleurs qui naissent à l'aisselle des feuilles, portées par de longs pédoncules, sont tantôt rouges et tantôt jaunes. La gousse, cosse, ou fruit, dur à sa maturité, a une forme cloisonnée à quatre diaphragmes. La graine, verte ou noire, de trois à sept par cellule, se détache facilement ou adhère fortement au duvet, suivant l'espèce à laquelle elle appartient. Les fibrilles enfin, ou duvet, sont de petits cylindres aplatis, fermés à leurs extrémités, de nuances, de longueur, de finesse et de ténacité variables. La durée de la végétation de la plante annuelle est comprise entre six et sept mois, selon les climats et les saisons; elle ne mûrit bien (d'après M. Hardy) que sous l'influence d'une température de 45 à 48 degrés de chaleur.

Les diverses classifications adoptées pour le cotonnier par les naturalistes sont basées sur les différents caractères qu'il présente; les uns, tels que Linnée, en distinguent cinq espèces. Decandolle en admet seize; d'autres naturalistes subdivisent encore cette classification. Les espèces reposent sur des modifications naturelles de la plante qui sont loin de correspondre toujours à des propriétés caractéristiques du duvet. Malgré l'immense importance commerciale de ce dernier, il n'est cependant pour le naturaliste qu'un faible accessoire de la plante; identique en apparence, quoique variant de fait, suivant les caractères, de 200 francs à 1,200 francs les 100 kilogrammes, dans les temps normaux. Cependant l'on en est encore à adopter la classification de Linnée ou de Decandolle, ou de quelques autres botanistes, tels que Roxburgh, Rausch, qui en admettent deux ou trois espèces de plus. Une classification générale basée sur l'état du végétal distingue :

1° *Les cotons herbacés annuels*, ou *arbrisseaux;*

2° *Les cotons ligneux*, *vivaces*, ou *en arbres;*

3° Le *cotonnier de l'Inde* (gossypium Indicum), intermédiaire entre les deux précédentes variétés. Il atteint à une hauteur de 3 à 4 mètres ; sa tige, vivace, est ligneuse à la partie inférieure ; ses fleurs sont jaunes, avec une tache purpurine à la base des pétales. Les capsules, ovales et coniques, offrent quatre loges renfermant des graines arrondies, très-adhérentes au duvet. Le nom de surate désignait naguère encore la plupart des cotons de l'Inde dérivés de cette espèce.

4° Le *cotonnier des Barbades* (Barbadensis), dont les tiges ont 2 à 3 mètres de hauteur ; il comprend notamment le géorgie longue soie (*Sea-Island*), les nouvelle-orléans, mobile, demerari, le berbice, les cotons des Indes occidentales et certaines variétés d'Egypte, de Bantam, dont les feuilles supérieures sont divisées en trois lobes pointus, les inférieures en cinq lobes ; ses fleurs sont jaunes et les graines noires, nettes et lisses à la surface ; elles adhèrent par conséquent à peine aux filaments ; cette espèce, propagée aux États-Unis, a produit les variétés les plus estimées.

5° Le *cotonnier du Pérou* (gossypium Peruvianum) croît à une hauteur de 3 à 5 mètres ; ses feuilles inférieures sont longues, pointues, entières ; les supérieures offrent de trois à cinq lobes. Les fleurs sont jaunes, avec une tache pourpre à la base de chaque pétale ; ses graines, au nombre de huit à dix, adhèrent fortement au duvet ; l'Amérique du Sud a surtout développé cette espèce qui donne les variétés connues dans le commerce sous les noms de *bahia*, *maranham*, *fernambouc*, et autres venant principalement du Brésil.

Il y a enfin une partie de la classification des cotonniers qui repose sur certaines particularités de la plante :

1° Le *cotonnier à feuilles de vigne* (gossypium vitifolium), arbuste de 3 à 4 mètres d'élévation, dont la tige est ligneuse et les feuilles amples, palmées, profondément découpées en cinq lobes ovales très-aigus, glabres en dessus, un peu velus en dessous. Les fleurs sont grandes, jaunes à taches rouges. Le

fruit est ovoïde, à trois loges, renfermant chacune six à dix graines noirâtres. Ce cotonnier, que l'on prétend originaire des Indes orientales, est cultivé à l'île Maurice et dans l'Amérique du Sud.

2° Le *cotonnier velu* (gossypium hirsutum), à tige rameuse et à pétioles velues ; ses feuilles, larges, divisées en cinq lobes pointus, offrent une glande à nervure médiane. Les fleurs en sont jaunes ; cette plante croît dans les parties les plus chaudes de l'Amérique du Sud.

3° Le *cotonnier à larges feuilles* (gossypium latifolium), arbuste de 1m,30 à 2 mètres. Ses feuilles, grandes, larges, sont glabres et d'un vert un peu foncé ; les inférieures sont ovales, pointues et entières ; les autres sont divisées en trois lobes profonds et pointus et portent une glande sur leur nervure médiane. Ce cotonnier, dont l'origine n'est pas bien déterminée, est cultivé aux Antilles.

4° Le *cotonnier à petites fleurs* (gossypium micranthum) est herbacé, d'une hauteur de 0m,50 environ ; la tige, rougeâtre, est hérissée de points noirs, ainsi que ses pétioles et pédoncules ; ses feuilles, divisées en cinq lobes obtus, presque arrondis, sont très-glabres et offrent une glande sur la nervure moyenne. La corolle est jaune, à pétales ovales aiguës ; cette espèce est originaire de la Perse.

Depuis que les cotons se sont fait apprécier dans le commerce suivant leurs caractères et qualités, on a également établi des dénominations en raison de la valeur de leurs produits dans l'ordre suivant :

§ 2. — Dénominations commerciales.

1° Le *cotonnier géorgie longue soie* (Sea-Island), introduit des Bahama en Amérique vers 1788, est un cotonnier herbacé, à rameaux et à tige glabres, à filaments très-longs, élastiques et brillants, très-soyeux, d'une grande finesse et d'un blanc *beurré*. Ce duvet, le plus beau et le plus estimé de tous, adhère

à peine aux graines, noires et lisses. Les qualités les plus précieuses de cette espèce viennent dans le voisinage de la mer ; de là son nom, *Sea-Island*. Ce voisinage lui fournit les matières salines qui paraissent nécessaires au parfait développement de son fruit et de ses produits, et contribue grandement, dit-on, aux qualités supérieures qui le font rechercher.

2° Le *cotonnier jumel* est le résultat de la culture de la graine du Sea-Island, introduit en 1821 en Egypte par un Français du nom de Jumel ; il est à graines noires, lisses et à filements d'une longueur et d'une finesse qui approchent de celles de la variété précédente.

3° Le *cotonnier louisiane* est à graines vertes et feutrées, contenues dans de grosses capsules ovales ; il donne des filaments fins, soyeux et blancs, mais courts, obtenus également par la culture de la graine du Géorgie longue soie. Le développement extraordinaire de la production de cette espèce, la plus estimée parmi les courtes soies, remonte à l'époque de la réunion de la Louisiane aux Etats-Unis, il y a un peu plus d'un demi-siècle.

4° Le *cotonnier nankin* ou de *Siam*, à graines rousses, feutrées, donne des filaments roux, courts, adhérents à la graine.

5° Le *cotonnier du Pérou* ou de *Malte* : graines brunes et feutrées, à filaments moins longs et moins fins que ceux du cotonnier louisiane.

A ces dénominations il faudrait ajouter les divers cotons de l'Inde qui, jusqu'à la crise américaine, étaient généralement désignés, comme nous l'avons vu, sous le nom de *surates*, du port d'embarquement le plus habituel. Depuis lors, les lieux d'expédition se sont multipliés avec le développement du commerce de cette denrée, arrivée à un prix inattendu sur les marchés européens. Beaucoup de localités de l'Inde envoient aujourd'hui des cotons. Ils sont loin d'être classés conformément à leurs caractères et à leurs propriétés. Nous sommes convaincu que certains d'entre eux seront recherchés, le dhollerah, par exemple, excellente espèce, lorsqu'il sera trié, conditionné avec plus de soin, et mieux travaillé qu'il ne l'est

aujourd'hui dans les premiers traitements. Nous reviendrons sur ce point, en nous occupant spécialement des cotons des Indes.

§ 3. — Catégories commerciales des cotons.

Chacune des espèces précitées renfermant de grandes variétés, une monographie précise des cotons avec leur valeur relative, leurs destinations les plus avantageuses, serait d'une grande utilité pour l'industrie, mais il suffit de s'être occupé du sujet pour en comprendre les difficultés, sinon l'impossibilité absolue. Les classifications commerciales sont en général basées sur les provenances. Les cotons de chacune des contrées principales sont à leur tour *catégorisés*, suivant les sortes, sous les dénominations de *fin*, *très-fin*, *extrafin* pour les plus belles qualités ; de *très-bas à bas*, de *très-ordinaire à ordinaire*, *bon ordinaire à petit courant*, de *courant à bon courant*, de *bon à beau*, etc., pour les cotons de la plus grande consommation ; à chacune de ces dénominations correspond nécessairement un prix différent ; ainsi, par exemple, lorsque le coton louisiane des très-bas à bas vaut de 95 centimes à 1 fr. 06 c. par 0^{k},500, le très-ordinaire vaut 1 fr. 10 c. à 1 fr. 14 c., le bon ordinaire à petit courant 1 fr. 19 c. à 1 fr. 22 c., le courant à bon courant 1 fr. 25 c. à 1 fr. 27 c., le bon à beau 1 fr. 30 c. La même origine offre donc des produits qui varient, dans leurs limites extrêmes, de 95 centimes à 1 fr. 30 c. et, par conséquent, de 0,35 centimes par 500 grammes, ou 70 francs par 100 kilogrammes.

Quant au coton géorgie longue soie, dont il a été question et dont les prix moyens sont indiqués plus loin, il donne lieu également à un très-grand choix ; on fait jusqu'à neuf catégories, classées de A jusqu'à F, et chacune de ces catégories peut être à son tour subdivisée en *fin*, *très-fin*, *extrafin*, *extrasuperfin* et *nonpareil*. Ce dernier, qui constitue le meilleur choix des plus belles qualités, est très-rare et n'a pas de

prix régulier; on en a vendu parfois jusqu'à 26 francs le kilogramme, même dans les temps normaux.

Les prix sont nécessairement en raison des qualités; d'autant plus élevés que les fibres réunissent plus de longueur, de finesse, de ténacité, de flexibilité, de pureté et de régularité dans la masse. Les fibres les plus longues et les plus fines réunissent en général les autres caractères naturels les plus recherchés. La constatation des volumes peut servir comme première appréciation des grandes différences qu'elles présentent, mais sont loin de donner des indications suffisantes sur les valeurs relatives.

§ 4. — Insuffisance de la classification botanique et commerciale pour déterminer les qualités des fibres.

La détermination des caractères naturels et des origines du cotonnier, quelqu'exacte et complète qu'elle soit pour le botaniste, est loin, comme nous l'avons dit, de suffire au technologue et à l'industriel, attendu qu'elle ne donne qu'imparfaitement les rapports entre la plante et les caractères de son duvet. Celui-ci peut varier de qualité non-seulement avec les espèces, mais pour les espèces identiques, suivant les contrées, les localités, l'état du végétal et les fibres de la même cosse. Une même semence, par exemple, peut donner le cotonnier herbacé, ou arbre variant de hauteur de 0^{m},70 à 7 mètres, suivant les climats où il est cultivé. A Malte, à Naples, en Sicile, en Italie, en Corse, dans le midi de la France, dans certaines parties de l'Asie mineure et de l'Inde, sur les bords de la Méditerranée, etc., cette même semence ne produira que l'espèce herbacée, ou arbuste, et encore ne mûrira-t-elle pas partout, à cause des abaissements fréquents de température pendant la saison de sa maturité. De là l'insuccès des tentatives de la culture du cotonnier dans nos départements méridionaux. Dans les contrées où la chaleur est plus égale et surtout dans les pays équatoriaux, la plante mûrit toujours et atteint les plus grandes hauteurs.

L'exposition des terrains, dans des climats à peu près semblables, influe aussi bien sur les produits du cotonnier que sur ceux de la vigne. C'est à ces expositions diverses des pays cotonniers des Etats-Unis que l'on attribue les nombreuses variétés qu'ils produisent. Il est presque inutile de noter les influences de la culture, tant elles sont connues. A ces diverses causes naturelles et agricoles il faut ajouter les soins de la récolte et de l'épuration ; le coton peut être plus ou moins propre et plus ou moins conservé, suivant qu'il aura été épluché, épuré, emballé et transporté dans des conditions convenables ou imparfaites. Les cotons des contrées qui commencent à se livrer à ce commerce ont souvent perdu une partie de leur valeur, par suite de la détérioration des fibres à l'épluchage et à l'égrenage. Le degré d'épuration doit donc être considéré dans l'estimation de la matière première.

Ce n'est pas sans motif que l'on indique également pour chaque espèce la couleur de la graine et son état d'adhérence au duvet, la facilité de l'égrenage dépendant en partie de ces caractères.

§ 5. — Récolte et Floraison.

Le fruit à sa maturité se présente sous deux formes différentes. Dans les premières contrées sus-mentionnées il s'ouvre peu ou point ; dans les autres, au contraire, la grande masse s'ouvre spontanément au sommet, dans la direction des arêtes longitudinales ; les filaments duveteux débordent par les ouvertures et offrent l'apparence d'une grappe plus ou moins longue, d'un volume proportionnel à celui du fruit et au degré d'élasticité de la matière. De là, deux modes de cueillette ; le coton dont le fruit s'ouvre à la maturité est enlevé à la main, l'enveloppe ou gousse reste sur l'arbre. On coupe au contraire la tige du fruit fermé ou insuffisamment ouvert, pour le faire sécher et l'ouvrir ultérieurement à la main, afin d'en extraire la matière textile. Ce dernier mode d'égoussage est lent et difficile, par

conséquent coûteux, non-seulement à cause des salaires directs, mais encore parce qu'il ne permet pas de profiter assez rapidement du coton récolté. C'est pour obvier aux inconvénients de l'égoussage à la main que nous avons imaginé un appareil qui le réalise automatiquement avec une promptitude remarquable et un abaissement des 4/5e environ dans le prix du travail; cet appareil intéresse plus spécialement certaines contrées exotiques. Quelques machines de ce genre commencent à être appliquées en Asie mineure, notamment à Tarsous, et en Egypte pour la partie des cotons qui ne mûrit pas sur l'arbre.

L'époque de la maturité et de la récolte varie nécessairement avec les contrées; elle a lieu plus tôt dans l'Inde et en Egypte qu'aux Etats-Unis : la floraison dans ce dernier pays dure de la seconde quinzaine de mai à la fin de juin. La date moyenne est le 5 juin, d'après trente-trois années d'observtaions. On a remarqué également, pendant ce laps de temps, que les récoltes sont d'autant plus abondantes que la floraison est plus précoce ; que, toutes choses égales d'ailleurs, celles de mai ont été suivies d'excellents résultats. Or, comme les cours commerciaux varient en raison de l'abondance de la production et des besoins de la consommation, on peut à peu près prévoir l'importance de la récolte en se tenant au courant de l'état de la plante dès le printemps. Il est bien entendu que cet élément ne doit être considéré que comme l'une des influences de la récolte, celle-ci variant par d'autres causes, telles que l'état hygrométrique de l'atmosphère. Une saison trop pluvieuse développe la feuille aux dépens du fruit ; trop sèche, au contraire, la végétation souffre jusqu'à la destruction. Après la maturité même, la pluie a quelquefois l'inconvénient de faire refermer la silique, de jaunir ou d'altérer le coton. Quelquefois aussi la récolte est attaquée, décimée par une nuée d'insectes et de chenilles d'espèce particulière, tellement avides qu'elles exercent parfois des ravages considérables en une nuit.

La cueillette a lieu, aux Etats-Unis et dans certaines autres contrées, du 1er octobre au 30 novembre, suivant la plus ou moins grande précocité de la saison. En Egypte, la première a

lieu de la fin d'août au commencement de septembre. Des femmes détachent les houppes du coton, les séparent aussi complétement que possible de la gousse, et les serrent dans des sacs en toile qu'elles portent suspendus aux épaules. Le coton contient alors encore la graine plus ou moins adhérente qu'il est indispensable d'enlever pour ne pas transporter un poids inutile, susceptible de fermenter sous l'action du tassement, de tacher, et aussi d'être détérioré et rongé par les rats et les souris, très-friands de cette semence.

CHAPITRE III

ÉGRENAGE.

§ 1. — Roller-gin.

L'opération indispensable pour séparer la graine des filaments était pratiquée d'abord à la main, un homme pouvait à peine épurer 500 à 600 grammes par jour; aussi lui a-t-on bientôt substitué l'action des machines. Les plus simples consistent dans des espèces de cylindres cannelés en bois usités surtout dans l'Inde, la Chine et l'Egypte. On en place parfois plusieurs sur la même ligne, avec un arbre commun. Chaque paire de cylindres égrène en moyenne de 20 à 30 kilogrammes par jour.

Cette machine, nommée *roller-gin*, est si élémentaire qu'il suffit de donner une coupe verticale des organes pour en saisir le jeu (pl. I, fig. 1). *a*, *b* sont les supports à pression de deux cylindres en bois d'un diamètre d'environ 0^m, 2 et 0^m, 12 de longueur entre les tourillons; ils se meuvent en sens opposé, comme l'indiquent les flèches, au moyen de roues dentées. Le cylindre inférieur est commandé et le supérieur entraîné dans

le mouvement par une pression exercée sur le bras courbe articulé en *t*, réglée par le serrage au degré voulu au moyen de la vis *d*. Le coton à épurer est placé sur la table *c*, ces filaments secs sont attirés entre les cylindres et laissent la graine en deçà. La brosse *e*, placée sous le cylindre inférieur, a pour but d'en détacher complétement les fibres qui pourraient adhérer à la surface. Après l'égrenage aux cylindres, le coton est soumis parfois au travail de l'arçonnage pour le nettoyer.

On a depuis longtemps cherché des moyens plus complets, plus expéditifs et plus économiques. La première machine qui ait obtenu un succès durable, et qui est encore généralement en usage pour le coton à fibres courtes, est celle imaginée en 1793 par l'Américain Elie Whitney.

§ 2. — Saw-gin.

Description du saw-gin, d'après l'extrait de la patente originale du 14 mars 1794, publiée par le Patent-Office des États-Unis (pl. I, fig. 2, 3, 4). Cette machine se compose : 1° d'un cylindre F en bois, avec un axe en fer d'une longueur qui peut varier de 0^{m}, 70 à 1^{m}, 60, et d'un diamètre de 0^{m}, 15 à 0^{m}, 20; sur ce cylindre sont enfilés des disques à dents ou scies circulaires juxtaposées, de manière à former une espèce de hérisson ; l'espacement entre les dents est réglé de façon à être moindre que celui de la moitié du volume d'une graine de coton ; les dents, en fer, ont une même inclinaison, à partir du point tangentiel du rayon, d'environ 55 à 60 degrés ;

2° D'une espèce de grille courbe placée à la partie supérieure et antérieure du cylindre à scies F ; les barreaux de cette partie à jour sont réglés de façon à permettre le passage des filaments et à retenir la graine ;

3° D'un cylindre H muni de brosses *c*, de même longueur et placé dans le même plan que le cylindre F, destiné à nettoyer celui-ci et à lui enlever toutes les fibres. La figure 3 indique la forme des dents des scies.

4° Enfin, d'une trémie Q. Le coton à égrener y est placé. La machine est mue par un moteur quelconque imprimant le mouvement à une poulie placée sur l'axe du cylindre F; l'autre extrémité de cet arbre reçoit une seconde poulie qui, avec une courroie, commande le cylindre-brosse, lequel reçoit également une poulie à l'une des extrémités de son axe D. Les gousses, placées en Q, cèdent leurs filaments aux scies S, qui les détachent de la graine tombant le long du plan incliné M; d'un autre côté, les parties détachées par les brosses *cc* se rendent sur la pente O et sont reçues dans un casier P. Les galeries du Conservatoire possèdent un modèle de cette machine, grandeur d'exécution.

La quantité de travail de la machine varie avec la vitesse des organes et, toutes choses égales d'ailleurs, avec la facilité de l'égrenage. En moyenne, une machine semblable, munie de soixante lames de scies circulaires, marchant avec une vitesse de 250 révolutions à la minute, produit de 400 à 600 kilogrammes de fibres égrenées. Quant à la force motrice, un manége conduit par trois mulets suffit en général. Deux personnes sont nécessaires à l'alimentation et aux soins.

Il n'y a qu'une voix sur l'immense service rendu au commerce américain et à l'industrie du monde par l'invention d'Elie Whitney. Un auteur, Robert Baire, déplore que cet ingénieux inventeur, bienfaiteur de son pays, n'ait pu recueillir les fruits de ce progrès. « Il a été obligé, dit-il, de dépenser, pour soutenir ses droits, les 50,000 dollars qui lui ont été donnés par les Etats de la Virginie et de la Caroline pour sa découverte. C'est à dater de cette mémorable découverte, que les cotons des Etats-Unis sont venus remplacer sur le marché anglais ceux de l'Inde et du Levant, qui l'approvisionnaient exclusivement jusqu'alors. » Depuis l'invention du saw-gin de Whitney, bien des brevets ont été pris dans le même but; nous en connaissons des centaines, et cependant la machine de 1793, sauf de très-légères modifications de détails, est restée généralement en possession, aux Etats-Unis, de l'égrenage des courtes soies formant la masse des cotons de ce pays. La ma-

chine n'est avantageusement applicable qu'aux fibres d'une certaine longueur ; celles des cotons jumel d'Egypte, les belles qualités de nos colonies d'Afrique, et surtout le géorgie longue soie, ne peuvent y être passés sans inconvénient. Des recherches, des essais ont été faits, ont encore lieu pour remplacer avantageusement la main ou les cylindres cannelés, et travailler les cotons de cette catégorie avec les avantages que les cotons courte soie retirent du saw-gin.

La figure 5, planche I, donne une disposition dont le but était l'égrenage par une action progressive ; les filaments arrivaient aux cylindres égreneurs après avoir subi une désagrégation par l'action du tambour ventilateur à palettes T, par l'entremise de la roue dentée, qui les recevait par une trémie ou toute autre alimentation placée en B. Le canal N les amenait aux organes égreneurs GG. Cet appareil ne paraît pas avoir été beaucoup employé, mais il a suggéré l'idée de certaines combinaisons nouvelles. C'est ainsi que l'une des plus récentes machines à égrener, exécutée par la maison Platt, renferme également une disposition pour désagréger les fibres avant de finir l'égrenage ; cette seconde partie, celle de l'égrenage proprement dit, rappelle le principe de la machine Mac-Carthy, inventée il y a une trentaine d'années. L'appareil en question, établi par la maison anglaise, se compose donc de deux parties : l'une, déjà ancienne dans son principe, l'autre nouvelle, toutes deux remarquables par les soins apportés à leur construction.

§ 3. — Égreneuses Platt.

La figure 6 est une coupe verticale représentant le système de la machine : *a* est le bâti de la toile sans fin qui reçoit le coton à égrener, *c*, *d*, *e*, trois cylindres armés de dents, de façon à constituer un démêloir de rotation, lorsqu'ils sont mis en mouvement conformément aux directions désignées par les flèches. Ces directions et celles des dents indiquent que la ma-

tière, saisie par le rouleau à aiguilles *c*, est enlevée par le rouleau *d* pour la fournir au cylindre *e*. Si les vitesses sont convenablement établies, le premier peigne *c* prendra la substance ; le second l'étirera sensiblement, le troisième s'en garnira pour se la faire enlever à son tour ; à cet effet, la vitesse du cylindre *c* sera à peu près celle de la toile sans fin, tandis que celle de *d* et de *e* sera augmentée dans une certaine proportion. Les fibres arrivent ainsi, déjà ouvertes et désagrégées, contre les aiguilles du cylindre *e*, d'où elles sont enlevées par les espèces de tringles crochues d'une grille ou peigne *h*, auquel est imprimé un mouvement de va-et-vient par l'action de l'arbre *g*, qui forme l'axe d'articulation du peigne ou râteau oscillant.

Les dents du peigne qui complètent la division des filaments et les amènent aux cylindres égreneurs fonctionnent donc dans une table courbe, terminée par un grillage horizontal *s*, indiquant le chemin parcouru par les fibres en se rendant des peignes circulaires au laminoir, et le trajet pendant lequel la graine passe à travers les intervalles séparant les barreaux de la grille, *s*.

Des deux rouleaux égreneurs placés à la suite de la table S, le plus petit est en fer cannelé et le plus grand en bois. Le grand cylindre *m* est couvert de cuir ; il a pour but de détacher les fibres du cannelé, de même que le déboureur *n* les enlève du rouleau en bois. Enfin une espèce de règle *p*, débarrasse le cylindre *m* des fibres adhérentes ; un levier double articulé en *q*, porte celle-ci et une autre placée à l'entrée du rouleau *m* afin d'empêcher le coton de passer au-dessus du rouleau en fer.

Les diverses parties qui viennent d'être décrites ont leur point d'appui sur le bâti en fonte *a*, et sont commandées, de proche en proche, par des poulies et des roues d'engrenage indiquées en lignes ponctuées du n° 1 au n° 10.

Un appareil semblable peut égrener une quantité de fibres variable avec la largeur de la machine, la vitesse des organes, l'espèce de filaments à traiter, et selon qu'elle est mue à la main

ou automatiquement. Les constructeurs assurent une production de 500 kilogrammes de coton nettoyé par semaine avec une machine de 0m, 60 de largeur [1]. Cette machine a figuré à l'exposition universelle de 1867. Depuis lors les mêmes constructeurs ont continué leurs recherches dans cette direction, ils ont présenté, à Londres en 1872, à l'exposition permanente, une machine à égrener beaucoup plus puissante.

Cette égreneuse se compose de deux peignes placés chacun à l'extrémité d'un bras de balancier courbe, articulé à son sommet, doué d'un mouvement de va-et-vient autour de ce point; chacun des peignes vient alternativement appuyer le coton sur un organe cylindrique tournant, garni de cuir, de façon que la séparation de la graine et du duvet s'effectue par le double mouvement du peigne et du cylindre, lorsque le coton, livré par une trémie, vient s'engager entre eux. Les fibres sont chassées d'un côté, les parties lourdes, les graines, etc., de l'autre. La machine, malgré son volume, est fort simple, les constructeurs évaluent sa production à 50 kilogrammes par heure de fibres égrenées en coton court ordinaire ; elle est disposée de manière à pouvoir traiter également le coton long, en modifiant le réglage. Les prétentions de MM. Platt, tout en paraissant justifiées, n'ont pas encore reçu, que nous sachions, de consécration pratique, la machine qui fonctionnait à l'Exposition étant la première de ce genre. L'engin classique des Indiens, comparé à l'appareil sorti des célèbres ateliers d'Oldham, peut servir à mesurer les progrès réalisés par l'industrie européenne. La machine anglaise produit presque autant en une minute que le *Roller-gin* dans une journée.

[1] Nous abrégeons les détails sur cette machine et sur celle de Mac-Carthy proprement dite. Nos lecteurs trouveront tous les renseignements désirables dans un travail intéressant fait par M. Em. Burnat à la Société industrielle de Mulhouse.

CHAPITRE IV

UTILISATION DE LA GRAINE DU COTONNIER.

La différence entre le poids du coton avant et après l'égrenage peut varier sensiblement, elle est en moyenne, pour le coton ordinaire, comme 4 est à 1, c'est-à-dire que 4 kilogrammes de coton brut contenant la graine donnent, après la séparation, environ 3 kilogrammes de graine et de déchet, et 1 kilogramme de coton mouliné. Pour les fibres très-fines du géorgie longue soie, le rapport du coton à la graine est moindre encore, la valeur de cette graine réagit nécessairement sur celle du coton. Il est reconnu depuis longtemps que cette semence, traitée comme les graines oléagineuses, donne une huile, excellente d'après les uns, offrant au contraire une odeur désagréable, d'après les autres. Les écrits talmudiques la mentionnent comme servant à l'alimentation des lampes du sabbat. Savary dit dans son *Dictionnaire du commerce*, que l'on tire de la feuille et de la fleur du cotonnier, cuites ensemble sous la braise, une huile rousse visqueuse propre à la guérison des ulcères ; la graine fournit pareillement une huile qui enlève les taches de rousseur et sert, dit-on, à embellir ; on lui attribue aussi quelque vertu contre les poisons. Le P. Labat, dans son *Voyage en Amérique en* 1696, publié en 1722, dit : « La graine du coton contient une substance blanche, oléagineuse, qui n'a ni mauvais goût ni mauvaise odeur ; d'autres gens que des Français habitués au climat indolent des îles ne négligeraient pas cet avantage. »

M. de Lasteyrie, dans un travail publié en 1808, déjà cité, s'exprime ainsi : « La graine du cotonnier a des propriétés qui la rendent utile dans un ménage ; comme elle est composée de

vésicules remplis d'une substance huileuse, on la soumet à la presse, et l'on obtient une huile qu'on destine particulièrement à l'éclairage. Il paraît qu'elle a l'inconvénient de donner une mauvaise odeur; Tumberg dit qu'on s'en sert au Japon pour la cuisine; on rapporte que les habitants d'Amboine et du Brésil la mangent après l'avoir réduite en une espèce de bouillie; elle est recherchée par les bestiaux, tels que les bœufs, les chevaux et les moutons, et même par la volaille.

« Elle a en Espagne une autre destination. On a remarqué qu'elle formait un engrais excellent; aussi l'achète-t-on assez chèrement pour en composer des fumiers; sa propriété fécondante doit être d'autant plus active que l'huile qu'elle contient a une grande analogie avec les huiles volatiles, ce qui peut expliquer la combustion spontanée des tas de graines de coton que l'on jette auprès des habitations dans les îles de l'Amérique [1]. »

Lorsqu'on emploie la graine comme nourriture des bestiaux, il est important qu'elle soit entièrement débarrassée de filaments, sans quoi il en pourrait résulter, dans les intestins des animaux, un dépôt filamenteux sous forme de boule feutrée, qui compromettrait leur existence.

Le mouvement industriel de notre temps n'a pu rester indifférent à cette intéressante question de l'utilisation de la semence du cotonnier. A la dernière exposition de New-York il y avait, dit le commissaire du gouvernement, des échantillons remarquables d'huile. Depuis lors les fabriques d'huile de graines de cotonnier se sont propagées en Angleterre et en France. Marseille à elle seule transforme environ 130,000 quintaux de graines par an. Si cette quantité est insignifiante, comparée à la production totale, elle est du moins plus que suffisante pour démontrer que cette industrie n'en est plus à chercher sa voie; elle commence à devenir un précieux débouché pour l'Egypte, l'Algérie et diverses contrées du levant. Le prix des graines varie en raison de leur provenance; il est de 18 à 20 frs. les 100

[1] *Du cotonnier et de sa culture.* Paris, 1808.

kilogrammes, lorsqu'elles sont lisses et nettes comme celles des cotons de belles qualités, dits longues soies ; vertes ou blanches et duveteuses, comme celles des fibres courtes en général, leur prix n'est que de 10 frs. les 100 kilog. La différence de valeur est la conséquence des transformations qu'il faut faire subir aux graines duveteuses pour les débarrasser des filaments avant de les soumettre à la presse. Une fois décortiquée et réduite en farine, la matière, qui contient chimiquement de 30 à 33 pour 100 d'huile, en rend de 23 à 25 pour 100 pratiquement. L'état des choses est donc tel aujourd'hui, que ce déchet naguère tout à fait perdu, et qui l'est encore dans une proportion considérable, représente cependant au minimum une valeur de $10 \times 3,5 = 35$ frs., et au maximum $20 \times 3,5 = 70$ frs par 100 kilog. de coton égrainé, variant, lui-même de 200 à 400 frs. les 100 kilog. Si nous admettons une moyenne, 53 fr. pour la graine et 300 fr. pour le coton, la première représente actuellement 17,33 pour 100 de la valeur du coton. L'utilisation complète de ce déchet permettrait de dégrever la fibre dans une proportion notable. L'industrie cotonnière est donc intéressée à voir réussir les recherches poursuivies en vue d'arriver à un décorticage économique, et celles ayant pour but d'extraire des graines par la distillation non-seulement l'huile, mais encore d'autres produits, tels que des hydrocarbures, du bitume, de la graisse, de la parafine, etc. Le parti remarquable tiré de ces sortes de corps offre un intérêt tout nouveau et pourrait avoir une influence sur la production cotonnière d'Algérie, où les salaires et les prix de culture sont très-élevés.

Un point secondaire en apparence, celui de l'emballage, a cependant son importance, et mérite qu'on s'y arrête, la diversité de forme et de volume pouvant à priori servir à reconnaître l'origine du produit.

Emballage. — Les poids et volume des balles sont généralement en raison inverse de la facilité du transport des lieux de culture aux ports d'embarquement. Les balles du Brésil ne dépassent guère 80 kilogrammes, celles de l'Egypte atteignent au moins 220 kilogrammes, aux Etats-Unis elles ont près de

230 kilogrammes. Le poids des balles de l'Inde est variable suivant la région et le degré de perfection des moyens de transport. Les Anglais, entre les mains desquels se trouve le commerce du coton de ces contrées, soignent particulièrement l'emballage. Les balles, formées sous l'action puissante d'une presse hydraulique ont un minimum de volume pour un maximum de poids, elles sont enveloppées de toiles et cerclées en fer ; et elles pèsent 3 1/2 c^{t}, soit environ 150 kilogrammes, sous un cube d'une base carrée de 0^{m},33 de côté pour une longueur de 1^{m},33. Ainsi réduite, la balle, d'une dureté métallique, est peu encombrante et se transporte par les chemins les plus difficiles. On conçoit l'importance attachée aux moyens les plus expéditifs et les plus énergiques pour la confection de ces balles, puisqu'il s'agit d'en exécuter 1,400,000 chaque année pour l'exportation de l'Inde seulement, le coton consommé à l'intérieur n'ayant pas besoin d'être emballé avec les mêmes soins. Les machines les plus perfectionnées destinées à cet objet, ont, à très-peu près, la disposition des presses usitées dans nos filatures pour empaqueter les écheveaux. Il n'y a de différence que dans la dimension et dans certains détails ; les bandes de fer remplacent ici les cordes dont on se sert pour les paquets de fils.

CHAPITRE V

CARACTÈRES COMPARÉS DES FIBRES DES DIVERSES ESPÈCES DE COTON.

Pour les filaments de même nature, et par conséquent pour ceux du coton, indépendamment de son origine et de ses provenances, les caractères à considérer sont la *longueur*, la *finesse*, la *flexibilité* ou l'*élasticité*, la *tenacité*, l'*intégrité*, la *nuance*, la *pureté* et l'*homogénéité de la masse*.

C'est à peine si, d'après ce qui a été dit précédemment, il devient nécessaire de justifier la prise en considération de chacun de ces éléments dans la constatation de la qualité des cotons. La longueur, la finesse, la flexibilité, la ténacité et l'intégrité se justifient d'elles-mêmes : plus les filaments sont longs, moins il en faut, toutes choses égales, pour arriver au résultat; plus ils sont fins, plus leur nombre et la solidité augmenteront par unité de section, la ténacité du résultat dépendant de la somme de ténacité et d'élasticité des fibres qui le constituent si elles n'ont pas été altérées et si elles n'ont rien perdu de leur intégrité à l'égrenage et à l'épluchage, etc. Or il suffit de comparer les groupes nos 1, 2 et 3 de la planche II, représentant au même grossissement (de 125) trois espèces de coton, pour saisir les différences sensibles de finesse. La figure 1 représente des filaments du plus beau coton géorgie longue soie que nous ayions pu nous procurer; la figure 2 donne du coton louisiane, et le troisième groupe est la reproduction du coton de l'Inde.

L'homogénéité de la masse et surtout la flexibilité des filaments se fait également remarquer à divers degrés dans ces trois groupes. La flexibilité du premier est si prononcée, que les filaments se tordent spontanément et se présentent, comme on le voit pour les fibres *a* et *b*, ou s'accolent parallèlement dans l'opération de l'égrenage : les fibres *c* en offrent un exemple. Celles du deuxième groupe sont encore remarquables par leur flexibilité accusée par les spires et la direction tourmentée. On ne peut cependant plus retrouver ces mariages et liaisons des duvets élémentaires qui caractérisent les qualités extras. Les écarts de finesse des filaments du groupe sont également plus sensibles que dans le précédent. Ces remarques sont encore plus applicables aux duvets du coton de l'Inde, groupés sous le numéro 3, qui offre sensiblement moins de finesse, d'homogénéité et de flexibilité, et par conséquent d'élasticité, que les deux échantillons précédents.

Afin de faire bien ressortir l'influence de ces deux derniers caractères, la flexibilité et l'homogénéité de la masse sur les

transformations, nous donnons (figure 4) des fibres duveteuses de l'asclépias, si belles en apparence et si brillantes qu'elles sont souvent désignées sous le nom de *coton-soie*. Malgré les expériences réitérées par les praticiens les plus habiles, il a été impossible de les transformer aux machines, et un coup d'œil suffit pour constater l'absence de flexibilité de ces fibres. Au lieu de se contourner dans tous les sens, elles se ploient en angles vifs, sous les actions qui d'ordinaire font vriller le coton. Ces changements de direction suivant les angles *aa*, reliant les parties droites, sont d'autant plus remarquables que les filaments sont plus gros. Quant aux écarts des dimensions entre les duvets élémentaires, il suffit de comparer entre autres ceux *ff'*, et *f''*, pour constater leur importance.

Ainsi on peut dès à présent établir deux grandes catégories de filaments textiles dans les duvets végétaux : celle des fibres flexibles et élastiques et celles qui ne le sont pas, quoique leur constitution naturelle paraisse la même. En effet, l'une et l'autre sont formées par des tubes d'une finesse plus ou moins remarquable, ne différant entre eux que par la propriété élastique dont le rôle important a été trop négligé jusqu'ici.

Pour nous assurer tout d'abord de la constitution tubulaire de ces substances, nous en avons fait des sections qui grossies à la même échelle et reproduites par la photographie, ne laissent aucun doute sur ce point. La figure 5, planche II, donne celles du coton; les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k* accusent très-nettement le canal intérieur.

L'irrégularité des contours de ces sections s'explique naturellement par les contournements et les étranglements de la fibre à son état ordinaire, et surtout par la compression que l'on est obligé de lui faire subir pour la couper transversalement. La coupe du coton-soie offre le même caractère sous ce rapport et donne une nouvelle preuve que sa résistance aux transformations n'est due qu'à son peu d'élasticité. Afin de bien nous assurer du degré de précision du moyen employé pour déterminer ces sections sur des corps aussi délicats et aussi

difficiles à manier, nous avons dû nécessairement opérer sur des fibres de diverses natures et comparer les résultats. Nous avons obtenu de la même façon des coupes du *china grass* (fig. 7) ; ces sections transversales des fibres, représentées longitudinalement (fig. 8), n'offrent aucune apparence de vide intérieur. Les filaments remarquablement droits sont des faisceaux agglutinés comme ceux du lin provenant des tiges d'une espèce d'urticée de la Chine et de l'Inde. Les sections si nettes des fibres animales, sur lesquelles nous revenons plus loin, ne peuvent d'ailleurs nous laisser aucun doute sur l'exactitude des résultats que nous avons obtenus, grâce au concours des artistes micrographes et photographes les plus distingués, et entre autres de MM. Lackerbauer et Nachet.

L'apparence et le toucher sont également des indices auxiliaires pour déterminer la qualité et la valeur des substances ; on ne peut mieux définir le toucher des beaux cotons qu'en le comparant à celui du cachemire épuré le plus fin ; les fibres sont si condensables, si compressibles qu'elles semblent feutrées, quoiqu'elles ne jouissent pas de la propriété feutrante. Enfin un point très-important à constater dans chaque variété, c'est l'homogénéité de la masse, c'est-à-dire la proportion des filaments de même finesse. Mieux vaut un faisceau composé de fibres régulières, de finesse moyenne, qu'une masse formée de fibres plus fines et plus variables. Il faut donc, dans des observations précises, tenir compte de ces divers caractères pour se faire une idée à peu près exacte de la valeur relative des nombreux cotons du commerce. C'est par ces motifs que nous nous sommes livrés aux recherches dont nous donnons les résultats dans le tableau suivant sur les différents caractères du coton. Ils y sont inscrits sous les noms les plus habituels dans les transactions commerciales. L'homogénéité de la masse facilitant les transformations d'une manière sensible et ayant une grande influence sur la limite des résultats possibles, nous avons eu soin de bien préciser cet état, tant par les dimensions certaines des fibres d'une même espèce que par des notes placées en regard dans la colonne des observations.

Dimensions des fibres de diverses espèces de coton.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉSIGNATION DES COTONS	LONGUEURS des fibres en millimètres.	GROSSEURS extrêmes en centièmes de millimètres.	OBSERVATIONS
1	Géorgie long. soie, extra.	35 à 40	1/75 à 1/150	Remarquablement tourmentée ou contournée, d'une finesse uniforme, et d'une homogénéité sensible dans sa masse.
2	Géorgie longue soie, nº 1.	20 à 40	1/75 à 1/140	Idem.
3	Echantillons de 1859.....	25 à 35	1/60 à 1/140	Cet échantillon, d'une moins grande longueur de fibres, est très-remarquable par l'homogénéité de la masse, qui se composait, au moins pour les 4/5, de filaments d'une finesse uniforme de 1/100.
4	Echantillon de la récolte de 1854, en Algérie.....	34 à 40	1/45 à 1/60	Moins fin que les précédents, paraissait sensiblement détérioré, ses fibres étaient plus ou moins striées et éraillées.
5	Echantillon de la récolte de 1855, en Algérie.....	25 à 30	1/55 à 1/75	Moins long et mieux traité, sans trace sensible de détérioration, grande flexibilité.
6	Echantillon de la récolte de 1856, en Algérie.....	39 à 40	1/60 à 1/100	Idem.
7	Echantillon de la récolte de 1857, en Algérie.....	27 à 33	1/75 à 1/100	Assez flexibles, d'une homogénéité sensible, et cependant peu résistante.
8	Echantillon de la récolte de 1860, en Algérie.....	36 à 40	1/75 à 1/100	Idem.
9	Cultivé dans l'Inde.....	30 à 35	1/50 à 1/60	Très-régulier de flexibilité.
10	Jumel d'Algérie.....	20 à 35	1/40 à 1/100	Idem.
11	Nankin d'Algérie.....	18 à 25	1/30 à 1/80	Homogénéité et flexibilité remarquables.
12	Jumel de la récolte de 1855.	40 à 45	1/50 à 1/60	Idem.
13	Jumel de la récolte de 1862.	28 à 32	1/50 à 1/60	Idem.
14	Porto-Rico.....	35 à 40	1/45 à 1/100	Faible flexibilité et mal soigné, la présence de bulles d'air démontre l'existence de ruptures.
15	Pérou.....	22 à 30	1/50 à 1/75	Médiocrement élastique.
16	Cayenne longue soie.....	30 à 34	1/40 à 1/100	Médiocrement homogène.
17	Cayenne courte soie.....	20 à 24	1/30 à 1/100	Hétérogène de masse, mais tenace et très-flexible.
18	Bahia.....	28 à 32	1/50 à 1/60	Sensiblement homogène.
19	Haïti.....	23 à 25	1/37 à 1/75	Flexibilité variable, mais bien propre et bien égrené.
20	Castellamare longue soie.	26 à 30	1/50 à 1/75	Fibres propres, mais flexibilité médiocre.
21	Castellamare longue soie.	24 à 28	1/50 à 1/60	Idem.
22	Surinam longue soie.....	27 à 30	1/60 à 1/75	Assez homogène et flexible.
23	Louisiane longue soie.....	21 à 26	1/45 à 1/60	Très-flexible, d'une homogénéité telle que les différences de grosseur font exception dans la masse.
24	Virginie.....	20 à 25	1/35 à 1/60	Moins homogène que le précédent.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉSIGNATION DES COTONS	LONGUEURS des fibres en millimètres.	GROSSEURS moyennes en centièmes de millimètres.	OBSERVATIONS
25	Virginie ordinaire.....	18 à 25	1/30 à 1/40	D'une flexibilité moyenne, mais d'une homogénéité remarquable.
26	Grèce...	21 à 25	1/38 à 1/60	Assez propre, mais peu flexible.
27	Salonique longue soie.....	20 à 24	1/50 à 1/60	D'une flexibilité très-variable, il y a beaucoup de brins presque droits.
28	Malte.....	16 à 21	1/37 à 1/50	Eraillé, peu flexible et mélangé à de la feuille adhérente.
29	Caucase.....	15 à 23	1/33 à 1/90	Aussi variable de flexibilité que de finesse et de longueur, assez bien égrené, mais mal nettoyé.
30	Barcelone	1/28	1/37 à 1/50	Hétérogène de dimensions et variable de flexibilité.
31	Chine	21 à 25	1/37 à 1/40	D'une faible flexibilité, renferme un nombre sensible de fibres droites et de filaments éraillés, mais d'une homogénéité de masse sensible.
32	Japon	11 à 19	1/40 à 1/60	Mal préparé et d'une flexibilité très-variable.
33	Duvet de l'asclépias inemployable, figure 4, pl. I.	30 à 35	1/50	Homogénéité parfaite, netteté de la surface, finesse et brillant, mais sans aucune flexibilité.
34	Dhollerah	27,35 et 50	1/30 à 1/100	Très-remarquable par ses diverses dimensions et des longueurs plus grandes que celles d'aucune autre espèce, sans excepter le géorgie longue soie, très-peu homogène et d'une flexibilité très-variable.
35	Madras longue soie	21 à 26	1/60 à 1/90	Flexibilité médiocre.
36	Madras longue soie, Cocanadah.....	21 à 24	1/45 à 1/60	Couleur nankin, il est très-mal épuré.
37	Bengale	16 à 25	1/40 à 1/50	Assez homogène, mais peu flexible.
38	Bengale et Calcutta.....	16 à 19	1/37 à 1/65	Moins homogène.
39	Tinevelly..... ..	16 à 22	1/37 à 1/70	Contenant beaucoup de fibres éraillées et brisées, mais très-propre.
40	Surate.....	18 à 21	1/35 à 1/60	Peu flexible et médiocrement épuré.
41	Harwar Sawgined.....	18 à 25	1/45 à 1/75	Propre mais peu élastique.
42	Broach	20 à 21	1/50 à 1/60	Assez homogène, mal soigné et peu flexible.
43	Scinde.....	16 à 18	1/40 à 1/75	Irrégulier, assez propre, mais souvent éraillé.
44	Oomrawuttee, Hinghaut..	18 à 22	1/50 à 1/75	Très-bonne apparence et assez propre.
45	Oomrawuttee.....	17 à 22	1/35 à 1/75	Plus irrégulier et moins bien soigné, contenant beaucoup de feuilles.
46	Comptah.....	18 à 20	1/33 à 1/70	Très-sale et irrégulier.
47	Western et northern madras.....	18 à 23	1/33 à 1/75	Mal épuré et parfois déchiré.
48	Kurachée.....	18 à 21	1/45 à 1/50	Cet échantillon renfermait des finesses extrêmes.

Remarques générales sur les caractères consignés dans le tableau.

Les échantillons sur lesquels nous avons opéré viennent des sources les plus sûres, et entre autres de la collection du Conservatoire des arts et métiers, de celle de MM. Dollfus Mieg et C^e^, et de celle de M. Reinhart, commissionnaire en coton au Havre. Nous devons des remercîments à ces honorables maisons pour leur empressement à mettre tous leurs échantillons à notre disposition. Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau (résultat d'un nombre considérable d'observations, chacune d'elles ayant été vérifiée à plusieurs reprises), pour reconnaître les différences sensibles qu'offrent surtout les cotons des Indes. Personne n'avait signalé encore, à notre connaissance, les particularités de certains d'entre eux, telles par exemple qu'une proportion relativement considérable de filaments longs dans le dhollerah, dont on pourra sans doute obtenir un excellent résultat par un triage spécial.

Les nuances ne sont qu'exceptionnellement indiquées en regard de chaque spécimen, la grande analogie de plusieurs d'entre elles nous ayant empêché de les différencier. Il nous a semblé préférable de grouper les espèces par fibres semblables et de les désigner par groupes en parlant de leur destination au chapitre qui traite de cet objet; nous devons dire d'abord d'une manière générale que tous les cotons de belle qualité, formés de fibres fines, longues, flexibles et homogènes ont la nuance de la crème pure. Certaines espèces ont celle, plus caractérisée, du nankin, dont elles portent le nom. Les beaux cotons, parmi les sortes ordinaires des Etats-Unis, sont d'un blanc de farine ou de neige d'un ton mat. Les cotons communs de l'Inde sont, au contraire, d'un blanc gris, c'est-à-dire masqué par les impuretés qu'ils contiennent. L'inspection de ces diverses espèces sera plus efficace que l'indication de nuances parfois difficiles à préciser.

Nos observations du tableau ayant d'abord les cotons de

l'Inde en vue, nous avons recherché les causes des difficultés que présentent leurs transformations. Il suffit de remarquer les chiffres qui les concernent et la figure 3 de la planche II pour s'en rendre compte en partie. Il résulte en effet de la représentation du dessin photographié d'un certain nombre de filaments pris plusieurs fois au hasard dans une grande masse, qu'il s'y rencontre des variations énormes, quoique peu apparentes à l'œil nu. Ces variations forment l'exception dans les beaux et bons cotons, dans ceux de l'Inde elles sont la règle; dans les quelques filaments placés sous le microscope, nous avons mesuré les différences suivantes : 1/19, 1/30, 1/33, 1/60, 1/75, et même 1/150 de millimètre. Il y avait presque autant de finesses différentes que de brins, tandis que dans les beaux cotons il faut chercher avec soin pour trouver des brins dont la dimension dépasse la moyenne; pour le beau géorgie, cette moyenne est comprise entre 1/75 et 1/85; pour le jumel, entre 1/40 et 1/50; pour le nankin d'Algérie, 1/50 et 1/60; le louisiane, très-remarquable par son homogénéité, de 1/40 à 1/50 de millimètre.

Les différences de longueur ne sont pas toujours en raison de celles des finesses surtout dans les cotons irréguliers de l'Inde et du Japon. A ces inconvénients du coton indien il faut ajouter la raideur, le peu de flexibilité et d'élasticité; on peut au toucher constater ce défaut, mais nous y sommes arrivés plus sûrement par l'examen de la forme et des volumes.

Les variations énormes dans les prix du coton font pressentir les résultats divers auxquels les transformations peuvent l'amener, et l'importance d'une exacte détermination des caractères et des qualités. Cette étude est d'autant plus utile que les applications relativement variées et étendues dont un même coton est susceptible, semblent en quelque sorte illimitées. Aucune fibre, en effet, ne produit dans les qualités auxquelles il est propre, une aussi grande variété de finesses que le coton ordinaire, le louisiane des États-Unis, par exemple. Une limite de numéro ne peut cependant être dépassée; pour aller au delà, il faudrait nécessairement avoir recours à un coton plus parfait

encore. Ces faits démontrent l'utilité d'analyser les caractères spéciaux auxquels le duvet du cotonnier doit l'ensemble de ses propriétés et de ses avantages. Malheureusement c'est la partie des connaissances la moins avancée dans l'industrie cotonnière, parce que c'est, selon nous, la plus difficile et la plus ingrate, qu'elle exige beaucoup de recherches et d'observations pour arriver à des résultats utiles, mais peu *retentissants*. La conscience de l'utilité de ces recherches doit néanmoins militer en leur faveur. Nous serions trop heureux si ceux qui les reproduiront voulaient bien ne pas oublier qu'elles ont coûté un temps précieux et beaucoup de labeur à leur auteur.

Pour arriver au résultat que nous cherchons, et comprendre les causes techniques du développement extraordinaire de l'industrie cotonnière, il est nécessaire d'ajouter aux données du tableau précédent le complément des caractères intimes d'une fibre considérée isolément. Son état naturel, constaté avec précision, nous permettra de déterminer la facilité plus ou moins grande qu'elle présente à la transformation, l'influence de sa constitution intime sur la variété et les avantages de ses produits, et les modifications que peuvent subir ceux-ci par l'action des agents naturels et des corps chimiques.

CHAPITRE VI

CARACTÈRES SPÉCIAUX DES FIBRES ÉLÉMENTAIRES DU COTON.

Pour tirer les conséquences techniques de la constitution intime du duvet du cotonnier, rappelons les observations suivantes :

Examinées isolément au microscope au grossissement de 120, par exemple, les fibres élémentaires du coton affectent plus ou moins la forme représentée, figures 1,2,3,4,5, planche II. Cha-

cune d'elles, à son état normal, est un organe bien défini, un tube cylindrique fermé de toutes parts, plus ou moins aplati, très-flexible, doué d'une certaine transparence, surtout sur la partie médiane du brin, si on l'examine dans l'eau, la glycérine ou dans un autre liquide limpide et transparent. Sa surface, débarrassée des corps étrangers, devient nette, lisse, plus ou moins brillante, sensiblement souple et douce au toucher ; on remarque parfois sur quelques parties des points sphériques, semblables aux bulles d'air d'un tube contenant du liquide.

La figure 9 de la planche II représente l'un des filaments, et les bulles en *a ;* elles ne se manifestent généralement que dans des filaments déchirés au moins à l'une des extrémités ; nous sommes parvenus à les produire en agissant sur des fibres percées de petits trous et traitées de façon à faciliter la pénétration de l'air. On remarque parfois aussi des stries insolites, espèces de fentes sur la longueur du brin, que nous supposons être des éraillements produits à l'égrenage.

La longueur des fibres varie, d'après le tableau précédent, de 10 à 50 millimètres, et la grosseur de 1/30 à 1/50 de millimètre. Ces dimensions sont bien en deçà et au delà de ce qui est généralement admis pour cette matière, puisqu'on n'a parlé jusqu'ici que des longueurs de 20 à 30 et des grosseurs de 1/50 à 1/60e.

Nous avons eu soin de répéter nos observations un grand nombre de fois, pour nous assurer de leur exactitude. Nous avons voulu également rechercher si le volume (longueur et finesse) d'une fibre suffisait à la rendre propre aux transformations en fil ; nous avons en conséquence examiné et comparé d'abord les filaments qui, comme le coton, se composent de duvet, ceux de l'asclepias (fig. 4), de l'arundo (fig. 10, pl. II), qui ne peuvent se filer malgré leur longueur et leur finesse presque constantes. Cette longueur, cette finesse correspondent cependant à celles des cotons les plus estimés, la première étant comprise entre 15 et 50 millimètres, et la seconde entre 1/30 et 1/150 de millimètre ; mais leur forme, constam-

ment rectiligne, sans aucune trace de vrillement, accuse l'absence de toute flexibilité et l'impossibilité de céder à une action de compression, de désagrégation ou d'étirage. Certaines fibres provenant des feuilles ou des tiges de la plante, comme celles du lin (fig. 12), du jute (fig. 13), sont privées, il est vrai, en partie de cette précieuse propriété de vriller, et ont par conséquent une moindre élasticité que le duvet du cotonnier; mais des sutures ou entre-nœuds les consolident et permettent de leur faire subir les actions mécaniques de la filature. Le vrillement que présente le coton est donc un indice de l'une de ses propriétés les plus précieuses, celle de l'élasticité.

Cette propriété est en général, comme nous l'avons vu, plus ou moins sensible suivant les qualités des filaments. Pour la déterminer, il suffit d'un peu de soin et d'habitude, et l'on pourra alors, en présence de deux fibres de même dimension, offrant une différence de vrillage, affirmer *à priori* que la plus *tourmentée* sera la meilleure. Chacun des autres caractères du coton contribue à son tour avantageusement au résultat final. Le brin élémentaire indivisible, d'une ténuité extrême et d'une regularité relative, dispense des opérations de divisions mécaniques auxquelles les divers autres corps végétaux sont soumis pour en obtenir des filasses plus ou moins fines, d'une constance de forme problématique dans leurs fibres élémentaires. De là, homogénéité relative et facilité de régulariser la masse à l'avantage du coton. Sa ténacité, son élasticité, sa compressibilité et la faible conductibilité de certains de ses produits à surface duveteuse, s'expliquent par la constitution tubulaire et la double paroi close de chaque brin. Sa ténuité, sa flexibilité extrême, jointes à la présence du canal médullaire, le rendent particulièrement condensable et permettent d'en loger une quantité innombrable dans un volume très-réduit, soit à volonté sous forme de surface lisse, ou à poil.

Le poli et la netteté de la surface de ces fibres élémentaires leur donnent cette propriété particulière de glissement, et par conséquent d'échelonnement, si précieuse aux transformations. C'est cette faculté très-prononcée des fibrilles de glisser indéfi-

niment les unes sur les autres, sans subir d'altération, qui permet d'étendre les limites de finesse des fils d'un même coton, en raison de la perfection et des modifications des machines ; c'est-à-dire que l'on peut, avec des filaments identiques et de même provenance, obtenir des produits variant d'une série numéros sur l'échelle la plus étendue ; il suffit d'agencer les machines en conséquence. Aucune substance textile ne jouit de cette faculté au même degré et ne peut se mélanger, se lier aux autres avec la même facilité. Les longueurs moyennes des fibres indiquées précédemment constituent à leur tour une condition favorable au travail automatique ; moins longues, elles échapperaient à l'action des machines, témoin certains cotons des Indes et surtout le fromager ; plus longues, au contraire, elles nécessiteraient des moyens préparatoires compliqués, analogues à ceux du chanvre, du lin, de la laine longue, etc. Sa densité moyenne facilite également son épuration et sa séparation des corps étrangers durs et lourds ; moins dense les filaments s'évapore-raient comme ceux du duvet de l'asclépias, plus dense la matière serait plus chère et moins facile à épurer. Enfin un certain degré de porosité et de transparence explique la propriété absorbante, l'éclat du duvet du cotonnier et son affinité pour les matières tinctoriales. Aussi, dès que ces caractères des fibres sont altérés, comme dans le coton mort, par une espèce d'incrustation siliceuse totale ou partielle du tube élémentaire ou par des altérations accidentelles, ces propriétés remarquables disparaissent. Les filaments viciés doivent être rejetés, pour éviter les défectuosités graves que leur présence occasionne.

Résultats économiques du travail automatique appliqué au coton. Si aux caractères qui influent avantageusement sur la transformation de la matière, sur la variété et les qualités des tissus, on ajoute qu'elle est, de toutes les substances textiles, la moins coûteuse, eu égard surtout à son faible déchet relatif, les causes essentielles du bas prix de ses produits s'expliqueront spontanément. Une dépense de 18 à 20 centimes de matière première, déchet compris, suffit pour faire 1 mètre carré de bon calicot, livré à la consommatien au prix de 40 à 50 centimes.



Les 22 à 30 centimes, différence entre le coton et le produit, doivent couvrir les frais de fabrication de toute espèce, et laisser un bénéfice : ceci indique assez les prodiges économiques imposés aux machines. La précision de leur fonctionnement ressort de la perfection avec laquelle elles fournissent les produits les plus délicats, des n° 300 et souvent d'une finesse plus élevée. Le problème résolu consiste donc dans la transformation de 500 grammes de filaments de coton de 3 1/2 à 4 centimètres de longueur élémentaire, juxtaposés de façon à former une longueur de 300 kilomètres ou 75 lieues de fils parfaits, c'est-à-dire un *cylindre flexible*, *élastique*, *d'une ténuité extrême*, *d'une homogénéité parfaite*, *d'une section constante sur toute sa longueur*, *d'une ténacité maximum*, *par rapport aux qualités de la substance constituante*, *et invariable sur tous les points de la longueur.*

Pour arriver à ce résultat dans l'état actuel de l'industrie, il suffit de livrer la substance en masse à la première machine d'un assortiment de filature, pour que la dernière, le métier à filer, la rende dans les conditions déterminées *à priori*, sans que la main y touche autrement que pour l'alimentation et les réparations accidentelles et exceptionnelles qui sont d'autant moins sensibles que l'outillage est mieux exécuté et mieux réglé, toutes choses égales d'ailleurs. L'importance de l'appropriation de la matière première, de l'agencement, de la combinaison des machines d'un assortiment, et surtout de leur réglage, est évidente, lorsqu'on songe que l'on peut, avec les mêmes métiers, obtenir de 500 grammes de filaments, des longueurs de fils de moins de 1 jusqu'à 600 kilomètres [1], d'une valeur de moins de 2 francs à plus de 60 francs le kilogramme, et des tissus doués des aspects les plus divers, mousselines diaphanes et velours, par exemple, dont les poids par mètre carré peuvent varier de 5 à 1,000 grammes et plus. Il n'est pas un climat, une saison, une situation de fortune, un besoin dans l'art vestimentaire auquel les caractères intimes, les appa-

[1] Il y avait des fils du n° 600 métriques aux expositions universelles.

rences, les qualités et les prix des différents produits du coton ne puissent satisfaire.

C'est surtout dans l'ensemble de ses moyens et de ses résultats que réside la puissance de l'industrie cotonnière ; on citait bien déjà chez les anciens certains tours de force, imités encore en Orient, par lesquels on fabrique des étoffes si légères qu'on les comparait à du vent tissé. Mais ce produit exceptionnel exigeait alors des doigts de fées et des yeux de lynx, pour me servir du langage du temps. Aujourd'hui ce sont, au contraire, deux agents naturels, parfois les plus brutaux, le feu et l'eau, qui sont chargés de ces travaux aussi délicats que précis.

Pour que les transformations automatiques se généralisent et s'appliquent indistinctement à toute espèce de matières avec le même succès, il est important de bien étudier tous les caractères des fibres qui influent sur les résultats, et les moyens de les ménager pendant les transformations. C'est dans ce but que nous nous sommes livrés aux recherches dont traite la partie suivante.

CHAPITRE VII

DÉTERMINATION DE LA QUALITÉ DES FIBRES PAR CELLE DES APPAREILS A ESSAYER LES FILAMENTS ET LES FILS.

---

§ 1. — Caractères élémentaires à déterminer.

La ténacité, l'extensibilité et l'élasticité plus ou moins prononcées des filaments textiles complétement épurés, conséquences de leurs caractères essentiels, doivent être intégrale-

ment transmises aux produits qui en résultent; celles du fil doivent, par conséquent, représenter la somme de celles des fibres qui le composent. Ces résultats sont atteints : 1° si les fibres ont été au préalable complétement débarrassées de toute substance étrangère à laquelle elles sont intimement ou accidentellement mélangées ; 2° si elles ont été assemblées progressivement avec les ménagements voulus pour n'être ni détériorées, ni fatiguées ; 3° enfin, si la limite du développement de chacune d'elles est atteinte sans qu'elle ait été soumise à un excès de force, et si la direction générale des fibres est assez uniforme dans le faisceau ou la masse pour qu'elles se comportent et résistent comme les parties intégrantes d'un corps parfaitement homogène. Il est du plus grand intérêt, on le sait, de conserver la ténacité et l'élasticité, ces deux propriétés fondamentales dont la réunion est indispensable pour obtenir un résultat avantageux. Une fibre d'une résistance donnée et dénuée de ressort, serait bien moins propre à la confection des fils et des étoffes qu'une autre d'une résistance moindre et d'une élasticité sensible. Cette dernière propriété, quoique moins généralement appréciée que la première, est donc tout aussi utile.

Dans les nombreuses fibres nouvelles offertes comme substitut du coton, ce sont surtout l'élasticité et l'homogénéité de la masse qui font défaut et neutralisent le développement de leur emploi, comme nous le faisons remarquer plus loin.

Il est donc désirable de pouvoir à l'avance déterminer en chiffres la ténacité et l'élasticité des filaments d'une matière première donnée, en tenant compte de leur volume, c'est-à-dire de leurs longueurs et grosseurs. Il est certain que pour un même poids de diverses substances filamenteuses, c'est celle qui renfermera le plus de fibres, c'est-à-dire dont les filaments seront les plus fins et dont le degré de ténacité et d'élasticité sera le plus élevé, qui offrira le plus de facilité au travail et donnera les produits les plus parfaits. S'il en était autrement, ce serait une preuve que la matière a été mal ouvrée. Malheureusement la détermination mathéma-

tique *à priori* des caractères et des qualités des fibres textiles est délicate et si lente qu'on ne peut y avoir recours que dans des circonstances exceptionnelles ; lorsqu'il s'agit, par exemple, de se rendre compte des qualités d'un petit échantillon de matière dont l'industrie n'use pas encore, ou d'une destination nouvelle pour une matière déjà employée. Dans la plupart des autres cas de pratique courante, les appréciations préliminaires ne sont pas assez précises pour guider aussi sûrement que le toucher et la vue d'un praticien expérimenté. Est-ce à dire qu'il faille pour cela renoncer d'une manière absolue au concours des instruments de précision, pour déterminer les qualités relatives des fibres et la méthode de travail la plus avantageuse pour en obtenir les produits les plus parfaits ? Nous ne le pensons pas. Nous croyons, au contraire, que l'on ne tire pas encore, en faveur des industries textiles, tout le parti possible des essais de précision auxquels les matériaux qui y concourent peuvent être soumis. Si les constatations des propriétés des fibres élémentaires du coton, des brins de la laine, etc., sont loin d'être toujours régulières et concluantes, celles de leurs fils, au contraire, sont faciles à établir et peuvent servir de guides dans une infinité de cas, dont nous signalerons quelques-uns pour rendre notre raisonnement plus clair.

Il arrive assez fréquemment que des fils de même finesse, d'une même catégorie, d'une même destination, sont plus estimés et vendus plus cher, suivant qu'ils viennent de telle ou telle maison, qu'ils portent telle ou telle marque. Plusieurs motifs donnent lieu à cette préférence, que nous supposons méritée. La supériorité pouvant provenir de la qualité de la matière première ou de la plus ou moins grande perfection du travail, il faut pour en établir la cause : déterminer avec précision, 1° les titres ou numéros des fils, c'est-à-dire leurs longueurs pour un même poids, afin de s'assurer que l'on agit bien sur des numéros identiques du même type ; 2° le degré d'extensibilité et d'élasticité que présente le fil avant de rompre ; 3° le poids ou la charge de rupture ; 4° l'angle de torsion du fil ou le nombre de tours de tors par unité de longueur ; 5° si la

torsion est uniformément répartie sur une longueur donnée ; 6° enfin, autant que possible, le nombre de filaments qui composent les fils comparés.

Si, à titre égal, il y a une supériorité de l'un ou de l'autre caractère, constatée par une moyenne obtenue sur au moins vingt-cinq essais consécutifs, il faut rechercher s'il n'y a pas une différence de torsion dans les fils de même numéro, si elle est en plus ou en moins dans le meilleur échantillon. Si la différence ne résulte pas de cette cause ni d'irrégularité ou de boutons qui pourraient se trouver dans le fil le moins parfait, on doit la rechercher dans la qualité de la matière, dont les fibres, à longueur égale, peuvent être plus fines et par conséquent relativement plus fortes dans l'un que dans l'autre produit. Il faut alors compter le nombre et mesurer la grosseur des brins élémentaires avec le concours des instruments grossissants, et chercher même dans ce cas à déterminer directement la ténacité et l'élasticité des fibres isolées dont le fil se compose.

Si au lieu d'analyser les caractères et les qualités d'un fil du commerce, il s'agit de fixer le meilleur mode de filage pour obtenir le résultat le plus parfait pour un certain nombre de substances différentes, il faut alors au préalable déterminer, dans chaque cas particulier, le nombre de révolutions à imprimer par unité de longueur, ou, en d'autres termes, fixer l'angle de torsion le plus convenable à donner à chaque espèce de fil pour lui conserver toute l'élasticité et la ténacité que comporte la substance dont il est composé. On arrivera à une série de types ou de points de départ, embrassant le nombre des matières premières différentes et celui des diverses espèces de fils pour chacune des substances. En supposant ces types établis, ils indiqueront la qualité de torsion à imprimer, par unité de longueur, à un fil d'un numéro donné pour chaîne, demi-chaîne ou trame ; il y aura donc au point de vue de la destination au moins trois angles de torsion primitifs à déterminer pour chaque variété de filaments, attendu que cette unité change avec la qualité de la matière ; elle n'est pas la même

pour le coton homogène des États-Unis que pour le duvet hétérogène de l'Inde ; ce dernier nécessite une action plus énergique, un plus grand nombre de tours de torsion par unité que le premier. Une fois les points de départs trouvés, on connaîtra le nombre de tours à donner à un numéro quelconque, en appliquant la loi ou la règle admise dans ce cas dans les ateliers, et qui varie un peu avec les pays. En France, on donne généralement une torsion plus forte qu'en Angleterre. La loi de l'application du tors, en raison des racines carrées du numéro ou finesse, est un peu modifiée par les filateurs anglais, comme nous l'indiquons plus loin.

Quoi qu'il en soit, le point important dans chaque cas est de vérifier les modifications de ténacité, d'élasticité et de qualité résultant des variations de torsion imprimées à un même fil dans des conditions identiques, et de choisir le type ou angle de torsion le plus avantageux pour chaque cas.

§ 2. — Expérimentateur des fils.

Pour fixer avec toute la précision voulue les torsions les plus convenables et pour spécifier les qualités d'un fil quelconque, nous avons imaginé un appareil à essayer les fils, auquel nous avons donné le nom d'*expérimentateur phroso-dynamique*, à cause de ses fonctions multiples, que ne remplit aucun appareil de ce genre. Il peut, des fibres étant données, les tordre sur des longueurs variables, et enregistrer l'élasticité et la ténacité correspondantes à chaque angle de torsion, ou bien encore déterminer la ténacité et l'élasticité des fils de différentes natures et de finesses diverses. L'instrument opère sur des longueurs variables de $0^m,01$ à 1 mètre et plus si l'on veut ; son principe est applicable aux fibres élémentaires les plus délicates en même temps qu'aux cordes, cordages, rubans, tresses, etc [1] ; il peut servir aux préparations non tordues aussi

[1] Au nombre des expérimentations journalières faites dans les ateliers par les industriels, au moyen de cet appareil, il faut ajouter des re-

bien qu'aux fils les plus tors et enregistre les résultats avec une précision absolue. Il suffit de le faire étaloner et exécuter avec une solidité en rapport des fatigues et des expériences auxquelles on le destine.

La description suivante de l'appareil représenté planche III, figures 1,2 et 3, fera comprendre la facilité de la manœuvre et les services que peut rendre l'instrument.

La figure 1 est une élévation de profil, la figure 2 une coupe verticale dans le sens de la longueur, et la figure 3 le plan de l'instrument. — I. Appareil dynamométrique proprement dit, avec son cadran, son aiguille et sa pince d'attache agissant sur un poids dont l'action, pour de petites forces, nous paraît préférable à celle d'un ressort avec tendeur. Les crochets, tordeurs ou détordeurs à volonté, *r p*, sont destinés à recevoir les extrémités du fil; les transmissions de mouvement entre ces axes et les aiguilles établies sur un cadran vertical R ont pour but d'enregistrer le nombre de tours opérés par l'axe. Chacune des deux parties de l'instrument, dynamomètre et compteur peut être fixe ou mobile, à volonté. L'appareil dynamométrique, monté sur des galets *g g*, avancera ou reculera suivant que la vis *v* sera desserrée ; on le maintiendra en place par le serrage. Le nouvement ou le repos est obtenu d'une manière analogue dans le chariot du compteur de torsion, en serrant ou en desserrant la vis de l'écrou *z*, et au moyen de l'action sur la manivelle M. qui, par l'entremise d'un pignon, agira sur la crémaillère o fixée au chariot du compteur R ; celle-ci avancera par conséquent.

On peut aussi approcher les deux pinces ou crochets d'attache jusqu'au contact, ou les éloigner d'une quantité quelconque, de 1 mètre par exemple, sur une échelle soigneusement divisée où la lecture est facilitée par les tiges ou indicateurs *i i*. L'échelle est pliante pour rendre l'instrument moins

cherches scientifiques sur les fibres comparées. Nous citerons entre autres les travaux de monsieur Ozanam sur les différentes substances textiles reproduits par monsieur Alfred Renouard fils, dans ses *Etudes sur le travail des lins*.

encombrant. Quoique les expériences puissent avoir lieu sur des longueurs de 1 mètre, l'appareil peut néanmoins être placé dans une boîte de $0^m,50$ de longueur.

Points d'attache. — Les points d'attache r r sont disposés de façon à ce que la traction ait toujours lieu sur l'axe du fil ; celui-ci est d'abord passé dans une pince ou fente p, puis dans le crochet recourbé r, ou bien encore l'une des deux mâchoires de la pince p est à articulation, susceptible d'être serrée par une petite vis lorsque le fil y est entré. Cette dernière disposition rend la fixation du fil plus facile et plus sûre.

Correspondance entre le poids et l'aiguille du dynamomètre. — Une tige horizontale (fig. 2) porte à l'une des extrémités le crochet ou la pince r, et le poids p à l'autre. Cette tige avance lorsqu'on agit sur le crochet et donne une certaine inclinaison au poids, par suite de son assemblage à articulation avec la tige. Un petit taquet placé sur la tige avance avec celle-ci lorsqu'elle est sollicitée, et agit sur l'extrémité en équerre b de la crémaillère, qui engrène avec le pignon placé sur l'axe du pivot vertical portant l'aiguille indicatrice L du cadran dynamométrique. Il résulte de cette disposition que le taquet n'agit sur l'aiguille que pendant la durée de l'action sur le fil ; si son adhérence et son action cessent à la rupture du fil, l'immobilité de l'aiguille en est la conséquence. Elle n'enregistre donc absolument que la résultante de l'action à laquelle le fil a été soumis, le mouvement de l'aiguille n'étant possible que sous l'influence de la traction. L'observateur n'a donc pas à s'en préoccuper pour saisir au vol la division sur laquelle elle s'arrête lors de la rupture, comme cela a lieu dans la plupart des dynamomètres, où l'action de la force vive se continue sur l'aiguille après la rupture du fil. Afin d'amortir l'effet de la réaction de la tige et de son poids, à leur retour rapide après la rupture, ils agissent sur une crémaillère courbe m assemblée au contre-poids p, dont les dents engrènent avec un petit pignon placé sur l'axe d'un volant V auquel l'action rétrograde du système imprime un mouvement plus ou moins accéléré,

sans qu'il y ait de choc ni de danger pour la conservation des espèces constituant la précision de l'appareil [1].

Compteur d'ouvraison. — Nous conservons ce nom plus spécialement en usage dans l'industrie de la soie ; il forme une partie de notre appareil, tandis que dans l'industrie des soies il constitue toujours un instrument isolé, séparé. Nous l'avons simplifié tout en le réunissant à un sérimètre. Pour les expériences des fils de soie, comme pour les autres matières, le compteur d'ouvraison a toujours pour but, un fil tordu étant donné, d'en compter le nombre de tours par unité de longueur. Nous ajoutons qu'il doit en outre indiquer la limite de torsion la plus convenable à un produit déterminé. A cet effet, nous avons rendu mobile l'un des points d'attache *r* du fil ; sa rotation donne le mouvement à une paire de petites roues coniques qui commandent l'axe de l'aiguille *s* du compteur principal ou des unités ; chaque tout entier de ce compteur correspond à une des divisions du cadran et est enregistré par la petite aiguille. Nous n'avons pas à nous étendre davantage sur cette disposition, qui est celle de tous les compteurs de ce genre.

Manière de procéder. — Si l'on veut se servir de l'instrument pour constater seulement l'élasticité et la ténacité, on fixe le dynamomètre I de façon à ce que l'indicateur *i* corresponde au zéro de l'échelle, et on arrête le compteur à une distance réglée sur la longueur du fil à essayer ; on place l'aiguille du cadran du dynamomètre au zéro et on attache le fil conformément aux indications précédentes. Pour compter le nombre de tours de torsion, l'on amène les aiguilles des compteurs à leurs zéros respectifs et l'on imprime à l'axe de rotation

[1] Depuis l'époque de la description ci-dessus, l'instrument à essayer les fibres et fils s'étant propagé dans la pratique, on nous a signalé quelques détails à modifier et à consolider, c'est ainsi qu'on a supprimé les engrenages du volant, trop délicats pour ne pas se déranger. On a donné également à l'aiguille du cadran une sensibilité très-grande en même temps qu'on a évité tout frottement ; enfin, le même appareil peut servir à expérimenter des fils d'une résistance de 300 à 3000 grammes. M. Perreaux, ingénieur, qui construit ces appareils, les a beaucoup améliorés.

un mouvement dans le sens opposé à celui dans lequel le fil a été tordu, et cela jusqu'à ce qu'il y ait une détorsion complète, indiquée par le parallélisme des fibres. Comme la longueur sur laquelle on opère est donnée et les tours enregistrés par l'une ou l'autre aiguille, on aura directement la quantité de tours par unité de longueur.

S'agit-il au contraire d'imprimer une torsion déterminée, on rendra l'un des deux chariots libre pour faciliter le raccourcissement correspondant à la torsion; on l'arrête lorsque l'aiguille indique le nombre voulu de tours. L'on peut ensuite essayer la ténacité du fil ainsi obtenu en procédant comme il a été dit précédemment.

Ce mode de recherches pour arriver au degré de torsion le plus convenable pour un fil donné est applicable à tous; pour les produits composés de fibres discontinues de petites longueurs telles que le coton, les laines, la bourre de soie, on opérera sur les mèches avant de les soumettre au métier à filer; pour les soies, on agira sur les gréges simples ou multiples avant leur moulinage.

Remarquons toutefois que ces essais ont exclusivement pour but de rechercher les moyens les plus parfaits, sous le rapport de la solidité, mais que souvent dans la fabrication des fils il faut donner une torsion plus ou moins élevée, en vue des apparences et indépendamment de la question de ténacité. L'étoffe doit-elle être à surface lisse, la torsion des fils sera moindre que dans le cas où elle doit offrir du grain. Dans les cotonnades, par exemple, les articles pour l'impression sont tissés avec des fils moins tordus que ceux destinés au linge ou aux vêtements d'homme; mais dans l'industrie des soieries ces distinctions sont très-marquées, parce qu'il y a une grande différence entre les apparences des principaux articles. Les satins, les grenadines et les crêpes se distinguent à première vue. La différence de torsion des fils qui les composent, aussi bien que les modifications dans les armures ou modes d'entrelacement, concourt à déterminer les caractères si tranchés de ces tissus fondamentaux. L'appareil à essayer, quoique moins

nécessaire dans ce cas, servira à compter non moins rapidement et avec précision la torsion de l'unité de longueur des fils dont l'analyse mécanique peut intéresser.

§ 3 — De quelques applications spéciales de l'expérimentateur des fils.

L'instrument sert aussi à mettre en évidence l'influence exercée sur le produit par une épuration incomplète, une action trop prolongée ou trop énergique dans les préparations premières, et par l'irrégularité dans les étirages et les torsions.

Les conséquences d'une épuration incomplète ne sont pas toutes les mêmes ; tantôt les fibres conservent une certaine quantité de poussière impalpable, résidu de corps étrangers, qui masque la blancheur et la pureté de la matière, et dont le principal inconvénient est de rendre l'apparence du produit moins flatteuse ; tantôt ce sont de petits boutons sensibles à l'œil nu, qui se perpétuent pendant toutes les transformations. Ces inégalités peuvent provenir de la nature même de la matière, ou se manifestent à la suite d'opérations mal faites, avec des outils mal entretenus, ou sur des machines dont les organes sont mal réglés. Il est bien plus facile à un habile praticien de remédier à ces dernières causes qu'aux premières, et la gravité de ces défauts se démontre aisément au moyen de l'appareil. Ils ont surtout pour conséquence d'amoindrir considérablement la propriété élastique, si précieuse à ménager, pour l'opposer aux diverses actions que le fil doit subir et surtout aux chocs du tissage. En effet, supposons un fil d'un mètre de longueur, aussi parfaitement homogène que possible sur toute son étendue. Divisons-le, faisons-en deux fils de $0^m,50$ chacun, essayons-les tous deux au dynanomètre de l'appareil, après avoir fait une petite boucle presque imperceptible dans le milieu de la longueur de l'un d'eux: La propriété élastique de ce dernier sera alors amoindrie de moitié; le premier, exempt d'irrégularité, s'allongera de $0^m,05$ avant

de rompre, tandis que l'allongement du second avant la rupture sera de $0^m,025$ à peine. Ces chiffres correspondent, bien entendu, à un fil déterminé, à une grége de soie du titre 4/5, par exemple, et varieront avec la nature et les qualités du fil et avec la position du bouton ou de la boucle; c'est-à-dire que l'amoindrissement de l'élasticité *sera en général en raison inverse de la distance du bouton au point d'application de la force*. La présence de ces inégalités nuit aux fils en général; un fil de coton du n° 50, dont l'extension sera de $0^m,03$ sur une longueur de $0^m,50$, ne s'allongera plus que de $0^m,015$ avant la rupture s'il a une grosseur ou un autre défaut analogue sur le milieu de la longueur. Le fait n'est que trop vérifié en pratique par le tissage des fils de coton de l'Inde, si difficiles à débarrasser des boutons amoindrissant tellement l'élasticité, que les temps d'arrêts et chômages occasionnés par les ruptures sont bien plus nombreux que lorsqu'on tisse de bons cotons parfaitement épurés [1].

Les fils provenant de filaments naturellement boutonneux sont d'autant plus défectueux qu'ils ont été fatigués et énervés aux préparations, dans l'espoir, si généralement déçu, de les séparer des irrégularités qui y adhèrent.

Nous n'avons pas besoin d'invoquer les essais faits au moyen de l'appareil pour affirmer qu'une action mécanique trop brusque ou trop prolongée sur les fils aux premières opérations amoindrit nécessairement leur ténacité, l'effet étant bien constaté pour des corps plus résistants que ne le sont les filaments délicats des arts textiles.

Une conséquence moins connue est celle résultant de l'inégalité, de l'insuffisance ou de l'excès d'étirage. Lorsqu'on soumet à l'appareil un faisceau de fibres dont une partie seulement est convenablement développée à la traction, le faisceau tout entier

1. Il y a cependant certains fils, bouchonneux, à dessein, destinés à produire des effets originaux sur l'étoffe, pour des articles en bourette de soie par exemple; ces fils peuvent être considérés comme s'ils étaient *saupoudrés* de petites grosseurs, existant à la surface seulement, et ne rentrent pas par conséquent dans la catégorie des fils défectueux dont il vient d'être question.

ne résiste à la rupture que comme s'il n'était composé que de fibres ayant reçu un développement uniforme et complet ; il y aura inégalité de direction dans les brins lorsqu'on les tordra, et de là inégalité de résistance, par suite diminution de ténacité. Il y a donc un intérêt marqué à ce que l'étirage ait lieu sur des filaments de même longueur et de même finesse, afin de pouvoir arriver à une limite maximum et à une résistance uniforme des brins élémentaires. Il ne faut cependant pas que le glissement soit exagéré, afin de ne pas trop presser, trop laminer et fatiguer les fibres les plus courtes, si elles ne sont pas toutes d'une longueur parfaitement égale, ce qui n'arrive presque jamais.

La torsion peut être imprimée par l'appareil soit en fixant deux points d'attache d'une mèche de préparation ou d'un fil, lors de la rotation imprimée à l'une des extrémités par le crochet tordeur, en laissant libre le chariot du point d'attache opposé, soit en rendant mobile l'un ou les deux crochets. Dans le premier cas, le nombre de spires sur la longueur comprise entre les deux points d'attache est égal au nombre de révolutions imprimées à l'axe de rotation. Si, par exemple, la longueur est de 1 mètre et le nombre de tours mille, il y aura dans ce cas dix tours de tors par centimètre ; si la vitesse de rotation reste la même, et que la longueur diminue de moitié, la torsion sera double, c'est-à-dire 20 tours par centimètre, et ainsi de suite. La torsion est donc directement proportionnelle à la vitesse de rotation imprimée au fil, et en raison inverse de la longueur sur laquelle elle est appliquée. Ces résultats seront encore les mêmes, si au lieu d'opérer sur deux points d'attache fixes, l'un des deux ou tous deux sont mobiles et se déplacent par un mouvement de translation *régulier*. Cette dernière condition est indispensable pour obtenir une répartition égale de la torsion ou un nombre uniforme de tours par unité de longueur. Supposons, que pendant la translation du premier centimètre du point d'attache mobile, la vitesse soit double de celle de sa translation dans le parcours du second centimètre de sa course, le premier recevra un

nombre de spires moitié moindre du second, ou, en d'autres termes, l'étendue des spires sera moitié moindre dans le second que dans le premier centimètre, ou enfin la torsion sera double sur la seconde unité. Mais si, à ce moment, le point d'attache mobile s'arrêtant, la rotation du fil continue, la torsion se régularisera de proche en proche, jusqu'à ce que les spires soient équidistantes sur la longueur totale comprise entre les deux points d'attache, et alors le nombre de tours pourra augmenter sur la longueur si la rotation du fil continue jusqu'à ce que les spires se juxtaposent, si la substance est assez résistante pour ne pas rompre auparavant.

Conséquences et règles à déduire des diverses constatations qui précèdent.

1° *Des inégalités de grosseurs persistantes dans les fibres, désignées sous les noms de* nœuds *ou de* boutons, *quelles que soient leur origine ou leurs causes, ont pour conséquence de diminuer sensiblement l'élasticité et occasionnent ainsi un amoindrissement dans la qualité du fil.*

Le praticien doit s'efforcer d'éviter ces défauts, et les moyens d'y remédier varient avec les causes qui les produisent ; ils sont analysés et étudiés dans les considérations générales dont chaque genre de transformation est précédé.

2° *Une action trop prolongée, trop énergique ou trop souvent répétée pour arriver à l'épuration, lors des premières préparations, affaiblit et énerve la substance. Les moyens doivent donc être étudiés de manière à ce qu'une combinaison rationnelle et une application sobre atteignent le but.*

3° *La quantité de glissements, d'échelonnements ou d'étirages successifs à faire subir aux fibres dans les diverses transformations n'est pas arbitraire. Il y a pour chaque cas et pour chaque substance une limite moyenne à étudier lorsque la pratique ne la connaît pas d'une façon certaine.*

En deçà de cette limite, le développement d'un certain nombre de fibres de la masse est insuffisant, et lors de leur réunion par la torsion, elles ne sont pas assez intimement unies pour résister également dans le produit. Si au contraire on exagère l'action, les fibres les moins longues de la masse subissent une extension anormale, au détriment de la solidité du résultat.

Les préparations diverses doivent être pratiquées de manière à ne pas s'écarter des règles ci-dessus. Il faut également éviter d'outrer les quantités d'étirages dans le but d'opérer rapidement et économiquement, et de trop diminuer ces quantités, sous prétexte d'améliorer le travail. Il nous paraît évident que trop de glissement de la part des fibres en diminue l'élasticité et donne ce que l'on nomme dans le commerce un *fil sec;* les étirages insuffisants du *sous-filage*, au contraire, ont pour conséquence un fil faible et peu résistant.

4° *Le but de la torsion est d'opérer la cohésion, espèce de soudure mécanique des filaments, pour les fixer dans la masse et s'opposer à leur désagrégation; elle n'ajoute rien à la ténacité de la substance et peut au contraire l'amoindrir si elle est poussée trop loin;* c'est-à-dire qu'une fibre élémentaire, ou une grége non tordue, supportera un poids aussi considérable que si elle l'était modérément, et plus considérable que si cette torsion dépassait une certaine limite. Mais si, comme la pratique l'exige, il faut, avec des filaments de 2 centimètres à peine, former des fils d'une longueur indéfinie, il est nécessaire, après les avoir échelonnés régulièrement, de leur imprimer une torsion pour fixer leurs positions relatives. Les quantités de torsion devront être en raison inverse de la longueur des filaments, car plus ils sont courts, plus le nombre de leur juxtaposition en longueur sera considérable, et plus il faudra leur imprimer de spires pour les consolider. Il résulte de cette considération, pour les fibres très-courtes (outre les difficultés de l'exécution de l'outillage, dont les organes doivent être disposés en raison de leur longueur) la nécessité de multiplier le nombre de tours, au point de rendre parfois le

travail en quelque sorte impossible, à cause de la dépense supplémentaire et du peu de solidité et de netteté du fil qui en résulte. Si, en effet, on lui suppose un diamètre sensible, c'est à peine si une fibre dans ce cas pourra former une spire complète.

5° *Le mode d'exécution de la torsion a une influence sur la qualité du produit. Si elle est appliquée sur une longueur fixe, le nombre de tours par unité sera proportionnel au nombre de rotations imprimées au fil, et en raison inverse de la distance comprise entre les deux points d'attache; si l'un des points d'attache peut cheminer, la régularité de la torsion dépendra du rapport entre le mouvement de l'organe fournisseur de la matière à tordre et l'organe tordeur mobile. Enfin une inégalité dans la répartition des spires peut être corrigée par la continuation de la torsion lorsque la livraison de la substance a cessé.*

Dans le métier à filer, où le mécanisme tordeur se déplace toujours plus ou moins, suivant le système employé, il est urgent de veiller sur cette partie des fonctions lorsque le déplacement est relativement considérable et spontané, comme dans le système *mule-jenny* surtout. La régularité de la torsion n'est possible que si chaque unité de longueur de la mèche fournie reçoit un même nombre de tours de la broche tordeuse. Il y a dans la filature des difficultés inhérentes au système même, qui s'opposent à ce qu'il en soit toujours ainsi. Les moyens connus sous les noms de *torsion* et d'*étirage supplémentaires* ont pour but de corriger ces inconvénients. Les indications de l'expérimentateur des fils font comprendre *a priori* les résultats obtenus par ces actions spéciales, sur lesquelles nous revenons d'ailleurs en traitant du filage. Afin de rechercher jusqu'à quel point les propositions précédentes sont vraies, nous nous sommes livrés à des expériences nombreuses pour établir la résistance et l'élasticité des fils, ainsi que les causes qui peuvent avoir de l'influence sur ces propriétés fondamentales des produits. Le tableau suivant, pages 72 et 73, et les remarques auxquelles il donne lieu feront ressortir l'évidence de ces démonstrations.

Tableau d'expériences sur la

Numéros d'ordre.	Numéros des fils.	Origine des cotons, genre de fil et mode de filage. — CHAÎNE,	Numéros d'ordre.	Numéros des fils.	Origine des cotons, genre de fil et mode de filage. — DEMI-CHAÎNE.	Numéros d'ordre.	Numéros des fils.	Origine des cotons, genre de fil et mode de filage. — TRAME.
1	20	C. O	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
2	26	C. O	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
3	26	C. Leyherr. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	1	26	Louisiane S. A.
4	28	Surate et Louisiane.	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
5	30	Louisiane C. O. .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
6	30	Jumel S. A. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
7	36	Jumel S. A. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	1	36	Jumel. S. A . . .	..	...	. . . . .
8	40	Jumel cardé. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
9	36	Jumel	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
10	40	Jumel cardé. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
11	42	Jumel cardé. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	2	37	Louisiane et Inde. . . .
12	40	Jumel peigné . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	3	50	Jumel peigné.
13	53	Continu ordinaire .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
14	60	Continu ordinaire .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
15	60	Continu ordinaire .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
16	60	Jumel peigné . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	4	60	Jumel peigné.
17	63	Continu ordinaire .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
18	60	C. Leyherr. . . .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	2	80	Jumel peigné . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	3	100	Jumel peigné . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	5	100	Jumel peigné.
19	104	Géorg. long peigné.	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
20	120	Géorg. long peigné.	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	4	120	Géorgie long peigné S	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	5	120	Géorgie et Inde peigné	..	...	. . . . .
21	130	G. L. S. peigné. .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
22	150	G. L. S. peigné. .	..	...	. . . . .	..	...	. . . . .
..	...	. . . . .	..	...	. . . . .	6	150	Algérie peigné.

ténacité et l'élasticité des fils.

ÉLASTICITÉ.			TÉNACITÉ.			OBSERVATIONS.
Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne en grammes	Toutes les expériences ont eu lieu 20 fois sur une longueur de 0m,50. Un plus grand nombre d'essais n'aurait pas changé sensiblement les moyennes.
Mètres.	Mètres.	Mètres.	gr.	gr.		
0,04	0,05	0,045	205	300	236,0	C. O. indique le métier continu ordinaire.
0,03	0,04	0,030	140	200	177,5	
0,035	0,045	0,0306	150	200	189,0	
0,020	0,035	0,0280	130	190	156,0	S. A. désigne le métier self-acting.
0,020	0,035	0,0250	120	160	117,0	Ch. M. indique un de chaîne mécanique.
0,025	0,038	0,033	92	210	144,0	Tous ces échantillons présentent une cassure assez nette.
0,020	0,045	0,032	75	130	98,7	
0,030	0,040	0,034	100	148	133,3	
0,020	0,035	0,026	40	98	59,6	Le fil se désagrége plutôt qu'il ne casse.
0,020	0,035	0,026	70	112	89,8	
0,025	0,035	0,030	65	115	92,5	
0,025	0,045	0,034	65	134	90,0	
0,020	0,035	0,026	75	100	85,6	
0,020	0,030	0,024	60	90	68,6	
0,030	0,045	0,0346	80	115	100,0	Chaîne mécanique.
0,020	0,030	0,026	49	85	68,5	
0,025	0,035	0,030	65	75	65,0	
0,020	0,030	0,025	30	60	43,5	
0,020	0,030	0,020	20	65	34,0	
0,022	0,030	0,021	52	82	71,0	
0,020	0,030	0,025	44	70	60,0	
0,020	0,035	0,025	46	62	52,0	
0,025	0,035	0,0243	40	85	62,0	
0,015	0,025	0,021	26	40	35,5	
0,020	0,025	0,021	17	40	26,5	
0,020	0,022	0,0215	25	35	32,3	Remarquablement régulier.
0,015	0,025	0,020	35	45	43,0	
0,015	0,018	0,017	30	55	36,0	
0,015	0,025	0,020	31	60	44,0	
0,015	0,025	0,020	10	20	16,0	
0,015	0,025	0,020	35	47	39,0	
0,015	0,024	0,0172	22	40	28,0	
0,015	0,020	0,021	15	20	14,0	

Conséquence des résultats du tableau ci-contre.

Les résultats de ce tableau démontrent : 1° par les écarts considérables entre les minima et maxima d'élasticité et de ténacité d'un même fil fractionné en longueur de $0^m,50$, les difficultés de la réalisation pratique du problème de la filature et l'imperfection sensible des meilleurs produits du commerce;

2° La mauvaise influence des mélanges sur les résultats; cette conséquence peut se déduire de la comparaison entre les expériences 4 et 5 de la première colonne sur des fils de chaîne donnant une solidité plus grande au fil le plus fin, tandis que le contraire serait rationnel et aurait lieu si le plus gros numéro n'était un mélange de deux cotons différents. Les expériences notées sous le n° 2 et 3 de la troisième colonne, pour un fil n° 37 en coton mélangé et le n° 50 en jumel pur, présentent la même anomalie ; le n° 37, dont l'élasticité et la ténacité devraient être sensiblement supérieures à celles du n° 50, est à peu près identique.

3° Le mode de filage ou système de métier employé pour des finesses ordinaires et intermédiaires ne dépassant pas le n° 40 a également une influence marquée. Le métier continu ordinaire fournit un fil plus homogène et plus résistant, toutes choses égales d'ailleurs, que le *self-acting*. A partir de ce titre jusqu'au n° 70, le mule-jenny ordinaire et l'automate paraissent avoir une égale supériorité, au point de vue des caractères du produit. Et si nous pouvions conclure des résultats donnés par des fils provenant de certains métiers *continus* consignés sous les n^{os} 3 et 18 de la première colonne, nous dirions que ce système, dont l'emploi n'a cependant pas eu de suites dans la pratique, paraissait pouvoir lutter avec le self-acting le plus estimé.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, les inégalités d'un fil sur les divers points de sa longueur peuvent provenir de plusieurs causes : de l'irrégularité de caractères des

fibres, qui se présente même dans les cotons les plus homogènes, des grosseurs naturelles ou des nœuds accidentels et persistants ; des inégalités de tension exercées sur la matière dans les différentes phases des transformations, et surtout au filage. Cette dernière cause se décèle dans les expériences par des variations de solidité, suivant les points de la bobine où le fil est pris. La partie des sommets des cannettes résiste souvent moins bien que celle du corps de l'organe, et les dernières couches moins bien que les premières. Ces variations sont bien moins sensibles cependant pour les fils d'une grande finesse, produits sur le mule-jenny ordinaire que sur le self-acting. Les considérations présentées dans la recherche des types de torsion feront comprendre que la différence d'homogénéité peut être indépendante du système de métier, et provenir de la proportion invariable de la torsion elle-même, qui reste identique dans tous les systèmes pour une même espèce de fil.

C'est à peine si nous avons à insister sur l'inconvénient de mélanger les cotons de caractères différents, tant il se démontre spontanément et comme conséquence immédiate des considérations précédentes. L'industrie en général a recours aux mélanges pour obtenir économiquement une qualité moyenne, elle espère atteindrece résultat en réunissant des fibres tenaces et nerveuses à des duvets d'égale dimension, mais moins résistants. Or, il n'en peut être ainsi, parce que ces deux sortes de filaments, en raison de la différence sensible de leur élasticité, ne devraient pas être transformées dans des conditions identiques. Les plus souples, les plus flexibles et les plus élastiques, s'étirent plus, se travaillent mieux, et nécessitent moins de torsion que ceux moins bien doués sous ce rapport. Il s'ensuivra que l'on réglera les transformations en vue des premiers ou des seconds. Dans le premier cas, la matière inférieure sera énervée et détériorée ; dans le second, les meilleurs filaments, insuffisamment étirés, ne seront pas assez intimement liés dans la masse. L'inconvénient des faisceaux formés de fibres à tension inégale, dont il a déjà été question, se fera sentir, ils commenceront à résister lorsque la partie la

plus tendue aura été atteinte. Beaucoup d'effets de ce genre se présentent dans des cas plus appréciables, et entre autres pour les câbles, et surtout ceux en fil de fer, dont on connaît les inconvénients lorsque la tension des brins qui les composent n'est pas uniforme. Ce qui a lieu sur des traits inégaux d'un attelage soumis à une égale traction simultanée peut donner une idée exacte de l'effet produit dans le cas dont nous nous occupons. Les fils les plus tendus résistent seuls alors aux efforts, les plus longs sont pendant quelque temps sans aucun effet, les premiers supportant seuls toute la traction.

Quant aux causes qui influent sur les qualités des produits dans l'emploi des diverses sortes de machines et de métiers, nous ne pourrions les analyser ici sans revenir sur ce qui est dit dans l'étude des machines, où ce sujet a sa place la plus convenable.

Malgré les nombreuses expériences dont le tableau ne donne que des résumés succincts, nous reconnaissons qu'elles doivent être multipliées encore, pour qu'il soit possible de se prononcer d'une manière irrévocable sur tous les points délicats que le sujet comporte.

Les praticiens pourront vérifier et poursuivre nos résultats avec des facilités qui nous font défaut. En présence des nombreuses anomalies apparentes que l'on rencontre dans ces sortes de recherches, au lieu d'écrire pour avoir de nouveaux échantillons et de se renseigner sur tous les points, comme est obligé de le faire l'expérimentateur qui n'a pas d'usine à sa disposition, l'industriel pourra s'édifier instantanément; aussi sommes-nous convaincus que des expériences du genre de celles que nous désirons dans l'intérêt du progrès, se multiplieront lorsqu'on se sera familiarisé avec la manœuvre si simple de l'instrument, planche III. La valeur pratique de cet appareil nous est démontrée depuis plusieurs années, non-seulement au profit de nos recherches, mais parfois aussi à celui de l'industrie. Nous avons pu, grâce à son emploi, plusieurs fois renseigner des manufacturiers sur la cause de l'infériorité de certains produits, et leur indiquer les moyens d'y remédier.

Le moment est venu où les opérations nombreuses des arts textiles ne peuvent plus être basées sur des moyens empiriques. Ce n'est que par des expériences multipliées sur les résultats obtenus dans des conditions diverses, que l'on déterminera la valeur de ces conditions et qu'on formulera des lois générales d'une manière absolue.

CHAPITRE VIII

CARACTÈRES NATURELS DU COTON COMPARÉS A CEUX DES PRINCIPALES AUTRES FIBRES TEXTILES.

Pour faire ressortir d'une manière complète les caractères spéciaux des fibres du coton, il est nécessaire de les comparer à ceux des autres principaux filaments textiles en usage. Au point de vue de la forme, une différence tranchée existe entre les fibres des diverses origines, il suffit de se reporter à la planche II pour s'en convaincre. Elle donne les fibres longitudinalement, comme on est dans l'usage de les représenter, et pour la première fois, des sections transversales de ces fibres, qui nous ont paru indispensables. La figure 1 est une vue longitudinale ; le groupe donne des sections transversales d'une fibre élémentaire du duvet du cotonnier, d'une longueur de $0^m,03$ et d'une grosseur de 1/50 de millimètre. Les traitements préparatoires sont destinés à rétablir la forme naturelle si elle est altérée, à la redresser, si, comme cela a lieu presque toujours, surtout pour les cotons des Etats-Unis, les influences atmosphériques diverses et contraires l'avaient contournée, et enfin, à la débarrasser complétement des corps étrangers apparents ou cachés auxquels elle a pu être accidentellement mélangée. La nature des impuretés apparentes varie, nous l'avons déjà dit, avec les provenances et les soins pris à la récolte ;

mais le mélange *latent* reste le même, sinon en quantité, du moins en nature, car il est dû à l'état hygrométrique du duvet épuré ; chacun des filaments qui le compose est en quelque sorte une espèce de capsule ou membrane allongée, dont la finesse et l'homogénéité de contexture déterminent la flexibilité et l'élasticité, tandis que la double paroi fermée et la forme tubulaire expliquent la ténacité. La constitution naturelle du chanvre, du lin, de l'arundo et des substances textiles tirées des tiges, des feuilles et même des écorces diffère sensiblement de celle du coton, et fait comprendre l'influence modificatrice des traitements préparatoires sur l'état de la matière, les différences de facilité dans les transformations et dans les caractères des produits qui en résultent. L'expérience physique la plus simple et l'examen microscopique démontrent que ces dernières fibres, considérées comme élémentaires et traitées comme telles par l'industrie, sont des fibrilles agglutinées par une matière gommo-résineuse, désignée sous le nom de *pectine*, qui se ramollit à l'action de l'eau tiède pure, savonneuse ou alcaline, de manière à diviser ce faisceau en de nouvelles fibrilles. Celles-ci, à leur tour, ne sont probablement pas la dernière expression de la divisibilité de cette substance. Ainsi, au lieu de cellules végétales pures dont le coton est formé, le lin le plus fin employé industriellement (fig. 12) et le jute (fig. 13) sont des composés vasculaires dont une matière étrangère *soudante* réunit les cellules élémentaires longitudinalement et transversalement ; de là moins de flexibilité et surtout d'homogénéité dans le lin que dans le coton ; de là aussi une plus faible capacité de glissement dans les substances à fibres agglutinées, la possibilité et la nécessité de les désagréger physiquement pendant les transformations, et la nécessité de certaines modifications dans le mode d'opérer, entre autres la cause de l'intervention de l'eau chaude à certaine période de travail du lin et des substances de composition analogue. Ces fibres, une fois convenablement préparées et réunies par la torsion, forment des fils plus résistants que ceux du coton, parce qu'étant plus longues, le nombre de juxtapositions

artificielles est en raison inverse de ces longueurs élémentaires, l'interposition d'une couche de pectine les assimile en quelque sorte, au moment de leur production et avant les lessivages, à des cordes microscopiques enduites d'une espèce de goudron. Mais ces fils sont moins flexibles, moins élastiques, et par conséquent susceptibles de donner des articles recherchés pour la ténacité, mais impropres à des produits où la propriété élastique de la substance est spécialement mise à profit pour fournir des surfaces transparentes ou duveteuses.

Si nous comparons les dépouilles végétales que nous venons d'examiner aux matières cornées animales représentées dans les dix figures, de 17 à 27, planche II, les différences seront plus caractéristiques et les conséquences de leurs résultats plus tranchées encore. Le brin tubulaire de la laine coupée est ouvert à ses deux extrémités, il est conique avant la première tonte et va en s'amincissant de la racine à l'extrémité de la mèche. Dans les laines mères il est d'autant plus uniforme de la base au sommet que la laine est plus fine. Mais ce qui caractérise surtout les laines en général, c'est l'état original de la surface. On dirait, comme on l'a fait souvent remarquer, une série de dés à coudre emboîtés les uns dans les autres, donnant lieu, dans leur juxtaposition, à un anneau plus ou moins saillant au bourrelet légèrement évasé de bas en haut, c'est-à-dire de l'épiderme à l'extrémité libre de la mèche. Cette constitution explique la différence de résistance et de netteté observée dans un brin, selon qu'on le touche dans l'une ou dans l'autre de ses deux directions longitudinales. La netteté du brin des laines est toujours plus ou moins masquée à l'état naturel ; le tube est chargé alors de corps étrangers dont la proportion varie considérablement et s'élève en raison de la finesse de la toison, parfois jusqu'à plus de 80 pour 100 de son poids ; la présence de ce corps, désigné sous le nom de *suint*, donne aux brins élémentaires un aspect irrégulier ; débarrassé de cet enduit, le tube de la laine prend la forme indiquée dans les figures 17 et 18[1]. Quant à la forme des autres matières ani-

[1] Voir, pour tous les détails de la structure de la laine et ceux des

males, nous nous bornons à l'indiquer dans les figures précitées; elles suffisent, quant à présent, à la constatation de leurs particularités et à la détermination des causes modificatrices de leur traitement mécanique.

Il est évident, que malgré la différence entre les caractères des poils des divers animaux et ceux de la laine, il y aura néanmoins de l'analogie dans leur transformation ; mais il n'en est plus ainsi pour la soie, que l'insecte rend sous la forme d'une pelote de fil continu ; il suffit de le développer suivant certaine donnée, en ramollissant le cocon, pour mettre ce fil en liberté et le faire servir, au besoin, à l'état cru ou grége, tel qu'il est représenté figures 25 et 26. Les apprêts de la torsion donnés à la grége du bombyx ont surtout pour but de lui faire acquérir assez de cohésion pour le soumettre au décreusage, c'est-à-dire à une ébullition prolongée dans l'eau de savon qui le débarrasse complétement des 24 à 26 pour 100 du corps étranger dont il est naturellement enrobé, afin de le teindre d'une manière plus parfaite et de le rendre plus propre à certains usages, en le consolidant et en en modifiant l'aspect [1].

Ainsi tous les filaments textiles, excepté ceux du coton, contiennent intimement une proportion notable de corps étrangers dont il faut les débarrasser presque toujours pour les transformer en fils et en étoffes, par des moyens différents, suivant la nature des fibres, mais qui occasionnent un déchet plus ou moins sensible, compliquent en tout cas les préparations préliminaires et élèvent les dépenses des transformations.

Cette constatation des différences dans les caractères de la matière première nous amène à déterminer les causes pour lesquelles les finesses les plus élevées du travail automatique appartiennent au coton, dont les transformations se réalisent plus économiquement que celles de toute autre substance textile. La finesse extrême de certains cotons, la netteté de surface

principales autres matières animales, nos *Traités du travail de la laine cardée et de la laine peignée*.

[1] Voir, pour ce qui concerne le travail de la soie, les *Etudes sur les arts textiles*, par M^el^ Alcan. Paris, 1868.

de toutes les espèces lorsqu'elles sont épurées, et leur compressibilité spéciale les rend éminemment propres à subir l'action fondamentale de la filature, celle des glissements ou étirages successifs, parce qu'elle agit sur une masse qui s'allonge par l'échelonnement progressif et méthodique de ces filaments. De là, possibilité de filer certaines sortes au n° 600 métrique, comme nous l'avons déjà dit, c'est-à-dire de transformer un kilogramme de matière en un cylindre régulier et homogène d'une longueur de 150 lieues au kilogramme! C'est à peine si pour le lin on peut arriver par la filature mécanique à une longueur de 20 à 25 lieues, et pour la laine peignée, au maximum, à celle de 75 à 80 lieues dans la filature automatique; pour le lin, c'est l'état de désagrégation incomplet de la substance, pour la laine, les aspérités naturelles de la surface des brins, sa tendance à se vriller, qui ne permettent pas d'étendre les transformations aux étirages au delà de cette limite.

Ces différences dans la constitution des fibres donnent également la clef des causes pour lesquelles la dépense exigée par les transformations du coton est moindre que pour les autres substances. Les glissements ou étirages des laines, et surtout du chanvre et du lin, ne s'opèrent que sous des pressions relativement considérables, tandis que pour le coton elles ont lieu avec une facilité remarquable. Quant à la torsion, un des éléments les plus importants de dépense dans la filature, bien qu'elle croisse en général en raison inverse de la longueur des fibres élémentaires et que celles du coton soient les plus courtes, elle est cependant sensiblement moindre, à numéro égal, pour un fil de ce dernier que pour un fil de lin ou de laine, attendu que rien ne s'oppose à la torsion des filaments du coton, naturellement très-flexibles. La rigidité du lin jointe au peu de longueur des fibres après la décomposition à l'eau chaude du métier à filer, les aspérités de la laine, et la tendance qu'ont ses filaments à se dévriller, nécessitent un degré de tors plus énergique pour contre-balancer les conséquences de ces caractères et fixer les brins élémentaires d'une manière permanente. Ces faits expliquent en partie les progrès rapides

et extraordinaires du travail automatique dans l'industrie cotonnière, et la différence sensible entre les dépenses pour transformer un même poids de filaments et une même longueur de fil de diverses substances.

La filature de l'unité de poids de 1 kilogramme du numéro 50,000 mètres par exemple coûtera environ :

En lin.....	2 fr.
En laine peignée.....	1, 50
En coton peigné	0, 70

Ce qui précède sur les écarts de prix de fabrication des fils de lin et de coton se vérifierait de plus en plus si l'on pouvait pousser la comparaison jusqu'à l'extrême limite des finesses, mais on serait obligé de s'arrêter au numéro 100,000 mètres au kilogramme qui est le maximum pratique de la filature mécanique du lin tandis qu'on atteint couramment pour le coton au numéro 200, c'est-à-dire 400,000 mètres au kilogramme. Quant aux autres substances végétales telles que le chanvre, le chinagrass, le jute, le phormium, aucune d'elles n'a pu jusqu'ici arriver même à la finesse du lin.

CHAPITRE IX

INFLUENCE DES AGENTS NATURELS, DE L'HUMIDITÉ, DE LA CHALEUR, DE LA LUMIÈRE ET DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE COTON PENDANT LES TRANSFORMATIONS.

Les substances textiles en général sont plus ou moins affectées par les agents naturels, la chaleur, la lumière, l'humidité et l'électricité ; certains d'entr eux, l'humidité par exemple, agissent d'une façon complexe.

La constitution essentiellement poreuse des filaments les rend hygrométriques ; ils peuvent être considérés comme des

éléments spongieux susceptibles de se laisser pénétrer d'une certaine quantité d'eau à l'état latent, c'est-à-dire sans qu'il en résulte aucun changement apparent, ni modification sensible à la vue ni au toucher. Cet état se décèle seulement par une augmentation de poids ou par l'exposition à une température supérieure à celle où l'absorption a eu lieu. A cette absorption latente il faut ajouter une quantité plus ou moins sensible d'eau apparente dont les fibres peuvent se charger en vertu de leur constitution, comme toutes les matières susceptibles de se laisser mouiller [1]. En outre de l'augmentation du poids de la masse au détriment de sa valeur exacte, la présence de l'humidité augmente la densité, modifie la flexibilité et l'élasticité des fibres qui deviennent alors moins susceptibles de réagir et de se séparer par l'action mécanique des corps étrangers auxquels elles sont accidentellement mélangées. Il y a donc là deux causes perturbatrices dans la marche des opérations. 1° La variation de poids résultant de celle de la quantité d'humidité se fait sentir pendant les diverses transformations de façon à affecter le numéro ou titre des préparations et du fil ; ainsi, par exemple, si à un moment donné l'humidité de l'atmosphère vient à augmenter, le titre de la préparation et du fil diminuera, dans le cas contraire il s'élèvera. Si on ne détermine pas le degré d'humidité, on sera exposé à des erreurs dans les titrages constituant la vérification la plus fréquente et la plus sûre de la bonne marche des transformations et indiquant la nécessité de maintenir les ateliers dans des conditions atmosphériques constantes. 2° La propriété glissante sur laquelle repose l'un des éléments de la filature, l'étirage, peut se trouver atténuée dans une certaine limite. Pour éviter cet inconvénient de trop d'humidité et faciliter les préparations premières, on fait subir un séchage, surtout aux cotons de l'Inde. Nous donnons plus loin un appareil employé à cet effet. Ceux des Etats-

[1] Les fils de coton se chargent plus ou moins d'humidité dans l'atmosphère. On estime en moyenne à 7 ou 8 0/0 l'augmentation de poids de ce chef. (Voir pour les autres substances nos traités du travail des laines.

Unis, fournis dans un parfait conditionnement, sont au contraire plutôt trop secs que pas assez. Si l'humidité trop sensible est nuisible dans l'épuration proprement dite, un état de sécheresse trop grand est également contraire aux étirages ; en effet, les filaments textiles en général, et ceux du coton comme les autres, sont mauvais conducteurs de la chaleur; soumis à son action, ils ne sont pénétrés que lentement. Le temps nécessaire à la propagation de la chaleur s'apprécie par les tortillements provenant de la différence de température et de dilatation de la fibre chauffée à une de ses extrémités, pendant que l'autre est restée à une température plus basse. L'élévation de température facilite la torsion, mais elle s'oppose dans une certaine limite aux glissements ou étirages. Or, le travail de la filature se composant surtout de ces deux opérations fondamentales, torsion et étirage, il faut, pour les faciliter, composer une atmosphère chaude et humide. De là, le besoin du chauffage des ateliers, parfois jusqu'à 26 et 28 degrés centigrades, lorsque ce sont des rez-de-chaussée. La température doit être d'autant plus élevée qu'on traite des fils plus fins, cela explique que ces ateliers sont chauffés suivant les cas de 18 à 28 degrés, mais, comme la chaleur trop sèche contrarierait également les glissements réguliers, on a soin d'y faire condenser des jets de vapeur, trois à quatre fois par jour l'été, et de prolonger cette condensation plus ou moins de temps, suivant l'état de l'atmosphère et la température extérieure. Cet état intérieur des ateliers devant être constant et indépendant des variations extérieures, les salles doivent être disposées de manière à ce que l'on puisse chauffer, ventiler ou humecter l'atmosphère à volonté, suivant les saisons.

Humectation de l'air des ateliers. — Cette question d'un certain degré hygrométrique à entretenir dans les salles des métiers à filer est encore, sous le rapport des moyens, à l'état d'essai. On s'est préoccupé, il y a quelque temps, d'un procédé plus précis que l'arrosage et autres systèmes analogues auxquels on a généralement recours ; on a songé à appliquer un mode de pulvérisation d'eau, et des appareils spéciaux à ce

égard que nous avons décrits, page 661 et pl. XL de notre traité du travail de la laine peignée. Depuis cette publication, nous avons songé nous-même à un moyen qui nous paraît mériter un essai en grand. Ce serait de placer des surfaces en toile de distance en distance au plafond des ateliers à filer, d'imprégner ces toiles de glycérine et de les disposer de manière à les faire mouvoir comme un drapeau agité. Le mouvement joint au caractère particulièrement hygrométrique de la glycérine donnerait des courants d'air humides, selon nous très-efficaces. Il est bien entendu que les moyens mécaniques pour atteindre le but peuvent varier à l'infini ; ce n'est que par une série d'essais comparatifs qu'on pourra se fixer sur les plus simples, les plus efficaces et les plus économiques. Nous devons mentionner également la disposition d'un appareil, désigné sous le nom de *rafraîchisseur et épurateur d'air*, imaginé par MM. Nezeraux et Garlandat, déjà appliqué dans des brasseries, chocolateries, etc., et qui selon nous pourrait être approprié avec avantage à la ventilation des grands établissements. L'espace ne nous permettant pas d'entrer dans les détails de cet appareil, nous nous bornons à le signaler au point de vue rationnel de son emploi.

Influence de l'électricité. — L'électricité se comporte en général comme la chaleur, elle n'est pas sans influence sur le travail d'une filature, mais jusqu'ici elle ne paraît intervenir que d'une manière fâcheuse, pour entraver les glissements aux étirages. Il n'est pas rare, par un temps sec et orageux de voir une production plus fréquente de *barbes*, les filaments s'amasser autour des cylindres métalliques entre lesquels ils devraient toujours passer en se développant avec la plus grande facilité. Le remède à cet inconvénient consiste encore à charger l'atmosphère des ateliers d'humidité, afin de lui donner la conductibilité voulue. L'influence de l'électricité est bien plus sensible dans les transformations des filaments de couleur, sur les foncés que sur les nuances claires, que sur la matière non teinte. Ce fait constitue l'une des principales difficultés de la filature du coton teint, destiné à la bonneterie ou aux articles de fantaisie.

Les garnitures de cardes travaillant les cotons teints se détériorent très-rapidement, mais la part qui incombe à l'action électrique résultant du frottement est assez difficile à déterminer d'une manière exacte dans cette circonstance. Elle est, en quelque sorte, combinée à l'influence chimique des mordants et des matières tinctoriales ; la conséquence immédiate est en général un durcissement des fibres, un amoindrissement de leur propriété élastique et la nécessité de les attaquer plus énergiquement ou plutôt de multiplier les opérations, afin de ne pas énerver la substance. Mais, quoi qu'on fasse, on ne peut éviter une augmentation de travail et une dépense plus grande dans l'entretien des machines, que pour la filature des filaments écrus [1].

Influence de la lumière et du soleil. — L'effet de la lumière se manifeste de diverses manières : 1° comme agent calorifique dont nous n'avons plus à nous occuper ; 2° elle détériore les couleurs plus ou moins rapidement suivant la qualité de la teinture, la nature des ingrédients qui composent celle-ci, et suivant que les matières qui y sont exposées sont, comme on dit, bon teint ou petit teint. Cette action n'a lieu de se faire sentir qu'exceptionnellement et sur les cotons teints avant filature, employés en général à la bonneterie et à quelques fils de couleur. Lorsque ces matières, au lieu d'être exposées à la lumière diffuse, le sont directement à l'action du soleil, l'effet est plus prompt et plus sensible encore, les filaments sont desséchés et durcis. Enfin la lumière, dans le cas qui nous occupe, n'a d'influence qu'au point de vue de l'éclairage, et doit être appliquée de la façon la plus favorable quelle que soit d'ailleurs sa source, afin d'éclairer le travail aussi convenablement que possible pour la surveillance de tous ces détails, depuis le commencement jusqu'à la fin de la journée. De là la nécessité

[1] Il est bon de faire remarquer que cette influence électrique varie, toutes choses égales, avec la nature des substances ; elle est plus sensible dans le travail des laines que dans celui du coton ; les matières soyeuses sont plus influençables que la laine, à tel point que l'on a été obligé de recourir à des dispositions spéciales dans les transformations de ces substances. (*Voir les Traités de la laine cardée et de la laine peignée, et les études sur les arts textiles.*)

d'une disposition spéciale des bâtiments et du mode d'éclairage suivant les indications du chapitre concernant la construction des établissements.

CHAPITRE X

MODIFICATION PHYSIQUE DES FILAMENTS DU COTON PAR L'ACTION DES ALCALIS CAUSTIQUES.

Les dissolutions des alcalis caustiques produisent un effet opposé à celui de l'humidité, elles opèrent une contraction de volume et donnent aux fibres du coton une affinité plus grande pour les matières tinctoriales. Une partie de fils ou d'étoffe de coton, plongée dans un bain après avoir été divisée, ne présentera plus le même aspect dans ses deux moitiés, si préalablement l'une a été passée dans une dissolution d'alcali caustique ; cette partie ayant subi une espèce d'affinage et de retrait, acquiert une élévation de ton et une vivacité extraordinaire de nuance. Ce traitement du coton, auquel on a donné le nom de *procédé Mercer* à l'exposition de 1851, avait déjà été indiqué par notre regretté collègue M. Persoz, en 1846. On lit en effet, dans son ouvrage sur *la Teinture et l'impression des tissus*, p. 310, le paragraphe suivant : « Les alcalis, la chaux, la potasse, la soude, les carbonates potassiques et sodiques en contact avec le ligneux, agissent différemment sur ce principe immédiat suivant qu'ils sont étendus ou concentrés, carbonatés ou caustiques, à l'abri ou au contact de l'air. Les alcalis caustiques en dissolution étendue, de même que les alcalis carbonatés en dissolution concentrée, n'ont en général qu'une action très-faible sur le ligneux, qu'ils n'altèrent pas sensiblement ; mais ce dernier est au contraire fortement contracté par les alcalis caustiques et concentrés. Pour s'en convaincre, il suffit de verser sur une toile quelques gouttes de potasse ou de soude

en solution concentrée, on verra le tissu se crisper par suite du retrait qu'éprouve la fibre sur le point où elle a été touchée par les alcalis. »

Et à la page 71 du troisième volume du même ouvrage, l'auteur dit : « Si la dissolution est étendue, le coulage est presque inévitable, et si, au contraire, elle est concentrée, il n'est pour ainsi dire pas à craindre, attendu que, par un effet qui leur est particulier, les solutions alcalines de potasse jouissent de la propriété de contracter les fibres et de leur faire éprouver un retrait tel que les matières qui se trouvent dans leurs pores s'y enchâssent. »

Quant au procédé de Rahn-Mercer, il est indiqué dans les termes suivants :

« On foule les tissus dans une dissolution de soude ou de potasse caustique à 15 degrés, et marquant 60 à 70 degrés Twadell, puis on lave à l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et à l'eau pure ensuite. Les fibres acquièrent alors de la force, le tissu diminue de surface et prend beaucoup mieux la matière tinctoriale; au lieu de soude et de potasse, on peut employer le chlorure de zinc à 14 degrés Twadell, et à une température de 65 à 72 degrés centigrades. »

Indication de certains emplois des fibres contractées du coton.

Malgré la propriété remarquable, si nettement indiquée par M. Persoz bien avant la première exposition universelle, et le retentissement obtenu par l'utilisation de cette propriété depuis l'exposition de 1851, elle paraît être restée stérile et sans application industrielle sérieuse. On a objecté la dépense, composée, d'une part du prix du corps employé, de l'autre de la diminution de volume ou de surface que fait éprouver ce procédé aux fils ou aux étoffes en les contractant et les affinant. Nous avons cependant lieu de supposer que ce moyen de préparation n'a pas été entièrement délaissé, et qu'entre autres usages, on a dû s'en servir en Angleterre pour donner une apparence particulièrement

flatteuse à certains velours de coton en pièces et en rubans, recherchés pour être substitués parfois aux velours de soie. Nous ne saurions nous prononcer d'une façon absolue à cet égard, attendu que la fabrication en question est concentrée dans quelques établissements seulement de la Grande-Bretagne, et tenue très-secrète. Mais ce que nous pouvons affirmer, c'est que nous sommes arrivés au même but sur des échantillons de velours d'Amiens que nous avons soumis, à l'état écru, aux expériences nécessaires, afin de nous édifier sur la valeur de notre hypothèse, d'une vérification pratique très-aisée. Il suffit de bien purger et laver l'étoffe, de la soumettre au traitement de la dissolution alcaline avant de la teindre à la manière ordinaire; on obtiendra infailliblement de fort beaux produits [1]. Il reste à calculer si le perfectionnement du résultat augmente suffisamment sa valeur aux yeux des consommateurs pour compenser la dépense qu'il exige.

Nous avons également obtenu des espèces de crêpes de coton en soumettant à ces mêmes bains d'alcali caustique des tissus fond toile à fils très-espacés, comme ceux d'une gaze ou d'un barége. La contraction fait disparaître les vides et produit une ondulation ou crêpage provenant de la différence de retrait des deux systèmes de fils, chaîne et trame. Nous citons ces résultats à titre d'indications, afin de stimuler de nouvelles recherches pratiques dans cette direction.

CHAPITRE XI

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES MATIÈRES TEXTILES.

Les divers caractères physiques des matières filamenteuses suffisent en général pour les faire distinguer les unes des

[1] Ces effets des alcalis caustiques ne sont pas indentiques sur toutes les couleurs. Ils réussissent mieux par exemple sur les garances que sur les autres rouges.

autres lorsqu'elles sont à l'état naturel, sans préparation, apprêt ni altération sensible. La constatation de la forme normale à l'œil nu, à la loupe, et au besoin au microscope avec un grossissement modéré, soit de la substance sèche, soit humectée d'eau, de glycérine, ou d'un liquide gras, ne peut laisser de doute. Et s'il ne s'agit que de reconnaître les origines, la combustion, la façon dont elle a lieu, l'odeur qu'elle répand, pourront servir d'indications presque toujours suffisantes. La matière animale, on le sait, se consume avec boursouflement et dégage l'odeur particulière de la corne brûlée, la substance végétale brûle avec clarté, sans donner de dépôt ni d'odeur sensibles. Mais lorsque les filaments textiles, purs ou mélangés entre eux, ont subi les transformations auxquelles la plupart des produits sont soumis, les caractères extérieurs apparents sont souvent effacés. La laine, le coton, le lin et la soie sont aujourd'hui si fréquemment mélangés qu'il n'est pas toujours aisé de les distinguer. La difficulté augmente avec les substances d'un même règne, et les parties ou organes d'où les filaments sont extraits ; il est par suite moins aisé de distinguer entre eux le lin, le chanvre, le china-grass, le jute, etc., tirés tous également des tiges, que de faire la différence entre eux et le duvet du cotonnier.

Ces distinctions sont d'autant plus délicates à établir qu'au point de vue chimique, presque toutes les matières textiles amenées à l'état de cellulose pure sont un composé de :

Carbone.	42,11
Oxygène.	52,83
Hydrogène	5,06

Ces proportions varient parfois avec le plus ou moins de pureté de la substance analysée.

Il y a également une grande analogie, si ce n'est une identité complète, entre la composition chimique des laines et celle de la soie.

	Carbone.	Oxygène.	Azote.	Hydrogène.
Composition des laines pures.	53,70	31,20	12,30	2,80
Soies	50,69	34,04	11,33	3,94

La science indique un certain nombre de moyens différents pour établir la distinction des substances textiles entre elles, quelqu'intimement qu'elles soient combinées. Voici le résumé de ces moyens.

Lorsque le microscope et la combustion ne suffiront pas, soit parce que la matière aura été mélangée et combinée de façon à se marier intimement, soit parce qu'elle a une grande analogie dans sa composition, on a recours à l'un des procédés suivants :

1° On place la matière à déterminer dans une éprouvette avec du papier tournesol bleu, et l'on chauffe. La réaction acide par le passage du papier bleu au rouge indiquera une substance végétale ; s'il n'y a pas d'action sur le papier bleu, mais qu'il y en ait sur le papier rouge, qu'il soit ramené au bleu, la matière sera d'origine animale. On sait d'ailleurs que les acides plus ou moins concentrés dissolvent les matières végétales, et n'ont pas d'action sensible sur les substances animales. C'est sur ces propriétés qu'est basé le procédé dit de l'*épaillage chimique* des lainages qui a pour but de détruire dans les tissus de laine les traces de végétaux en passant la pièce dans un bain acide et en la séchant à une haute température afin de carburer les traces des végétaux. (Voir Traité du travail des laines peignées.)

2° On fait bouillir la substance à analyser dans un liquide composé de 5 parties de potasse ou de soude et de 100 parties d'eau, le coton est à peine altéré par cette ébullition, tandis que la soie se dissout ; mais cette dissolution est parfois lente lorsque la soie a subi certaines teintures [1].

3° Pour éviter cet inconvénient, MM. Lebaillif et Lassaigne ont proposé de faire bouillir la substance dans une solution d'azotate de protoxyde de mercure qui teint la soie en une nuance amarante, tandis que le coton reste incolore ; mais ce

[1] Pour opérer plus sûrement sur les échantillons teints, il est convenable d'enlever au préalable les matières tinctoriales, les mordants, etc., en les faisant bouillir dans de l'eau étendue d'acide oxalique ; les corps étrangers disparaissent et la substance textile reste sans altération.

procédé ne peut convenir que pour la substance non teinte, ou à peine nuancée ; la même objection s'applique au procédé de M. Maumené, qui a proposé de substituer le chlorure de zinc à l'azotate de mercure : il n'y a de différence que dans la coloration ; le chlorure de zinc qui ne nuance pas la matière végétale, teint la soie en noir. D'autres ont proposé l'acide azotique étendu, combiné à l'action de la chaleur ; les fils d'origine animale sont alors nuancés en jaune, tandis que ceux du règne végétal restent incolores.

4° Pour distinguer la laine de la soie, M. Lassaigne a proposé de se servir d'une dissolution froide d'oxyde de plomb par la potasse ou la soude. Ce réactif noircit la laine qui contient toujours du soufre, et ne change pas la nuance de la soie. Si les filaments sont teints, il faut détruire la nuance au préalable par un moyen convenable.

5° M. le professeur Stefanelli, après la découverte de M. Schweitzer, de la propriété qu'a l'ammoniure de cuivre de dissoudre la cellulose et la soie, et de M. Sclanberger, qui a constaté que l'ammoniure de nickel la dissout également, mais n'attaque nullement la cellulose, emploie le procédé suivant : « Il verse sur la substance, contenue dans une éprouvette, 10 à 12 centimètres cubes d'ammoniure ordinaire de cuivre, portant un excès d'ammoniaque, et agite le tout. La soie pure se dissout en quatre ou cinq minutes, à moins qu'elle ne soit teinte en noir ; le coton, au contraire, est beaucoup moins soluble que la soie dans ce réactif ; il en reste une partie, qui se précipite de suite. Mais ce moyen n'est pas très-sûr, car il n'est appréciable que si les quantités sur lesquelles on opère ne sont pas trop petites, et aussi parce que la laine se dissout également dans l'ammoniure du cuivre au moyen d'une agitation prolongée. »

L'auteur, après avoir fait agir la solution pendant quatre ou six minutes sur la substance à analyser, étend la liqueur avec de l'eau ; lorsqu'il observe un précipité, il décante ; il y verse alors de l'acide azotique du commerce jusqu'à ce qu'il ait fait disparaître la nuance bleu foncé, et ajoute même un petit

excès d'acide. On pourrait remplacer l'acide azotique par l'acide chlorhydrique, mais il ne faudrait pas employer une quantité surabondante de ce dernier, qui pourrait redissoudre tout ou partie de la cellulose très-divisée qu'il aurait d'abord précipitée, et rendre ainsi l'expérience incertaine et même erronée.

Si l'on opère comme il vient d'être dit, il se forme aussitôt, dans le cas où le mélange contient du coton, une certaine quantité de flocons très-légers, blancs ou peu colorés, uniquement composés de cellulose plus ou moins modifiée, ou de cellulose mêlée à de la substance qui la teignait. Si la substance était de la soie pure ou mélangée à de la laine, on n'aurait vu se former, au moins pendant un certain temps après l'addition de l'acide, aucune quantité sensible de précipité. En ajoutant une plus grande proportion de réactif et en prolongeant l'action, on dissoudrait entièrement le coton, que l'on pourrait ensuite précipiter de nouveau par l'acide ; la laine formerait un dernier résidu. La dissolution du coton se présente d'ailleurs en masse gélatineuse, tandis que celle de la laine conserve plus longtemps la forme de filaments.

6° M. Persoz fils a découvert un moyen plus simple et par conséquent plus à la portée de l'industrie courante, pour distinguer la soie, la laine et le coton contenus soit dans un même mélange, soit dans une même étoffe ; il consiste dans l'emploi du chlorure de zinc. Ce réactif détruit facilement la soie, et n'a pas d'action sur la laine ni sur les fibres végétales, de telle sorte, que si on a un mélange de ces différentes substances, on pourra dissoudre d'abord la soie dans le chlorure de zinc ; puis détruire la laine au moyen de la soude, de manière à ne conserver que les fibres végétales.

7° S'il s'agit de distinguer certaines fibres végétales entre elles, telle que le coton du lin, par exemple ; si l'observation microscopique ne pouvait avoir lieu ou était insuffisante, il suffirait de plonger les deux matières dans une huile limpide ou dans la glycérine ; le lin deviendrait alors translucide, par suite de l'action capillaire du liquide entre ses faisceaux mi-

croscopiques, tandis que le coton resterait relativement opaque.

8° Les mélanges de lin, de phormium et de substances analogues peuvent se distinguer, d'après les recherches de M. Vincent, de la manière suivante : on soumet au chlore liquide, pendant une minute, les matières à reconnaître, on les étend sur une assiette en porcelaine et on les arrose de quelques gouttes d'ammoniaque ; il y a coloration en brun foncé du phormium ; les nuances déterminées sur le lin et le chanvre sont beaucoup plus claires ; ce sont des teintes brun clair, orange et fauve, qui ne peuvent se confondre avec la coloration du brun rougeâtre du phormium et du jute. Mais ce procédé n'est à peu près efficace que lorsqu'il s'agit de fibres ou de fils écrus ou imparfaitement blanchis, car à l'état de blanchiment parfait ou de cellulose pure, les différences de teintes sont insensibles à la réaction.

Procédé de M. Vétillart. — 9° M. Vétillart est parvenu à distinguer les matières végétales entre elles ; ses moyens d'investigation lui permettent d'indiquer dans des mélanges de chanvre et de lin, de jute et de chanvre, de lin et de jute, etc., non-seulement la présence de chacune de ces substances mais encore le rapport des quantités mélangées.

Le procédé remarquable dont nous nous occupons repose sur des observations microscopiques combinées à une réaction chimique. Ces observations microscopiques de M. Vétillart, qui portent sur les fibres longitudinales et sur des coupes transversales, confirment les caractères des filaments que nous avons trouvés nous-même en opérant, ainsi que nous l'avons fait depuis longtemps déjà, sur les deux sens des brins élémentaires comme le montrent les figures de la Pl. II. A cet examen, l'auteur du procédé ajoute une réaction chimique qui peut fournir deux indications distinctes l'une de l'autre d'une façon aussi nette que possible. L'acide sulfurique et l'iode dont il se sert donnent une coloration tantôt bleue, tantôt jaune, selon la nature de la substance ; ces colorations sont vives et si nettes de nuances qu'il est impossible d'hésiter. On remarque ces nuances aussi bien dans la coupe que sur la longueur des

fibres. Pour opérer on prend des faisceaux de fibres de six à huit centimètres de longueur et l'on en tire quelques-unes, on les isole en les dressant, puis on les dispose longitudinalement sous le microscope en les imbibant, pour les rendre transparentes, d'un liquide tel que la glycérine, une solution de chlorure de calcium, etc., puis on les recouvre d'un verre mince.

Quand il s'agit de la préparation à l'iode, on dissout une partie d'iodure de potassium dans 100 parties d'eau distillée, et l'on ajoute de l'iode au liquide.

Après quelques minutes d'imbibition des filaments dans une goutte de solution on enlève celle-ci avec du papier à filtrer et par un côté du verre qui recouvre, on introduit quelques gouttes d'acide sulfurique étendu d'eau ou de glycérine, et l'on en absorbe l'excès qui passe du côté opposé par du papier à filtrer. Il faut chasser par ce moyen tout l'iode en excès.

L'acide sulfurique ne doit pas être trop concentré parce qu'alors il dissoudrait la cellulose en la gonflant, et déformerait complétement la préparation. Trop étendu, au contraire, son action serait nulle sur la cellulose.

Pour examiner la coupe transversale de la fibre il faut comme précédemment opérer avec l'iode et l'acide sulfurique.

Les filaments à préparer dans leur longueur doivent avoir subi préalablement un lessivage ou un certain blanchiment. Si les filaments à essayer sont écrus il faut les faire bouillir dans une dissolution de soude ou de potasse contenant 5 à 10 pour 100 d'alcali; ils doivent être alors lavés avec le plus grand soin et séchés complétement.

Les fibres du *lin* se colorent en bleu par l'iode et l'acide sulfurique, quelquefois en lie de vin, le canal se colore en jaune. Les coupes transversales de la même substance prennent une teinte bleue et le centre devient jaune.

Les fibres de *chanvre* se colorent en bleu ou en bleu verdâtre par l'iode et l'acide sulfurique, ses coupes transversales en jaune près du bord et le reste en bleu ; pas de couleur jaune au centre.

Le canal central du *coton* se colore en bleu par l'iode et

l'acide sulfurique, les coupes transversales prennent une teinte bleue avec des taches jaunes à l'intérieur et à l'extérieur.

Le canal central du *jute* se colore en jaune plus ou moins foncé, ses coupes transversales en jaune ou en jaune foncé sur les bords de chaque polygone.

Le *jute* très-blanc se colore en blanc sale ou verdâtre.

Les fibres longitudinales du *china-grass* se colorent en bleu, ses coupes transversales en jaune brun.

Le *Phormium tenax* se teint en jaune d'autant moins foncé que la fibre est plus blanche ; ses coupes transversales se colorent en jaune.

Ces indications fournies par les réactifs jointes à la constatation des caractères des fibres élémentaires, tels que nous les avons indiqués, servent à la détermination de la nature des substances, surtout lorsque le procédé est appliqué par un expérimentateur aussi habile que M. Vétillart. Nous devons faire remarquer que la note succincte qui précède n'a pour but que de faire connaître les principes sur lesquels repose le procédé. Pour s'en servir avec sûreté, des précautions et des soins nombreux joints à une expérience spéciale sont indispensables. Ainsi qu'on l'a vu le degré du plus ou moins de concentration des réactifs n'est pas indifférent. La manière d'obtenir les coupes transversales des fibres exige des préparations délicates et des soins minutieux ainsi que nous l'avons constaté nous-même pour représenter les coupes de la planche II. Ces difficultés pratiques peuvent être d'ailleurs surmontées après un certain nombre d'essais. Le procédé de M. Vétillart dote les industries textiles d'un nouveau moyen précis d'investigation qui, dans certains cas, peut rendre des services sérieux.

CHAPITRE XII

CHOIX ET ASSORTIMENT DES COTONS EN RAISON DE LA FINESSE ET DU GENRE DES FILS A PRODUIRE.

Les fils demandés par le commerce varient de finesse ou de titre, du n° 1 à 200 et plus, c'est-à-dire que le filateur doit filer une échelle de produits telle, qu'avec un même poids de coton de 500 grammes il atteigne à volonté une longueur de fils de 1000 à 200,000 mètres, dont les extrêmes présentent, par conséquent, une différence de diamètre de 1 à 200, et de valeur, dans les temps normaux, de 2 francs pour le plus bas titre et de 28 à 30 francs pour le numéro le plus élevé. L'écart des prix de la matière première varie, en moyenne, en temps ordinaire, de 40 centimes à 10 francs le kilogramme. Disons que le chiffre le plus bas correspond aux déchets de certains cotons, les filaments neufs valant au moins de 1 fr. 08 c. à 1 fr. 80 c. le kilogramme, vendus aux usines, dans les temps ordinaires. Il s'agit donc, au point de vue absolu, avec des matières premières dont la valeur présente un écart de 1 à 25, d'obtenir une série de produits dont la différence de valeur varie de 1 à 15 et plus. Remarquons toutefois qu'envisagée sous le rapport de la pratique courante et de la grande production, cette échelle peut être resserrée dans des limites comprises entre les n°s 10 et 150 ; ces finesses diverses en renferment d'ailleurs qui sont d'un bien plus grand usage les unes que les autres. La plus grande consommation a lieu dans les titres compris entre les n°s 20 et 40, employés pour les calicots à usage de linge et d'étoffe pour impression, et pour les articles d'habillement, surtout pour vêtements d'homme. De 40 à 130, la plus grande application consiste dans les spécialités pour blanc, les

nansouks, jaconas, brillantés, bazins, organdis. Au delà commence l'emploi aux mousselines de toutes espèces ; aux fils à coudre, aux étoffes à mailles, à la bonneterie etc. ; cette dernière série comprend depuis les numéros les plus ordinaires jusqu'aux plus élevés, en fils simples, doubles, triples, quadruples et même quintuples. Il en est de même des fils glacés, blancs, noirs ou de couleur, employés à divers produits, notamment aux étoffes en soie et coton pour ameublements. On fait dans cette catégorie une vingtaine de numéros au moins doubles et retordus depuis le n° 16 jusqu'au n° 200, à 2 et à 3 bouts.

La production des divers articles fabriqués avec des fils du n° 25 au n° 150 est, en général, sous le rapport des quantités, en raison inverse de leur finesse et de leur valeur ; c'est-à-dire que la masse des produits ordinaires et surtout des calicots écrus obtenus avec des fils du n° 26 au n° 28 est bien plus importante que celle fournie par les finesses dépassant ce dernier titre.

A côté des considérations qui permettent de condenser en quelque sorte le nombre des variétés de fils, d'autres sont à faire entrer en ligne de compte, lorsqu'il s'agit de se décider sur la nature et la qualité de la matière à employer. Il est nécessaire de caractériser le produit et d'indiquer sa destination ; si le fil sera simple, double ou multiple, retordu, gazé ou glacé. Il faut savoir s'il doit former de la chaîne, de la demi-chaîne ou de la trame, être teint en fibres, fils ou tissus, pour linge, toile imprimée, teinte pour articles de nouveauté, en fils rectilignes serrés ou tricots, ou s'il devra servir à faire du tulle, des fils à coudre, des fils câblés pour remisses, etc... En d'autres termes, si, pour une même finesse, le fil sera destiné à supporter plus ou moins de fatigue, s'il doit être plus ou moins lisse, si, par conséquent, la matière première doit être fournie par telle ou telle catégorie de la même variété, et recevoir une torsion forte ou faible par unité de longueur.

Toutes choses égales d'ailleurs, la finesse des fibres ou des

lainages en coton, comme l'on dit quelquefois, doit être en rapport avec celle des fils à produire.

Si l'on fait observer que la longueur des plus fines varie de 0m,020 à 0m,045, et celle des plus courtes de 0m,010 et 0m,022, on aura un écart de 0m,0,035. A ces différences il faut ajouter celles de la force, de l'élasticité et de la netteté, moins faciles à préciser, quoique leur intervention ait sa part d'influence sur les transformations et la valeur des résultats. Mais le degré d'élasticité et de force étant, en général, proportionnel à la finesse et à la longueur des fibres déterminées par des observations directes, nous pouvons nous borner à en indiquer les applications pratiques, dans les cas les plus généraux. Il suffit d'établir, d'une part, la valeur de la matière première basée sur les principales variétés, de l'autre, celle des produits; on aura ainsi des catégories qui fixeront d'une façon générale sur la destination des diverses qualités des cotons.

Un tableau de ce genre ne pouvant être qu'un résumé des variétés des matières premières employées, nous devons le faire précéder de quelques observations.

A la tête des contrées productrices se trouvent les **Etats-Unis** d'Amérique, et au premier rang, sous le rapport de la qualité, le fameux coton *sea island*, dont le géorgie longue soie est le type le plus remarquable. Il est caractérisé par des fibres de longueurs comprises entre 0m,020 et 0m,045, des finesses de 1/60 à 1/150 de millimètre et par une flexibilité hors ligne démontrée par la fig. 1, Pl. II. La production de cette qualité dans les temps normaux atteint au maximum 60,000 balles.

Cette espèce est, en général, divisée en six ou huit catégories, désignées chacune par une lettre, comme nous l'avons indiqué précédemment.

Ces qualités diverses, provenant de triages et de classements les plus soignés faits sur les lieux mêmes par les ouvriers les plus habiles, renferment à leur tour encore plusieurs choix. La valeur varie nécessairement avec l'abondance des récoltes et les conditions du marché. Depuis près de vingt ans, le prix a été rarement au-dessous de 3 fr. 50 c. pour la moins belle qua-

lité du type A, et s'est élevé parfois au delà de 20 francs pour l'extra ou *non pareil* résultant d'une sélection faite avec un soin tout particulier dans les meilleures sortes. Il y a un écart moyen de 1 franc à 1 franc 50 c. d'une catégorie ordinaire à l'autre. Les plus belles correspondent, bien entendu, aux plus grandes finesses.

Immédiatement après les cotons géorgie longue soie vient, par rang de qualité, le jumel d'Egypte désigné en Suisse sous le nom de *mako*. Les plus beaux choix de cette espèce et les mieux récoltés, considérés en masse, ont cependant des fibres moins fines, moins longues, moins homogènes et moins souples que le précédent. Les longueurs des fibres de ce genre varient de $0^m,020$ à $0^m,40$, et leur finesse peut être de 1/40 à 1/100 de millimètre; le *mako* se mélange parfois dans une certaine proportion avec les derniers types du géorgie pour des fils fins, surtout depuis que ces filaments sont préparés au peignage.

Parmi les autres contrées qui fournissent une certaine quantité de longue-soie se trouve l'Algérie. La qualité de ses cotons rivaliserait avec celle des plus beaux s'ils ne manquaient un peu de ténacité; viennent ensuite Porto-Rico, Cayenne, divers cotons du Brésil, entre autres le *camouchi*.

La Guadeloupe et la Martinique, la première surtout, fournissent de beaux longue-soie mais en trop petite quantité.

Les cotons du Pérou, *pisco*, *élias*, *somanco*, *casmao*, etc., présentent de la ténacité, de la netteté, mais sont encore irréguliers et manquent de souplesse et d'homogénéité dans la masse.

Les destinations des diverses catégories dont nous venons de parler sont déterminées d'une façon assez précise par l'expérience; celles du géorgie pur sont principalement employées à des filés pour chaînes du n° 100 à 300. Les finesses des n^{os} 600, produites exceptionnellement comme nous l'avons dit déjà, sont obtenues avec la qualité dite *non pareille*. Celles comprises entre 70 et 150 sont parfois formées par un mélange de géorgie avec 20 à 25 pour 100 de jumel; celui-ci est employé pur avec succès aux numéros 60 à 85.

Les longue-soie des autres provenances sont plus communé-

ment réservés aux fils de trame de grande finesse, et les cotons du Pérou plus spécialement aux articles de la bonneterie destinés à être teints en laine avant le filage. La force spéciale de ces filaments leur permet de résister à l'action énervante de la teinture préalable.

Les cotons courte soie première qualité, placés immédiatement après les précédents, sont le *louisiane*, le *nouvelle-orléans*, le *géorgie*, le *mobile*, le *caroline*, le *tenessee*, etc. Ces sortes, classées en diverses catégories et qualités, sont surtout employées aux fils de chaîne du n° 26 au n° 40 et aux trames ou tissure jusqu'au n° 65 ; leurs fibres peuvent varier de 0m,016 à 0m, 021, et leur finesse est à peu près celle de la précédente variété. Ces cotons blancs, légers et réguliers, complètent les principales sortes de l'Amérique.

Les cotons de l'Amérique du sud livrés au commerce sous les noms de *fernambouc*, *bahia*, *maragnan*, *surinam*, *cayenne*, *carthagène*, etc., se font remarquer par la finesse, la régularité et la propreté des fibres ; leur longueur est d'environ 0m,028 à 0m,032. Ceux du Brésil sont trop souvent composés de filaments ternes, irréguliers, mal nettoyés ; ils sont, par conséquent, d'une valeur inférieure.

On tire des Indes-Occidentales les variétés connues sous les désignations de *bahama*, *barbades*, *haïti*, *curaçao*, *grenade*, *saint-Vincent*, *guadeloupe*, *tabago*, etc., caractérisées par des fibres fines, longues et d'une teinte jaunâtre.

Les duvets qui viennent aux derniers rangs, à peu près *ex æquo*, quoique leurs caractères et qualités ne soient pas les mêmes, sont ceux que l'on pourrait désigner, dans une classe à part, sous le nom de cotons à *très-courte soie*, que fournissent tous les cotons de l'Inde, sauf des exceptions présentées entre autres par les dhollerah, composés d'une quantité notable de fibres très-longues. Les cotons du Levant et de la Chine, dont les fibres sont les plus courtes, présentent des finesses sensiblement variables. Ceux de l'Inde contiennent depuis les plus grosses fibres jusqu'aux plus fines ; la présence de ces dernières, triées et transformées à part, explique les magni-

fiques produits du travail à la main des Indiens. Si leur substitution aux filaments les plus ordinaires des États-Unis est désavantageuse, c'est d'abord parce que le règlement des organes des machines à filer présente certaines difficultés et ne permet pas de travailler simultanément et également bien des longueurs variant de $0^m,010$ à $0^m,040$ (voir le tableau chap. v), ensuite à cause de l'état impur et mélangé dans lequel ces cotons arrivent parfois encore sur les marchés de nos contrées. Ils contiennent une quantité notable de graines, de feuilles et, ce qui est plus extraordinaire, une foule d'autres corps, chiffons, ficelles, poussière, pierres, etc. De plus, les balles, extrêmement dures, condensées par la pression, sèches en apparence, laissent dégager au déballage une quantité d'humidité telle, qu'il est indispensable de procéder, avant toute autre opération, à un séchage préalable. Cette humidité anormale et constante provient sans doute de ce que le coton a été très-mouillé au pressage.

§ 1. — Considérations spéciales aux cotons de l'Inde.

Les cotons de l'Inde nous arrivent sous les noms de *surate*, *bengale* et autres dénominations, telles que *tinevelly*, *oomrawuttee*, *broach*, etc. Ils sont loin d'être parfaitement classés ; on les emploie faute de mieux à des destinations ordinaires.

L'emploi des cotons de l'Inde donne lieu à un déchet préalable plus ou moins considérable qu'ils auraient dû subir sur les lieux de la récolte. Une fois débarrassés de ces impuretés, leur infériorité résulte de leur nature et de ce qu'ils sont en général cultivés sur un sol moins favorable qu'aux États-Unis, et par des agriculteurs qui n'ont pas l'expérience de ceux de l'Amérique [1].

Les climats de l'Inde où se cultive le coton sont d'ailleurs

[1] Un savant anglais, le docteur J.-W. Mallet, a cherché à déterminer les conditions atmosphériques, climatériques et géologiques les plus fa-

très-variables, et l'époque des semailles et des récoltes change sensiblement suivant les localités. Les *broach*, *dhollerah*, *oomrawuttee*, etc., semés en juillet, après le détrempage des terres par les pluies et les moussons, récoltés, suivant les saisons, de décembre à janvier, arrivent à Bombay de janvier et février à juin, et le reste, après la mousson, de septembre à janvier. Les *dharvar* et les *compta*, semés en septembre et octobre, parviennent en petite quantité à Bombay, avant la mousson (juin); le reste de la récolte est livré ensuite à cette capitale de septembre à février. Nous devons ces renseignements et ceux qui vont suivre sur l'intéressante question de la production des cotons dans l'Inde, à divers négociants anglais et français de Bombay. Il en résulte que c'est la présidence de Bombay qui correspond au plus grand nombre de districts cotonniers; ces districts sont Guzérati et Kattiawar, dont les cotons sont désignés sous les noms de *broach*, *dhollerah*, *berar*, *oomrawuttee*, *kandisch*, *bassee*, *dharwar* (sawgined dharwar [1], compta, vingola), *cutch*, *scinde*.

L'ensemble de ces divers districts a fourni environ 1,200,000 balles en 1861 et 1,350,000 en 1862, de 150 à 180 kilogrammes chacune. Depuis lors la production a été constamment dans une progression telle, qu'en 1872 elle avait atteint environ 1,750,000 balles.

Le quart de ces cotons est en général consommé à l'intérieur, les trois quarts restants sont dirigés sur les ports; mais l'élévation du prix amène une diminution de consommation à l'intérieur et une élévation dans l'exportation. En outre des principales localités indiennes que nous venons d'indiquer, Bombay reçoit de Chine et du Japon et de divers autres points une certaine quantité de cotons.

Parmi les produits de graines indigènes, le commerce con-

vorables, pour la culture du coton, dans un ouvrage publié en 1862 sous le titre de *Cotton; the chemical, geological and meteorological conditians involved*, in its *successful cultivation*.

[1] Ce coton est appelé *sawgined*, parce qu'au lieu d'être épluché à la façon indienne il l'est par le *sawgin* américain.

sidère le broach comme le meilleur, et le *jambooseer* est la sorte la plus estimée des broach. L'*hingenhaut* vient ensuite; c'est la meilleure variété des oomrawuttee; la soie en est longue et très-fine, et le classement en est beau. L'*akote*, également du district de Bérar, est loin de valoir le précédent, mais il est meilleur que l'oomrawuttee; ces deux sortes, souvent mélangées, donnent une moyenne ordinaire. Les *kandisch* et les *bassee*, livrés en général pour des oomrawuttee, sont courts et d'une qualité inférieure.

La famille des dhollerah est nombreuse; elle comprend : les *bhownuggur*, les *mowa*, *vrawul*, *mangarol* et *parebemder*; c'est probablement à ces divers mélanges qu'il faut attribuer les différences extraordinaires dans les dimensions des fibres livrées sous le nom uniforme de *dhollerah*.

Les *cutch* ressemblent beaucoup au dhollerah et sont vendus sous son nom.

Les *compta* sont bons; leurs fibres, tenaces et longues mais un peu rudes et grossières, manquent de soins dans leur classement.

Le *vignola* est de la même nature que le précédent, mais il est plus net et un peu jaunâtre.

L'infériorité des cotons de l'Inde, provenant, comme nous l'avons dit déjà, du climat, de l'insuffisance des soins apportés à la culture, à l'égrenage et aux classements, se modifie chaque jour, par l'emploi, sur les lieux mêmes de la récolte, de meilleures machines à éplucher et à épurer, de façon que les brins ne nécessitent plus qu'une espèce de désagrégation ou ouvrage pour être transformées ensuite à la carde. Nous ne serions pas si affirmatif si nous n'avions vu expérimenter avec succès une machine destinée à ces résultats.

Si, de plus, les appareils à préparer parviennent à traiter les filaments de façon à les trier par longueurs et finesses, alors les cotons de l'Inde seront à leur tour peut-être aussi recherchés qu'ils ont été dédaignés pour le travail automatique, et la production de cette contrée acquerra une place tout à fait remarquable dans l'approvisionnement des usines européennes et

indiennes, attendu que des compagnies anglaises montent des filatures dans l'Inde ; elles sont destinées principalement aux fils d'emploi courant tandis que les fils extra-fins pour mousseline dites de Dacca se filent à la main.

Le tableau suivant donne les destinations des diverses espèces de coton, d'après les errements les plus généralement suivis, et les moyennes des prix courants.

Tableau résumant les prix au kilogramme pendant le 1er semestre de 1874 et les destinations des divers cotons du commerce.

ORIGINES des COTONS	PRIX.	FINESSES extrêmes DES FILS.	DESTINATIONS DIVERSES DES FILS.	PRINCIPAUX SIÉGES de transformation.
Déchets des déchets.	0,30 à 0,40	N° 1 à 4		
Premier déchet..... (1)	0,40 à 1,00	N° 4 à 10	Articles pour doublures et vêtements d'homme.	Laval Flers, etc.
Cotons de l'Inde...	6 classements valant de 1,08 à 1,80	N° 10 à 20	Articles pour doublures et vêtements d'homme en qualité supér.	Laval et Flers.
			Velours de coton.	Amiens.
			Cretonne écrue...	Saint-Quentin.
			Toiles de ménage et art. pour vêtements de fatigue.	Mayenne, Evreux.
			Calicots écrus...	Troyes, St-Just, Paris, Falaise, Alsace, Vosges et Normandie.
États-Unis, courte-soie, tels que louisiane, mobile, géorgie, floride.....	9 classements valant de 1,58 à 2,60	N° 20 à 40	Pour mouchoirs et robes.....	Rouen, Bolbecq, Bretagne et Vendée.
			Chaîne nansouk et jaconas.....	Saint-Quentin, Alsace, etc.
Jumel pur, jumel et louisiane.....	7 classements valant de 2 à 2,70	N° 40 à 70	Chaîne pour les tissus tramés laine et le linge damassé.....	Roubaix, Sainte-Marie, Picardie, Lyon et le département du Rhône, etc.
			Doublés et retordus pour vêtements d'homme.	Laval et Mayenne,
Pérou, mer du Sud.	de 1,84 à 2,44		Bonneterie.....	Troyes, St-Just, Falaise, etc.
			Tulle ordinaire ..	Calais et St-Pierre.
			Trames de jaconas, nansouks, brillantés, organdis.	Saint-Quentin, Alsace, Tarare.
Jumel purs ou mélangés avec une certaine proportion de géorgie, L. S. pour les plus grandes finesse de cette catégorie...		N° 40 à 60	Pour tulles, filets.	Lille, Calais, Roubaix et le Nord.
			Guipures en fils multiples et retors pour bonneterie	Paris, Troyes, St-Just, la Normandie et le département de l'Oise.
Géorgie, longue soie, non compris les choix extra.....	6 classements ordinaires de 2 à 8 fr.	N° 150 à 300 simples pour chaîne et trame, blanc, retors, gazés, écrus ou blanchis.	Mousselines unies ou façon., gazes diverses, broderies, lingeries..	Tarare, Alsace.
			Tulles, imitations, fils à coudre, filets	Lille, Calais, St-Pierre, etc,
L'Algérie en petite quantité se vend à peu près aux mêmes prix. Ces cotons sont employés purs ou mélangés, suivant les finesses.			Broderies.....	Le Nord et la Lorraine.
			Bonneteries supérieures.....	Paris, Troyes, départ. de l'Oise.
			Dentelles.....	Bayeux, Mirecourt, Cherbourg, Valenciennes, le Puy, etc.

[1] Ces cours sont ceux du marché du Hâvre.

§ 2. — Remarques générales sur les indications du tableau.

Nous avons fait précéder ce tableau de quelques remarques sur les matières premières mais nous sommes loin d'avoir épuisé la liste des divers cotons et celle de leurs destinations.

Ce que nous en avons dit suffit cependant pour donner une idée vraie des catégories de cotons et de l'échelle générale de leurs produits, nous devons ajouter au tableau les articles des produits mélangés de Paris, de Lyon, de la Picardie et du Nord où l'on emploie le coton pour des chaînes en fils simples, retors, gazés et glacés de presque toutes espèces de finesses dont les trames sont tantôt en laine cardée, peignée, simple, double ou retorse, tantôt en alpaca ou en soie, fantaisie ou bourres. Ces mélanges, à base de coton, étudiés avec soin, ont permis d'établir avec économie des tissus pour vêtements et pour ameublements lors de l'élévation alternative ou simultanée des cours des laines et des soies.

Ces combinaison très-répandues, dans lesquelles la chaîne est d'une nature et la trame de l'autre, sont rationnels et donnent des résultats satisfaisants dans la plupart des cas [1], il ne faut donc pas les confondre avec ceux où le praticien cherche à équilibrer les défauts et les qualités et à obtenir de l'homogénéité en combinant des cotons de diverses provenances, de même longueur de fibres mais dont les volumes et les ténacités varient ; on réunit en effet parfois les cotons fins et courts de l'Inde, par exemple, avec les duvets courts et gros du Levant.

[1] Nous indiquerons parmi les applications les plus récentes, des foulards, des satins, des étoffes pour ameublements, exécutées de telle façon que, bien que la trame seule soit en soie et la chaîne en coton, ces tissus ont une apparence aussi belle que s'ils étaient en soie pure. Nous pouvons citer également des articles dont les chaînes sont en bourre de soie et fantaisie, et les trames en fils de coton ; on fait entre autres de cette façon des étoffes très-recherchées pour parapluies.

C'est là une pratique trop ordinaire pour ne pas la mentionner, ne fût-ce que pour la critiquer et pour recommander d'y avoir recours le moins possible. Nous avons démontré, par les observations microscopiques d'une part, que les cotons en apparence les plus homogènes laissent à désirer sous le rapport de l'identité des caractères ; de l'autre part, par des expériences sur les qualités des produits, que les mélanges donnent presque toujours de mauvais résultats. Les fils offrent plus de ténacité avec une matière commune homogène, sans mélange, que lorsqu'elle est combinée, même à une espèce supérieure. (Voir chap. VII, § 3.)

Il y a là un fait sur lequel nous ne saurions trop appeler l'attention des praticiens précisément parce que la tendance est de plus en plus aux mélanges. On espère souvent corriger l'infériorité d'une espèce en la transformant avec une espèce meilleure. Nous craignons qu'il n'y ait là une erreur technique et économique.

C'est tout au plus si les mélanges de cette sorte sont tolérables pour les fils doublés et retors. Il est possible alors, par la réunion intime des deux, assemblés et fixés par la torsion, d'obtenir une qualité moyenne, résultante de celles combinées mécaniquement de la façon la plus étroite.

CHAPITRE XIII

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE DU COTON ET CONSÉQUENCES DES ÉVÉNEMENTS DE 1870.

L'importance du mouvement commercial et industriel peut s'apprécier par les documents officiels de la France et de l'étranger. Ils démontrent une progression constante dans l'im-

portation et la transformation du coton à partir du commencement du dix-huitième siècle. Les chiffres suivants donnent les quantités introduites et transformées à diverses périodes de ces cent soixante-treize années.

1700	environ	250,000	kilogrammes
1770	—	1,600,000	—
1787	—	4,000,000	—
1813	—	8,000,000	—
1820	—	20,000,000	—
1825	—	27,000,000	—
1836	—	34,000,000	—
1846	—	48,500,000	—
1856	—	86,000,000	—
1859	—	91,337,453	—
1869	—	124,331,265	—
1873	—	93,739,551	—

Le tableau ci-dessus fait embrasser d'un coup d'œil certaines conséquences des derniers événements sur l'industrie le plus profondément atteinte, celle du coton. Elles se résument par un amoindrissement de plus de 30 millions de kilogrammes dans la fabrication, si on rapproche les chiffres de 1869 de ceux de 1873. Cette différence est due surtout à la perte de l'Alsace faisant fonctionner près de deux millions de broches qui représenteraient plus que les quantités mentionnées si toutes ces broches filaient des numéros ordinaires, mais comme une certaine partie de cette production comprend les fils fins pour mousselines, tulles, nansouks, etc.., la matière première consommée n'atteint pas le chiffre auquel on arriverait pour des articles courants, des calicots par exemple. La production de ce nombre de broches de l'Alsace n'était pas exclusivement destinée aux tissages des articles de la localité, elle servait également à l'alimentation de toute la région de l'Est, celle-ci se trouve donc actuellement dépourvue d'une partie des fils indigènes pour faire battre ses métiers. Cette situation et la disparition presque complète des produits de luxe, mousselines imprimées et toiles peintes dont l'Alsace a

eu en tout temps le monopole à peu près exclusif, font comprendre les modifications profondes apportées par suite des événements à notre belle industrie cotonnière. Cette perturbation ressort d'une façon évidente en présence des chiffres suivants concernant notre commerce des articles de coton en 1869 et 1872.

L'importation des fils en 1869 a été de :	1,260,000 kilog.
Celle des tissus imprimés de :	1,800,000
Ensemble.	3,060,000
En 1872 l'importation des fils a été de :	5,026,000
Celle des tissus imprimés de :	11,900,000
Ensemble.	16,926,000

Différence en plus : 13,866,000 kilogrammes.

L'exportation des cotons sous diverses formes, relativement toujours peu considérable, a été en 1869 de 528,000 kilogr. pour les fils, et est tombée en 1872 à 377,000 kilogrammes. L'exportation des tissus a diminué dans la même proportion. Sur l'accroissement d'importation de 13,866,000, k., l'Alsace nous a vendu en 1872, en filés, 2,600,000, k., en tissus 7 millions, le complément a été fourni par divers pays ; si on ajoute que l'exportation des produits français en coton a décru de moitié, et que dans cette moitié les produits alsaciens francisés prennent une large part, on comprendra le fâcheux état auquel a été réduit notre industrie cotonnière et l'urgence d'y apporter un prompt remède. Au premier rang des moyens qui s'imposent en quelque sorte d'eux-mêmes, nous citerons la nécesssité de l'établissement de nouvelles filatures qui puissent affranchir nos tissus de l'alimentation en fils étrangers. Nous donnons entre autres, comme preuve de cette nécessité, la situation de l'industrie des velours de coton dont Amiens est le centre et le marché exclusif en France. C'est la seule ville manufacturière où les produits bruts de la consommation intérieure soient apprêtés. Or, jusqu'à présent, cette cité n'a aucune filature, et sur un débouché annuel assuré de 150,000 pièces

de velours au minimum pour le tissage desquelles il faudrait près de 4000 métiers, c'est à peine si la localité en possède quelques centaines. Cet écart entre les besoins et la production intérieure est comblé en grande partie par l'étranger. Mulhouse, qu'il nous faut bien ranger dans cette dernière catégorie, Manchester et l'Allemagne remplissent cette lacune ; il y a donc là un travail assuré qui nous échappe malgré la situation exceptionnellement avantageuse de la capitale de la Picardie. En effet, Amiens réunit les éléments les plus favorables ; en outre du monopole du marché et de la spécialité des apprêts dont nous venons de parler, et de sa position topographique tant sous le rapport de l'approvisionnement que des débouchés, elle est traversée par un canal important et est le centre de 12 lignes de chemins de fer ; les autres conditions recherchées dans l'industrie telles que l'habileté et l'expérience de la classe ouvrière, la nature des eaux pour les teintures et les apprêts, etc., etc., sont en faveur de cette cité. Il faut espérer que les besoins nouveaux résultant des événements de ces dernières années hâteront le développement si rationnel auquel cette localité a le droit de prétendre, et que les capitalistes comprendront tout ce que des entreprises de ce genre offrent de sécurité comme placements et d'avenir au pays. Espérons enfin que de toutes parts dans les régions industrielles spéciales on fera pour les toiles peintes, les basins, les piqués, etc., les efforts que Saint-Quentin vient de faire récemment pour les gazes et les mousselines et par lesquels il s'est vigoureusement relevé, et que ces efforts auront partout les mêmes résultats.

Estimation de la valeur de la production intérieure et de l'exportation en 1873. — Malgré l'amoindrissement de l'industrie cotonnière que nous venons de signaler, il lui reste cependant une importance que nous devons mentionner. Les chiffres suivants l'établiront. La matière première entrée en France, dont l'industrie a transformé 87,089,018 kilogr., représente une valeur de 189, 759, 609 francs dont les produits teints, imprimés, et entièrement terminés peuvent être évalués au moins à ..... 500,000,000 fr.

auxquels on doit ajouter des tissus et des passementeries en coton achetés à l'étranger pour..... 53,124,390 fr.
La valeur des cotonnades de toutes espèces s'élevait donc en 1873 à environ..... 553,124,390 fr.
dont l'industrie française a vendu à l'étranger toutes espèces de tissus pour une somme de 90,632,148 francs.

Il est à remarquer que le chiffre de l'exportation des cotonnades est de fait supérieur à celui compris dans l'article *tissus*, celui-ci ne mentionnant pas la lingerie et les objets d'habillement en général, qui contiennent une notable proportion de coton. Ce débouché de la confection était, en 1854, de 46 millions; il a atteint en 1855, 61 millions; en 1856, 69 millions; en 1859, 123 millions; en 1862 il s'est abaissé à 103 millions, il n'est plus en 1873 que de 93 millions, quoiqu'il paraisse devoir s'accroître sensiblement d'année en année, grâce à notre goût et à l'influence des modes françaises dans les pays les plus lointains. Notre commerce doit trouver sous cette forme une moindre concurrence que sous celle des produits en pièces.

Mouvement commercial des cotonnades dans les différentes contrées. — Les pays qui nous fournissent le plus de tissus de coton sont : la Suisse, l'Angleterre et la Belgique.

Ces pays nous vendent également des fils; on tire d'Angleterre des fils fins du prix de 6 fr. 80 c., le kilogramme en moyenne, et de Suisse, des fils ordinaires valant environ 3 fr. 30 c.

Les 90,642,148 francs de tissus en coton sont exportés par la France dans presque tous les pays du monde; 40 contrées diverses du globe se partagent la consommation de ces produits.

Cette exportation des cotonnades est insignifiante si on la compare à celle de l'Angleterre qui s'élève annuellement à la somme prodigieuse de plus d'un milliard.

Pour se faire une idée approximative de l'importance de la production des cotonnades dans les diverses contrées, on peut prendre pour base l'organe principal, la broche, qui représenterait exactement la quantité de matière première filée si

on produisait constamment et partout la même finesse ou numéro de fil ; quoiqu'il n'en soit pas ainsi, le nombre de broches pour chaque pays indique néanmoins sa puissance productrice, la dépense pour cette unité de travail restant à peu près constante, mais il n'en est plus ainsi pour la valeur des produits ; en effet le n° 26 chaîne par exemple, qui en moyenne peut coûter 4 fr. 50 et dont une broche file 17 kilogr., produirait annuellement pour une valeur de $4,50 \times 17 = 76$ fr. 50, tandis que la même broche qui ne filera que 3 kil. 40 du n° 100 dont le prix sera d'environ 13 fr., fournira, par an, une valeur de $13 \times 3,40 = 44$ fr. 20. Il y a donc entre ces deux numéros un écart de valeur de $76,50 - 44,20 = 32$ fr. 30 qui s'explique en partie par une différence de prix de la matière première, des déchets et de certains éléments des frais généraux. Quoi qu'il en soit, le nombre des broches en mouvement peut varier dans une certaine mesure ; elles ne sont pas toujours toutes en activité de même que la durée de la journée n'est pas partout ni en tous temps la même, le nombre d'heures variant non-seulement avec les circonstances normales pour chaque pays, mais encore avec le degré de prospérité de l'industrie. Sous ces réserves nous donnons comme moyenne actuelle, le tableau suivant :

Nombre des broches filant le coton.

Angleterre	38,000,000
États-Unis	10,000,000
France	7,000,000 [1]
Allemagne	4,000,000
Autriche	2,000,000
Russie	2,000,000
Espagne	1,200,000
Suisse	2,500,000
Belgique	1,000,000
Italie	700,000
Divers autres pays	2,000,000
	70,400,000

[1] Ce nombre de broches est celui de la France avant l'annexion de l'Alsace, il faut aujourd'hui l'estimer conformément aux données précédentes, soit à 5,300,000 environ.

Si nous retranchons 10,000,000 de broches des États-Unis, alimentées par la matière première récoltée sur les lieux, il restera 60,400,000, représentant le nombre des broches fonctionnant en Europe. Ce matériel peut être estimé, avec ses accessoires, nécessaires à la transformation du coton brut en fil, en moyenne à 40 fr. la broche, clef en main comme l'on dit [1], c'est-à-dire l'usine prête à marcher, c'est donc la somme énorme de 40 × 60,400,000, = 2,416,000,000 que représentent pour l'Europe les immeubles et le mobilier industriel pour les filatures seulement. Si on voulait estimer le nombre des fileurs nécessaires pour produire les fils de 60,400,000 broches en tenant compte de la différence de rapport des vitesses qui est comme 100 est à 6000, c'est-à-dire que le rouet fait à peine 100 tours pendant que les broches mécaniques en font en moyenne 6000, il en résulterait la nécessité d'une population plus considérable que celle de l'Europe entière, rien que pour filer le coton actuellement produit par les machines. On restera probablement au-dessous de la vérité en doublant ce chiffre pour indiquer la valeur des établissements tissant, teignant, imprimant et apprêtant le coton. Les pays qui prennent part à l'alimentation des usines de coton dans des proportions diverses sont les suivants :

Résumé des quantités fournies par les divers pays.

Etats-Unis	720,000,000 k. [2]
Indes orientales	270,000,000 k.
A reporter.	990,000,000 k.

[1] Ce prix de 40 fr. sera peut-être considéré comme un peu bas pour la France, puisque nous arrivons, dans les calculs suivants, à 50 fr., et élevé pour l'Angleterre ; mais il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit d'établissements à peu près amortis et que le prix en question est une moyenne des dépenses faites à l'origine.

[2] Cette quantité représentant 3,130,434 balles est une moyenne qui n'a pas été atteinte en 1872, mais qui a été dépassée en 1871.

Report.	990,000,000 k.
Indes occidentales, les îles et la Guyane.	7,000,000 k.
Amérique du Sud et Brésil	36,000,000 k.
Afrique { Egypte	120,000,000 k.
Afrique { Algérie	3,600,000 k.
Contrées méditerranéennes, Naples, Sicile, Malte et Turquie d'Asie, ensemble.	20,000,000 k.
Total	1,176,600,000 k.

La quantité exacte transformée dans les usines peut être estimée à celle ci-dessus, diminuée de 12 pour cent environ représentant le déchet, ou freinte moyenne faite dans les ateliers, suivant l'origine et les qualités des cotons. Les uns, comme les cotons estimés des Etats-Unis d'Amérique, en font moins ; les autres, comme certains cotons de l'Inde et du Levant, en font plus. On peut donc évaluer la quantité de fils produite à : 1,176,600,000 × 0, 12 = 141,392,000 et 1,176,600,000 — 141,392, 000 = 1,035,208,000 kilogr. et $\frac{1,035,208,000}{60,400,000}$ = 17 k. 13. Cette production moyenne correspond aux numéros de 25 à 30 qui forment la consommation courante. Cette moyenne ne peut être considérée que comme une approximation par les motifs déjà énoncés, il est évident qu'elle doit varier avec le nombre d'heures, variable lui-même suivant les circonstances.

Progression de la culture du coton aux États-Unis. — On ne peut s'occuper d'un travail sur le coton sans dire quelques mots de la progression de la culture du cotonnier, en Amérique. Les Américains ont marché à pas de géant dans le développement de cette culture. Les premières traces officielles de l'expédition du nouveau monde en Europe remontent de 1747 à 1748, et s'élevaient à sept balles. La seconde expédition, de 1770, fut de 1,000 kilogrammes. La troisième, faite en 1784, de 14,000 kilogrammes, suscita des doutes de la part des Anglais, ils n'admettaient pas que les Amériques pussent en fournir une si grande quantité.

L'exportation de	1791	s'éleva à	94,658	kilogrammes[1].
—	1793	—	243,800	—
—	1794	—	800,380	—
—	1795	—	3,133,150	—
—	1800	—	8,844,912	—
—	1810	—	46,680,731	—
—	1820	—	62,446,202	—
—	1830	—	138,439,842	—
—	1840	—	265,102,550	—
—	1850	—	463,663,545	—
—	1857	—	400,000,000	—
—	1859	—	550,000,000	—

Depuis lors la production avait baissé pendant la crise américaine; elle est aujourd'hui (1874) revenue à son état normal.

Coton d'Afrique. — Quoique l'Afrique soit un des pays où le coton paraît avoir été le plus anciennement connu, sa culture y a été pendant longtemps sans développement appréciable. Ce n'est que vers 1820 que Méhémet-Ali a cherché à propager la fructueuse plante en Egypte. Elle s'y est progressivement étendue au point de fournir jusqu'à 32 millions de kilogrammes au moment de la crise des Etats-Unis. Elle atteint aujourd'hui une importance telle qu'elle produit, comme on l'a vu plus haut, 120,000,000 de kilogrammes. Elle est encore susceptible d'un développement gigantesque si l'on s'en rapporte à une pétition de l'Association de Manchester pour l'approvisionnement du coton, adressée pendant la crise cotonnière au vice-roi d'Egypte pour l'extension de cette culture. Le document dit qu'il existe dans la basse Egypte, 3 millions de feddahs de terre cultivés, admirablement adaptés à la production du cotonnier, dont une irrigation suffisante et des moyens perfectionnés d'exploitation pourraient donner, par an, 3 millions de balles dont la valeur au plus bas prix ne peut être estimée à moins de 30 à 35 millions sterling. Presque toute cette production est destinée au commerce extérieur; la con-

[1] *American Polytechnic Journal, Washington*, 1853.

sommation intérieure se bornant aux usines du pacha, est de 6 à 8 millions à peine.

L'exemple de l'Egypte doit être un encouragement pour nos producteurs de l'Algérie et de notre colonie d'Afrique. Les 3 ou 4 millions de coton de cette source démontrent qu'on y peut arriver aux plus belles qualités comparables à celles du géorgie longue soie. Les conditions économiques, l'organisation locale, l'inexpérience inséparable à toute nouvelle culture, peuvent seules donner les motifs de la lenteur avec laquelle cette production s'y développe. On ne saurait trop rappeler qu'il en a été de même dans toutes les contrées qui occupent aujourd'hui le premier rang dans l'exploitation du cotonnier. La comparaison du point de départ à l'état actuel de l'Amérique doit être un stimulant pour toutes les contrées où les conditions climatériques rendent cette culture possible.

Nous n'entendons pas dire que la situation de l'Afrique, et principalement de nos colonies, puisse être assimilée dès à présent, sous le rapport de l'objet qui nous occupe, à celle des Etats-Unis. Les conditions sont toutes différentes ; la main-d'œuvre et la constitution physique des travailleurs jouent un rôle important dans les questions agricoles. L'Amérique a d'ailleurs démontré une des premières que les machines, ces esclaves légitimes et infatigables, peuvent non-seulement faire une concurrence avantageuse à la main-d'œuvre taxée au plus bas, mais qu'elles résolvent des questions économiques d'une solution impossible sans leur intervention. L'histoire de l'égrenage entre autres est là pour l'attester. Jusqu'en 1792, ainsi que nous l'avons dit déjà, un esclave produisait à peine 4 à 500 grammes par jour ; le commerce du coton était alors insignifiant, il n'a pu prendre son essor qu'à partir de l'époque où Whitney a imaginé la machine avec laquelle un homme et un enfant peuvent égrener de 800 à 1,000 kilogrammes dans le même temps. Aussi les Américains déclarent-ils leur pays redevable à Whitney, comme l'Angleterre l'est aux inventeurs de la filature automatique. Si l'on se reporte d'ailleurs à deux siècles en arrière, on aura la preuve que le travail agricole

des climats chauds peut se faire aussi bien par des travailleurs blancs, des engagés volontaires, que par des nègres. Au dix-septième siècle, en effet, des armateurs de nos ports de Dieppe, Saint-Malo, du Hâvre, entreprenaient le recrutement d'ouvriers pour les colonies; ceux-ci s'engageaient en général pour trois ans; leur temps fini, ils devenaient libres et souvent propriétaires.

Malgré la lenteur relative des machines dans l'agriculture en général, il ne nous est plus permis cependant de douter de la part qui leur est réservée dans cette voie. Les conséquences de cette révolution dans le travail agricole sont incalculables, surtout pour des contrées divisées en grandes propriétés qui manquent de bras, comme nos possessions d'Afrique. Le développement de l'application des machines à la culture joint à l'émigration de nos malheureux compatriotes de l'Alsace et de la Lorraine pourront devenir des auxiliaires considérables de la colonisation de l'Algérie. Notre colonie devrait être à la France ce que l'Australie est à l'Angleterre.

CHAPITRE XIV

SUCCÉDANÉS DU COTON.

§ 1. — Jute. — China-grass. — Genet. — Écorce du mûrier, palmier, agave, etc.

Les interstices vasculaires et les spires des parois des tiges, les nervures des feuilles, les duvets des gousses et les chatons d'une quantité innombrable de plantes sont des agrégations

de filaments de finesses variables, élastiques; résistants, abondants, plus ou moins faciles à isoler et à épurer, propres en apparence à être transformés en fils et en étoffes.

La plupart des végétaux supposés susceptibles de fournir des matières textiles avantageuses ont été l'objet de recherches et d'essais industriels nombreux. Lorsque le coton fit son apparition dans l'industrie, on essayait déjà une foule d'autres fibres végétales. Le développement extraordinaire de la culture du cotonnier dans le nouveau monde et sa fortune industrielle dans l'ancien, continuèrent à stimuler les recherches et les essais dans le but de lui trouver sinon un rival, on ne l'espérait déjà plus, au moins une *doublure* ou substitut au besoin.

Les investigations et expérimentations qui remontaient à plus de deux siècles[1] ont été reprises avec une nonvelle énergie pendant la crise cotonnière. Si les recherches faites jusqu'ici n'ont pu faire découvrir une substance dont les avantages économiques, les caractères et les propriétés soient susceptibles de rivaliser avec le coton, elles ont du moins contribué à apporter récemment et à transformer en Europe des matières exotiques, telles que le *china-grass* et surtout le *jute*, dont l'emploi se développe chaque jour au profit des arts textiles. L'importance de la fabrication de la dernière de ces matières, considérée sous le rapport du poids manufacturé, dépasse déjà en Angleterre celle du chanvre et n'est pas éloignée de celle du lin, avec les produits desquels les siens peuvent se confondre. Les fibres analogues, plus flatteuses même à l'œil, telles que celles du phormium, des agaves, des yucas, des ananas, etc., bien antérieurement connues et essayées en Europe, n'ont pu jusqu'ici devenir l'objet d'une fabrication sérieuse. Leur transformation a encore généralement lieu à la main, et leur usage se borne à quelques objets de vannerie, de passementerie et de corderie. Quant aux substances textiles désignées sous le nom de *reha*, *ramie*, *china-grass*, *ortie de Chine*, etc., elles paraissent pro-

[1] Olivier de Serres, entre autres, indique l'écorce du mûrier, pour en retirer des filaments propres à faire des cordages et des toiles.

venir de la même plante, l'*urtica nevea*, diversement dénommée suivant les contrées de l'Orient et de l'Asie qui la produisent. Ses fibres furent introduites et transformées pour la première fois en Angleterre vers 1850. Les prétendues difficultés de la filature de ces matières sont moindres que celles que présente le lin, auquel cette plante doit être comparée bien plus qu'au coton, de même que le jute a une certaine analogie dans ses transformations avec le chanvre quoique ce dernier lui soit supérieur. Le bas prix du jute a surtout contribué à sa propagation; son cours est bien inférieur à celui du chanvre et même des étoffes les plus communes. Ce qui arrête au contraire le développement de l'emploi du china-grass, c'est la difficulté de s'en procurer des masses sur les marchés européens à des prix aussi avantageux que ceux du beau lin avec lequel cette matière a, comme nous l'avons dit, plus d'analogie tant par ses caractères naturels que par les transformations à lui faire subir au filage que par les apparences et propriétés des fils et tissus qu'on en peut tirer. Le china-grass, par sa pureté relative, le brillant de ses fibres les plus fines, et son affinité pour les matières tinctoriales, paraît avoir quelque supériorité sur le lin et lui est préférable, dans certains mélanges avec la laine et la soie. On en a surtout fait des fils blancs doubles et retors pour la tapisserie en laine et soie pour étoffes d'ameublement. Ainsi employé, on en obtient des effets particuliers qui ne sauraient être réalisés par aucun autre textile. Nous nous résumons en faisant remarquer que le jute et le china-grass nous paraissent sous tous les rapports des auxiliaires du chanvre et du lin dont ils sont destinés à étendre le domaine, mais ne peuvent en aucun cas être considérés comme des succédanés du coton.

Le prix des matières premières, toutes choses égales d'ailleurs, est une condition *sine quâ non* de leur propagation pratique; c'est ainsi que des filaments moins susceptibles, à première vue, d'exploitation que les précédents, tels que ceux du genêt d'Espagne, de l'écorce des noix du coco, du palmier nain, des feuilles du pin, etc., donnent lieu, dans diverses contrées,

à des industries intéressantes par les caractères des produits plus ou moins importants qui en résultent. Le bas prix de ces matières premières, leur ténacité et certaines propriétés spéciales développées par la transformation, permettent d'en faire à l'état pur ou mélangé des produits économiques, tapis, crin végétal, couvertures, sparterie en général et autres produits communs [1].

Mais ce ne sont pas les fibres telles qu'elles existent naturellement dans les tiges, les feuilles et les écorces, lors même qu'elles seraient isolées et épurées avec le plus grand soin, qui paraissent devoir fournir une substance offrant les caractères si remarquables du coton. C'est dans les duvets des plantes qu'il est rationnel de lui chercher un substitut, c'est là que les botanistes et les technologues les ont tout d'abord signalés aux industriels.

Diverses sortes de duvets végétaux essayés ou à essayer. — Plusieurs espèces de chardons ordinaires qui fleurissent l'été presque partout dans nos climats, au bord des chemins, se terminent par des aigrettes plumeuses ou sont couvertes sur leurs diverses parties d'un duvet cotonneux imitant une toile d'araignée que l'on a cherché depuis longtemps à utiliser, soit pure, soit mélangée de coton ou de laine, pour en faire des feutres et des fils. Les technologues et les industriels allemands se sont surtout occupés de cette application vers la fin du siècle dernie. On lit dans un ouvrage allemand [2], publié à Leipzig en 1794 : « Quatre mille trois cents houppes sèches de chardons, pesant un peu plus de 3 livres, donnent 1 livre de duvet épuré qui peut produire autant de résultat au feutrage que 2 livres de poils de lièvre d'hiver. »

L'auteur ajoute, d'après divers recueils, « que ce duvet et d'autres analogues, tirés de différentes plantes, ont été également mélangés à de la laine, à du coton, à de la soie, et trans-

[1] La destination principale des substances telles que le sparte et ses similaires consiste dans leur transformation en pâte à papier; ce produit prend chaque jour plus de développement et augmente de valeur.

[2] *Technische Geschichte der pflanzen*, t. I, p. 172.

formés en fils lisses pour trame et même pour chaîne, en les tordant et en les encollant convenablement. »

Différentes espèces de plantes marécageuses et de roseaux, et entre autres l'*arundo* et le *typha*, *massette* vulgaire ou masse-d'eau, qui végètent, les premiers dans le midi de la France, en Espagne, en Italie et dans tout le midi de l'Europe, les seconds aux bords des rivières et dans les étangs et terrains boueux, voient succéder à leurs fleurs des filaments longs, soyeux, très-fins, fort légers. Leurs transformations ont été également depuis plus d'un siècle l'objet de recherches abandonnées et reprises de temps à autre. Le peu de longueur de certains d'entre eux, leur faible densité et surtout l'absence d'élasticité sensible les rendent peu propres aux opérations de la filature et surtout aux étirages, si on les emploie purs; mais il n'est pas impossible d'en faire des fils, en les mélangeant à certaines autres substances textiles, principalement à la laine vrillée, attendu que leur caractère le plus remarquable réside dans leur propriété feutrante. Les duvets de l'arundo offrent cette faculté d'une manière inattendue pour une substance végétale. Il résulte, en effet, d'expériences auxquelles nous nous sommes livré, que l'on peut obtenir un bon feutre pour chapeau avec un mélange de poils de lapin où l'arundo entre pour près des deux tiers en poids. Si l'application pratique de cette matière n'a pas le succès auquel son aptitude spéciale semble la destiner, c'est sans doute à cause de la difficulté de séparer économiquement les nombreuses paillettes corticales auxquelles elles adhèrent intimement dans l'aigrette, le travail à la main de cette épuration élevant considérablement le prix de revient; cet inconvénient était bien moindre à une époque où la valeur de la main-d'œuvre était insignifiante. Cette circonstance explique, ce nous semble, comment l'usage de ce genre de filaments a pu pour un moment se développer plus sérieusement avant l'ère du travail automatique qu'aujourd'hui.

L'osier fleuri (*epiliorium*), le peuplier (*populus*), le saule (*salix*), les asclépias et plusieurs espèces d'arbres et de plantes indigènes, dont les semences sont accompagnées ou envelop-

pées à leur maturité d'un duvet plus ou moins fin, lisse, brillant et soyeux, ont été à leur tour l'objet d'investigations et d'essais du même genre, qui n'ont pu avoir de suite à cause de l'insuffisance de longueur, de l'absence d'élasticité, et souvent de la légèreté extraordinaire de ces fibres qui se dispersent dans tous les sens au moindre souffle de vent.

Nous pourrions multiplier l'énumération des végétaux à duvet, surtout si nous abordions les nombreuses plantes des régions tropicales, où le genre des malvacées, auquel appartient le cotonnier, donne tant d'espèces à filaments courts et légers, et entre autres le *bombax*, que les naturels du pays n'ont pu faire servir jusqu'ici qu'aux objets de couchage, attendu qu'ils ne présentent pas non plus l'élasticité voulue pour pouvoir être transformés en fils ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà en désignant les caractères de ces sortes de substances, représentées fig. 4, pl. II. Certains duvets végétaux de nos contrées servent aux mêmes usages, dans quelques localités du nord de l'Europe, et entre autres en Suède, en Norwége et en Russie.

Existe-t-il quelque autre plante qui fournisse des duvets présentant l'ensemble des propriétés remarquables de celui du cotonnier? Nous avons tout lieu de penser que lorsque le domaine végétal sera mieux exploré sous le rapport technique, on trouvera parmi les nombreuses plantes offrant des fibrilles flexibles et filamenteuses, quelque substance textile utilisable comme le coton, et pouvant peut-être s'offrir dans des conditions plus économiques. Le territoire du Brésil, entre autres, produit des filaments très-remarquables, et parmi ceux-ci une véritable laine végétale provenant d'un arbre nommé dans la contrée *imbauba*, et une soie également végétale fournie par une liane, *sipo balsamico*, dont le suc guérit les blessures. Ces deux végétaux abondent au Brésil, sont susceptibles de culture, et méritent d'être essayés en grand. Serait-il possible, par une modification agricole, d'améliorer également les caractères des plantes à duvets qui n'ont pu être employées jusqu'à présent? Parviendra-t-on par quelque heureuse invention soit à épurer

économiquement ceux qui, dès à présent au moins, peuvent devenir un auxiliaire des substances employées au feutrage, et à créer des machines permettant de filer et de tisser les filaments du même genre actuellement rebelles à ce travail?

On peut d'ailleurs tirer des indications utiles sur la direction des recherches à faire pour trouver quelque plante textile nouvelle, en constatant les types fondamentaux auxquels appartiennent les filaments employés jusqu'ici.

Il est à remarquer en effet, que les filaments les plus importants transformés par les industries textiles, appartiennent aux familles des végétaux de l'organisme le plus complet.

Le coton, par exemple, de la famille des *malvacées*, le chanvre de celle des *urticées*, le lin de celle des *caryophillées*, le china-grass de celle des *tilliacées*, le jute de celle des *corchorus* sont des espèces et des variétés de la grande classe, ou type fondamental des *dicotylédonés*. Les *graminées* auxquelles appartiennent le genêt d'Espagne ou sparte, le dyss, l'alfa, le palmier nain, etc., qui servent plutôt à la fabrication des pâtes à papier et à quelques objets communs en sparterie, sont tirés au contraire des *monocotylédonés*; enfin il n'y a pas jusqu'ici d'exemple d'une application au profit de l'art du tissage des dépouilles végétales des plantes acotylédones qui produisent les mousses, les champignons, etc. Les investigations dans le but de trouver des succédanés ou auxiliaires au coton, devront donc porter surtout sur cette riche et nombreuse classe des dicotylédones.

§ 2. — Cotonisation des filasses en général.

La prétention de tirer des tiges, des feuilles et des écorces d'une foule de plantes une espèce de filament susceptible d'être transformé comme le coton, et de pouvoir donner les mêmes résultats, est loin d'être nouvelle, avons-nous dit. Olivier de Serres n'est pas le seul qui ait songé à la possibilité de tirer une matière propre à faire du beau linge des fibres de l'écorce

du mûrier. Des voyageurs, et entre autres Forster, parlent de l'emploi des fibres de cette écorce, de celle de l'arbre à pain et du figuier, par les naturels des contrées qui produisent ces végétaux. Mais les renseignements qu'ils donnent sur les modes d'extraction et de préparation prouvent qu'il s'agit plutôt de l'usage d'une espèce de filasse dans le genre de celles du lin, de l'ortie, de la guimauve, du houblon, etc., dont on a fait quelques applications, que d'un filament offrant de l'analogie avec le duvet du cotonnier, et pouvant être transformé par les mêmes moyens et destiné aux mêmes usages. Les procédés de *cotonisation* ont au contraire en vue la production d'une matière pouvant servir aux mêmes fins que le coton. Ils avaient déjà été essayés dans le dernier siècle. Les transactions suédoises de 1747, les essais de lady Moira en 1775, du baron Meiding en 1777, etc., en témoignent. Berthollet qui a repris cette idée au commencement de ce siècle, le dit lui-même en indiquant la manière d'opérer et les résultats qu'il a obtenus. Ce point de départ nouveau offrant un grand intérêt, à cause du nom de l'auteur, nous donnons dans son entier la note du célèbre chimiste, telle qu'elle est reproduite tome I, page 67, du *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.*

Notice sur une méthode de donner au lin et au chanvre les apparences du coton, par le comte BERTHOLLET.

(Extraite du *Journal de l'Ecole polytechnique.*)

« Lorsque je m'occupais de l'application de l'acide muriatique oxygéné à l'art du blanchiment, je fis des épreuves sur la filasse, et j'en ai aussi parlé dans le tome I^er^ des *Éléments de teinture*, page 258 : « J'ai essayé de blanchir complétement de « la filasse par la méthode que j'ai employée pour les fils, mais « quoique ces filaments doivent par là perdre un peu de leur « solidité, ils prennent cependant une si grande disposition à « se séparer et à se diviser, qu'ils seraient beaucoup plus diffi-

« ciles à filer, et qu'ils feraient un fil beaucoup moins solide. »

« Depuis lors, différents artistes se sont occupés avec plus ou moins de succès des moyens de tirer de la filasse une matière analogue au coton. Un Helvétien, le comte Clays, a même fait depuis assez longtemps un établissement dans lequel il exécute cette espèce de préparation.

« J'ignore quels sont les procédés qui ont été employés jusqu'à présent, mais je suis parvenu, par le moyen de l'acide muriatique oxygéné, à obtenir une matière plus belle qu'aucune de celles dont la connaissance me soit parvenue.

« Le procédé tout simple que je vais décrire a été exécuté dans un laboratoire de l'Ecole polytechnique, par le comte Gay-Lussac, alors élève de cette école.

« On coupe la filasse en fragments d'environ $0^{m},06$ de longueur; on la recouvre d'eau, dans laquelle on la laisse trois ou quatre jours; après cela on lui fait subir une ébullition dans l'eau simple, on la lave avec soin, on la lessive, on la passe à l'acide muriatique oxygéné : quatre immersions dans l'acide muriatique oxygéné et quatre lessives suffisent ordinairement; on finit par la passer dans un bain d'eau chargé de deux centièmes d'acide sulfurique. Au sortir de ce bain tiède dans lequel on l'a laissée près d'une demi-heure, on la lave avec beaucoup de soin et on la plonge dans une eau chargée de savon; on l'étend ensuite, sans l'exprimer, sur des claies, et on la laisse sécher, sans cependant qu'elle parvienne à une trop forte dessiccation. Toutes ces opérations, depuis la première immersion jusqu'à la dessiccation, n'ont exigé que cinq ou six heures, lorsqu'on agit sur de petites quantités.

« La filasse ainsi préparée a été remise au comte Molard, qui a bien voulu se charger des opérations mécaniques : il a fait passer la filasse blanchie par un peigne, et ensuite par une carde. Il a éprouvé quelques difficultés à raison des nœuds qui étaient parsemés dans la filasse, mais ce savant mécanicien a bientôt surmonté cet inconvénient.

« J'ai présenté à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, le 6 prairial an VIII, un échantillon de

la matière préparée qui égalait le coton par sa blancheur et ses autres qualités apparentes. Cependant le comte Molard a reproché à la matière cotonneuse d'être trop courte.

« Le comte Bauwens a aussi mis en œuvre la matière cotonneuse préparée dans le laboratoire de l'école au moyen de belles machines qu'il possède à sa manufacture de Chaillot. Il n'a pas rencontré de difficultés d'exécution, mais il a également trouvé les filaments trop courts, quoiqu'il en ait fait faire un fil très-fin et d'une consistance satisfaisante.

« C'est donc l'inconvénient d'être réduit en filaments trop courts qu'il faut corriger dans la première préparation, et je crois qu'un moyen assuré de le faire est de ne pas achever le blanchiment, mais de s'arrêter à la troisième opération ; s'il en faut quatre pour compléter le blanchiment, alors on l'achèverait sur les fils ou sur le tissu.

« Dans l'opération du blanchiment il faut éviter les lessives trop fortes, mais il faut les employer bouillantes. Nous nous sommes convaincu que tous les moyens qui diminuent l'odeur de l'acide muriatique oxygéné affaiblissent l'action, de sorte qu'il faut l'employer dans sa pureté et ne chercher à se préserver de l'odeur que par la construction de l'appareil et par le mode de l'application, objets que l'usage a rendus faciles ; il faut même l'employer dans un état de concentration, sinon l'on est obligé de multiplier beaucoup plus les opérations.

« On a terminé le procédé par une immersion dans l'eau chargée de savon, qu'on n'a pas exprimée, pour que les filaments ne contractassent pas trop d'adhésion par la dessiccation, et cédassent facilement à la séparation qui devrait être opérée pour la carde ; mais il y a apparence qu'en prévenant une trop forte dessiccation cet inconvénient qu'on a éprouvé dans le premier essai n'aura pas lieu, et qu'alors on pourra supprimer cette immersion.

« Il est remarquable que, soit qu'on emploie le plus beau lin ou la grossière étoupe de chanvre, on parvienne à des filaments égaux par la finesse et la blancheur.

« Cette indication suffira aux artistes assez habitués aux ma-

nipulations chimiques, pour les guider dans le blanchiment, mais je n'ai rien à dire sur les dispositions mécaniques du cardage et de la filature, parce que ce n'est pas moi qui les ai exécutées.

« Si je ne me fais pas illusion, cette application du procédé, déjà ancien, peut offrir de grands avantages, puisqu'elle peut changer la filature qui jusqu'à présent exige le rouet, en celle beaucoup moins dispendieuse qui s'exécute par le moyen des machines, et qu'elle peut convertir un produit grossier de notre agriculture, même des rebuts, tels que ceux des corderies, en une substance précieuse pour les arts.

« C'est ce motif qui m'a déterminé à insérer cette notice dans le journal d'un établissement particulièrement consacré à l'utilité publique, quoiqu'elle ne présente rien de nouveau comme objet scientifique. »

Cette note confirme ce que nous disions précédemment à propos des essais tentés bien avant ce siècle sur la transformation des filasses et des déchets de filasse de toutes espèces en une matière filamenteuse beaucoup plus divisée et plus blanche que celle qui la fournit. Mais, ainsi préparée, la substance est loin de présenter les caractères du coton ; si elle est également blanche, sa masse manque d'homogénéité, et ses fibres varient considérablement de longueur et même de finesse. Ces inégalités, jointes aux nœuds signalés par M. Molard, ont toujours été les défauts de ces sortes de produits. Leurs déchets aux préparations, ajoutés aux frais des transformations, élèvent le prix de ces matières à celui du coton ordinaire quoiqu'elles soient loin d'être aussi propres à la fabrication des fils et des tissus.

Le *flax-cotton*, qui a fait tant de bruit il y a une vingtaine d'années, était, à son tour, une cellulose extraite des végétaux, et entre autres du chanvre et du lin, au moyen de divers alcalis dont les dissolutions servaient à chaud ou à froid, suivant le plus ou moins de rapidité à imprimer au traitement ; ce résultat n'était pas plus à l'abri de reproche que celui obtenu par Berthollet, les défauts du produit et les inconvénients du pro-

cédé étaient à peu près les mêmes que ceux que nous venons de signaler.

§ 3. — Reprise du traitement de l'écorce du mûrier.

Ces insuccès et les recherches continuant, on a eu bien des fois l'idée de reprendre l'écorce du mûrier, signalée et traitée au seizième siècle, pour en tirer une matière filamenteuse. De nombreux brevets ont été pris récemment dans ce but en France et en Italie. L'auteur de l'un de ces brevets, demandé en 1855, débute en disant : « L'écorce du mûrier renferme une quantité de matières textiles dont les inventeurs ne croient pas qu'on ait jamais signalé ni l'existence ni la nature, et que, dans tous les cas, on n'était pas parvenu à isoler complétement. »

La base du traitement proposé par ces inventeurs est encore l'emploi successif des lessives alcalines caustiques, de bains de chlore et d'acide chlorhydrique, d'après une méthode progressive et graduée ; on lave la substance à l'eau courante entre chacun de ces traitements. Enfin, les auteurs ajoutent que les fibres du mûrier ainsi obtenues jouissent de la propriété de feutrer aussi bien et mieux que les poils et autres matières employées dans la chapellerie.

La reprise fréquente du traitement de l'écorce du mûrier depuis la mention d'Olivier de Serres, paraît reposer sur l'idée peu rationnelle selon nous des caractères tout particuliers de la cellulose du mûrier. On suppose qu'elle a des propriétés soyeuses spéciales dont le ver-à-soie ferait son profit. Rien n'est moins démontré que la réalité de cette hypothèse; nous pouvons affirmer que les fibres d'écorce du mûrier, même les mieux préparées, n'ont rien de plus remarquable que certaines substances analogues d'autres végétaux.

§ 4. — Le fibrilia.

Il a paru en 1861, une brochure ayant pour titre : *Le Fibrilia, substitut pratique et économique du coton*, comprenant,

dit encore le titre, *la description complète du procédé de* COTONISATION *du lin, du chanvre, du jute, de l'herbe de Chine et des autres fibres de même nature, traduit de l'américain par Hippolyte Vattemare.* Cette brochure fut envoyée à la plupart des gouvernements européens, à l'Académie des sciences et aux diverses sociétés scientifiques et industrielles.

En outre de la spécification et de la patente américaine de *Jonathan Knowles*, inventeur des procédés de cotonisation, la brochure contient l'histoire naturelle du lin, des considérations sur la culture en vue de la fabrication du fibrilia, des observations sur le rouissage, la description du procédé Claussen sur le blanchiment, la teinture, etc. Nous ne nous arrêterons un instant qu'au procédé de l'inventeur, résumé par lui dans les termes suivants :

« L'invention que je réclame est la méthode ci-dessus décrite, ayant pour objet la préparation de la fibre végétale pour l'épluchage, le cardage, le filage et le tissage par les moyens mécaniques actuellement employés pour accomplir les opérations correspondantes sur le coton et la laine : 1° En immergeant ou faisant bouillir la fibre dans une solution alcaline ; 2° en la lavant dans de l'eau ; 3° en l'immergeant dans un mélange de chlorine de sel, afin de la blanchir et de la diviser simultanément ; 4° en la lavant dans l'eau et en la séchant, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus. »

Ce résumé ne peut que confirmer notre appréciation adressée à M. Vattemare et insérée en tête de sa brochure. Notre opinion sur le fibrilia était celle que nous avions émise précédemment sur le flax cotton ; le fibrilia n'offrait rien de nouveau sous le rapport du traitement, et l'expérience a démontré depuis, que nous ne nous étions pas trompé en fondant peu d'avenir sur le procédé et ses résultats.

§ 5. — Considérations générales sur les divers procédés de cotonisation et leurs conséquences.

Nous n'avons pas à revenir sur l'analogie, pour ne pas dire l'identité des divers moyens et méthodes proposés pour extraire les filaments textiles purs des organes des diverses plantes. Tous ces procédés sont des applications plus ou moins intelligemment faites des connaissances de la chimie et de l'action des bases ou alcalis sur les végétaux. Les acides n'interviennent que pour neutraliser les effets de l'alcali, parfois aussi pour hâter ou augmenter la désagrégation, et obtenir plus facilement la cellulose pure. L'emploi des acides donne, il est vrai, des résultats très-séduisants à l'œil, mais au détriment de la ténacité de la substance; une trace même assez faible pour n'être pas appréciable aux réactifs, *mine* les filaments après un séjour plus ou moins long, les rend friables, et les attaque de façon à leur faire perdre leur ténacité; c'est précisément cette propriété des acides qui facilite la désagrégation, mais bien souvent on ne l'obtient qu'au détriment de la qualité. Les lavages très-abondants ne suffisent pas toujours pour éviter l'inconvénient. Reste donc pour les industriels prudents l'emploi des dissolutions alcalines chaudes ou froides et l'épuration à l'eau pure, de façon à arriver aux fibres aussi divisées que possible de la cellulose, blanchie ou non. Le blanchiment peut toujours être obtenu par les moyens ordinaires appliqués aux filaments végétaux en général.

Mais cette cellulose est composée d'organes ou débris d'organes dont les fonctions et le siége varient, non-seulement d'une plante à l'autre, d'un lieu au voisin, mais encore dans la même plante, suivant la partie qui la fournit. Qu'elle provienne de la racine ou du sommet, de vaisseaux qui charient un liquide, ou de spires des canaux conducteurs de l'air et des parties plus ou moins internes de la tige, il résulte de ces circonstances naturelles des inégalités relativement très-considé-

rables dans les filaments, et une masse hétérogène. Lorsque, pour amoindrir ce dernier inconvénient, si grave au point de vue du traitement mécanique, on étend les limites de la transformation jusqu'à une division où ces différences semblent disparaître, on ne peut l'atteindre sans énerver la matière et la rendre friable. De là les défauts que nous avons pu constater dans les nombreuses substances de ce genre provenant d'origines diverses, obtenues par des expérimentateurs parfois très-habiles. Ces défauts se résument presque toujours dans l'inégalité considérable des longueurs et des finesses des fibres, et surtout dans la faible élasticité, amoindrie souvent encore par la présence de nœuds ou de grosseurs.

Quelle différence entre une substance filamenteuse de ce genre et le coton même le plus mauvais, le plus difficile à traiter, le coton de l'Inde ou du Levant ! La nature le fournit à peu près pur, chacune des fibres est un organe d'une constitution définie et inaltérable. La maturité met sa propriété particulièrement élastique en évidence, le tube dont chaque fibrille se compose, se dilate, et tend alors à se projeter au dehors de sa gousse, en vertu de cette propriété précieuse. Et si certains cotons, comme ceux dont nous venons de parler, offrent des difficultés aux transformations, il faut en grande partie les attribuer au mauvais conditionnement de la récolte et des expéditions. L'humidité renfermée dans les balles, les impuretés de toutes espèces que contiennent certains envois de l'Inde ne peuvent, en effet, être attribuées aux caractères intimes ni à la constitution de la matière.

Il est néanmoins inutile de dire que nous établissons des différences tranchées entre les diverses sortes de cotons de même nature dont les prix varient, dans les temps normaux, de 2 à 12 francs le kilogramme, et que nous ne mettons pas le tinevelly ou le surate, par exemple, sur la même ligne que le géorgie longue soie. Nos observations ne portent que sur la constitution, les caractères et les propriétés de l'ensemble des cotons d'un même genre, afin d'en tirer les conséquences applicables au sujet qui nous occupe.

Jusqu'ici nous n'avons envisagé que les résultats, indépendamment des conditions de la production; nous avons parlé seulement des ressemblances et des dissemblances entre les végétaux cotonisés et le coton, sans nous préoccuper de la possibilité d'un approvisionnement important à des conditions économiques. Envisagée sous ce point de vue, la question se complique, si c'est le chanvre et le lin, par exemple, dont la culture est déjà insuffisante dans les contrées industrielles où ils sont filés et tissés, qu'il s'agit de métamorphoser en coton, comme on l'a proposé parfois. En supposant, contrairement aux résultats obtenus dans le passé, la possibilité d'un développement de leur culture dans un assez bref délai, on se trouvera néanmoins en présence d'une filasse aussi chère que le coton ordinaire, à laquelle il faudra ajouter les frais résultant de la cotonisation et des déchets qu'elle occasionne. On arriverait ainsi, après bien des difficultés, à un filament d'une qualité inférieure à celle du coton le plus commun et d'un prix de revient probablement plus élevé.

Des objections analogues, et peut-être plus sérieuses, peuvent être faites à l'emploi de la plupart des autres plantes proposées. Quelques-unes, sans usage et sans valeur aujourd'hui, occasionneraient bientôt une dépense notable lorsqu'il faudrait les cultiver en grand pour les besoins courants, et ne fourniraient pas comme le chanvre et le lin une première rémunération dans la récolte de leurs graines.

On est frappé de ces faits lorsqu'on cherche à se rendre un compte positif des chances d'exploitation de la plupart des espèces de filaments de ce genre, et c'est alors que tous les éléments de la supériorité du coton et les conditions avantageuses auxquelles il peut être produit dans les contrées de l'Orient se manifestent avec plus d'éclat.

L'industrie ne peut-elle néanmoins utiliser plus sérieusement la plupart des végétaux dont nous avons parlé ? Nous sommes convaincu, au contraire, de la possibilité d'employer certains d'entre eux à des usages spéciaux. Le palmier nain, le sparte ou genêt d'Espagne, connus depuis si longtemps et

employés jusqu'ici à des applications presque insignifiantes, au point de vue de la filature, commencent à servir sur une échelle considérable, à un objet particulièrement intéressant, à former une bonne enveloppe de câble pour la transmission des dépêches transatlantiques. Les moindres sources de filaments sont l'objet de recherches, les nattes en roseaux exotiques dont sont formés les sacs à sucre et à café des colonies, sont parfois détissées et effilochées pour en faire la base de certains tapis communs.

Qui n'a admiré, aux expositions universelles, les magnifiques tissus et tentures unies et façonnées, formés par des mélanges de fils de jute et de coco? Et ce n'est là qu'un emploi secondaire de la première de ces matières, dont nous avons déjà signalé l'importance industrielle, acquise avec une rapidité surprenante.

La fortune de ces diverses applications, dont les exemples pourraient être multipliés, tient précisément à la connaissance de leurs caractères, à l'entente judicieuse des transformations et à leur appropriation convenable. Si au lieu d'avoir cherché des usages spéciaux de ces nouvelles substances, l'on avait tenté de les *cotoniser*, il est certain que leur rôle industriel eût été aussi éphémère que celui des matières analogues auxquelles on a vainement essayé de donner la destination du coton.

CHAPITRE XV

REVUE DES PROGRÈS TECHNIQUES RÉALISÉS DANS LA TRANSFORMATION DU COTON.

§ 1. — Depuis l'origine jusqu'à l'Exposition universelle de 1862.

Il résulte de nos recherches et des indications précédentes que les Orientaux et les Levantins restèrent seuls en posses-

sion des moyens de travailler le coton jusqu'au quatorzième siècle ; les tentatives faites antérieurement en Espagne sont dues aux Maures, celles des Génois paraissent également remonter à cette époque. Le premier emploi du coton dans nos contrées et en Angleterre semble avoir été la fabrication de la bonneterie et des mèches de chandelles ; on trouve des débuts timides dans la tissanderie seulement un siècle après, quelques ouvriers anglais firent des fils de coton pour former la trame des futaines, tissus grossiers, dont la chaîne était en lin. Les outils employés au filage se bornaient au fuseau et au rouet, relégués aujourd'hui pour le coton dans quelques campagnes et chez les peuples orientaux. Malgré les progrès que l'on put apporter à la transformation, les procédés restèrent les mêmes pendant près de deux siècles encore, jusqu'à l'époque de l'application des moyens nouveaux, qui, tout en amenant le développement prodigieux précédemment constaté, contribua à changer la face des industries textiles en général.

Bien que cette révolution économique remonte à un siècle à peine, il est néanmoins difficile d'assigner avec toute la précision voulue la part de chacun des auteurs et promoteurs qui y ont contribué. L'histoire industrielle des inventions les plus importantes dans cette direction est demeurée, sauf quelques légères exceptions, ce que l'a faite, à tort ou à raison, la notoriété publique basée sur la tradition et quelques documents incomplets. Il ne pouvait en être autrement avec un état civil des inventions dont l'origine en France remonte à quatre-vingts ans à peine. Certaines publications antérieures, le *Journal des savants*, les Mémoires de l'ancienne Académie des sciences, quelques dictionnaires technologiques, et surtout l'*Encyclopédie des Arts et Métiers*, s'en étaient occupées, il est vrai, mais à l'exception de cette dernière grande œuvre, critiquable sans contredit sous le rapport historique, mais très-intéressante par sa classification méthodique, la clarté de ses descriptions et la précision des indications générales sur les moyens en usage alors dans les arts, on ne retrouve aucun plan ni aucune suite, concernant le même sujet, dans les autres ou-

vrages qui s'occupaient parfois de l'application des sciences à l'industrie. Les travaux les plus importants du temps y sont souvent passés sous silence. Pour prouver le fait, il suffit de dire que le fameux métier de Vaucanson, qui causa une si grande sensation de curiosité dans son temps, et dont il a été si justement question de nouveau depuis quelques années, n'avait été publié nulle part avant 1847 [1]. Il eût été perdu si le Conservatoire des arts et métiers n'avait fait religieusement restaurer le seul modèle existant, légué par le célèbre savant à son pays. Des lacunes aussi regrettables s'expliquent cependant lorsqu'on songe que les inventions sont rarement appréciées de leur temps.

Nous croyons en avoir dit assez afin de justifier les motifs pour lesquels nous ne citerons qu'incidemment des noms devenus populaires, et sur lesquels de nouvelles dissertations ne pourraient rien apprendre au lecteur.

L'histoire des progrès industriels que nous voulons plus particulièrement envisager ne prend d'ailleurs d'importance qu'à partir de la fin du dernier siècle. Jusque-là le travail du filage en général n'avait à sa disposition que quelques ustensiles des plus simples : des baguettes élastiques, une claie ou un filet pour épousseter la substance et la débarrasser des corps étrangers, l'arçon sous l'action duquel les filaments reprennent la flexibilité primitive, la carde à main de la matelassière pour les épurer complétement, les redresser et les ranger en nappe, enfin le fuseau ou le rouet, qui les tord, les renvide sous forme de fil obtenu par une série de glissements successifs entre les doigts. Tels sont les appareils élémentaires dont l'origine est inconnue. L'on assigne cependant une date et un nom à l'invention du rouet ; on l'attribue généralement à un nommé *Burgens*, de Wattenmut, près de Brunswick, qui l'aurait imaginé en 1530. M. le général Poncelet fait justement remarquer qu'il s'agit « des prétentions absolues à ce sujet comme de celles qui

[1] Cette description se trouve pour la première fois dans l'*Essai des industries textiles*, par M^el^ Alcan.

concernent l'invention de beaucoup d'autres machines dues aux progrès lents des arts mécaniques, et dont plusieurs pays s'attribuent à la fois, mais à tort et très-souvent par pure ignorance, le mérite exclusif [1]. » Quoi qu'il en soit, c'est bien à partir de la première moitié du seizième siècle que le rouet commença à se propager et à se substituer presque complétement au fuseau primitif. Il resta depuis lors jusqu'en 1789 presque exclusivement en possession de la transformation des substances textiles, même en Angleterre, quoique l'invention première du métier à filer dans ce pays remonte à 1738. On trouve en effet dans un document du temps que le nombre de rouets encore en usage pour filer le coton dans la Grande-Bretagne était de 5,000, vers la première date désignée ci-dessus [2]. Divers documents statistiques, tant anglais que français, estiment à 2,400,000 kilogrammes le coton transformé par ces rouets. En France la consommation de la même matière s'élevait alors à 600,000 kilogrammes environ. Quelques années suffirent pour que l'influence des machines nouvelles produisît un résultat significatif et élevât vers 1787 la consommation anglaise à 12 millions de kilogrammes et celle de la France à 4 millions par an. « Cette énorme quantité, dit encore M. de Canteleu, en parlant de la production anglaise, provient, dans les proportions suivantes :

Des îles anglaises	6,000,000	liv. angl.
Des colonies françaises et espagnoles.	6,000,000	—
Des colonies hollandaises	1,700,000	—
Des colonies portugaises.	2,500,000	—
Des Indes orientales, par voie d'Ostende	100,000	—
De Smyrne et Turquie	5,700,000	—
	22,000,000	liv. angl.

[1] Travaux de la commission française de l'Exposition universelle de 1851, t. III, p. 6.

[2] Mémoire sur la filature et la fabrication du coton en Angleterre, par M. Lecouteulx de Canteleu, député de Rouen. Paris, 1790, Imprimerie nationale.

« L'on estime que cette quantité sera employée, ajoute-t-il :

Pour les mèches de bougies et de chandelles.	1,500,000	livres.
Pour la bonneterie.	1,500,000	—
Pour les étoffes mélangées soie et fil.	2,000,000	—
Pour la partie des futaines.	6,000,000	—
Pour les calicots, mousselines, etc.	11,000,000	—
	22,000,000	livres. »

Les premières machines cylindriques à carder le coton et les plus anciens métiers à filer, à broches multiples, construits en France, paraissent remonter à 1775. Quoique l'on cardât encore généralement à la main et que l'on filât au grand rouet, il n'en est pas moins démontré, d'une manière incontestable, que Roland de la Platière avait fait construire dès lors, des cardes mues par une manivelle et dont les dispositions principales méritent une mention succincte. Sur un bâti en bois se trouvait une toile sans fin qui recevait le coton pour l'amener à une paire de cylindres alimentaires dont le premier était cannelé et le second garni de dents, et par conséquent sans pression. Des alimentaires, les filaments passaient à un grand cylindre travailleur auquel ils étaient enlevés par un tambour dépouilleur plus petit, qui les fournissait enfin au grand tambour cardeur. (Cette disposition paraît devoir être reprise avec avantage.) Sur la demi-circonférence supérieure du grand tambour se trouvait une série de cylindres travailleurs, de même diamètre ; enfin le coton était détaché du grand rouleau par un cylindre d'un diamètre moindre corrrespondant au volant des cardes actuelles et celui-ci en était dépouillé et fournissait des *loquettes* par l'action d'une espèce de petit moulinet à palettes. Une carde semblable pouvait carder, dit l'auteur, de 50 à 60 livres de coton de 16 onces par jour. On remarquera cette quantité, presque aussi considérable que celle que peut faire aujourd'hui une carde de même dimension. Mais il suffira de jeter un coup d'œil sur la machine publiée en 1780, dans *l'Art du fabricant des velours de coton*, par

Roland de la Platière, pour comprendre que ce rendement tenait au mauvais règlement de la machine, qui permettait de faire passer des nappes d'une épaisseur telle, que la production avait évidemment lieu aux dépens de la perfection. Il y avait d'ailleurs d'autres motifs qui s'opposaient à un bon travail; les signaler aujourd'hui serait sans intérêt. Le même auteur a fait exécuter des métiers à filer de 30 broches d'abord, de 50 ensuite, en déclarant que l'on pourrait arriver avec la même facilité à en avoir une centaine comme dans les métiers à retordre. Ce genre de machine à filer produisait l'étirage par une barre à pince qui caractérise le système connu sous le nom de *bely* ou *jeannette*, dont l'usage n'est pas encore entièrement abandonné par quelques filatures dans le travail en gros de la laine cardée.

Roland de la Platière déclare avoir fait construire, sous sa direction et sur ses plans, une vingtaine de métiers semblables pour produire le fil employé au velours de coton. Et quoiqu'il dise qu'ils ont l'avantage de rendre les produits plus réguliers et d'en faire davantage, il ajoute néanmoins qu'au delà d'une certaine finesse il n'y a plus d'économie et que d'ailleurs il n'y a pas d'utilité de dépasser le n° 50 (42 actuel). L'exécution des machines dont il vient d'être question est attestée, le 31 juillet 1779, par de Montigny, Fougeroux de Bondoroy, et le marquis de Condorcet, nommés par l'Académie des sciences pour examiner le métier cité plus haut. « L'auteur, disent les commissaires, a ajouté des perfections à cette machine, dont il ne se donne pas pour l'inventeur, mais qu'il a fait exécuter et rendue publique le premier du mois d'août 1775. »

Ainsi, ce que nous appelons aujourd'hui *un assortiment* de machines à filer le coton se composait en 1775 du battage à la main, d'une machine à carder, mise en action par une manivelle, et d'un métier de 30 à 50 broches, également mû à la main, pour filer en gros et en fin.

Il est juste de faire remarquer que ce premier métier à broches multiples, quelqu'imparfait qu'il fût, a été cependant le point de départ de la filature automatique, évidemment em-

pruntée aux Anglais. Deux documents au moins le prouvent.

Roland de la Platière dit, page 8 de son *Traité de la fabrication des velours de coton :* « Cette mécanique, quoique très-répandue en Angleterre, ne l'est point du tout en France ; elle y est depuis plusieurs années un objet de mystère, et la première connue et publiquement mise en usage est celle que j'ai entrepris de faire exécuter en août 1775, sans en avoir vu jamais moi-même. » D'un autre côté, on lit dans un document adressé par la Chambre du commerce d'Amiens au ministre de l'intérieur, en 1806, et déposé au Conservatoire des arts et métiers : « En 1773, des négociants d'Amiens sont parvenus à se procurer le modèle d'une petite mécanique de 18 broches, propre à filer en fin le coton ; ils en ont fait exécuter un bon nombre, et petit à petit ils ont augmenté celui des broches, en le portant à 36 et 40.

« En 1788, ils ont obtenu d'ouvriers anglais des moyens de perfectionnement dans la construction de ces mécaniques et d'augmentation dans le nombre des broches ; leurs mécaniques ont alors été de 100 broches ; c'est à cette époque qu'ils ont fait construire chez eux, par ces mêmes ouvriers, la première mule-jenny de 180 broches et des mécaniques à cardes [1]. »

La propagation du nouveau système de filage en Angleterre vers la même époque (1787) est d'ailleurs démontrée, comme nous l'avons déjà vu, par une consommation annuelle de 10 millions de kilogrammes de coton.

Les machines employées dès lors dans le Royaume-Uni et qu'on commençait à construire en France s'étaient sérieusement modifiées. L'important organe formé de couples de cylindres tournants, à vitesse progressivement accélérée, inventé en 1738 par Paul Louis, destiné à remplacer les doigts de l'ouvrière ou la pince du petit métier à filer nommé jeannette pour faire glisser les fibres, s'était définitivement fait adopter, grâce à l'habile et intelligente application d'Ark-

[1] Carte générale industrielle du département de la Somme, adressée en 1806 au ministre de l'intérieur par la Chambre de commerce d'Amiens. Documents manuscrits du Conservatoire des arts et métiers.

wright. L'état de la filature du coton, depuis l'origine de l'introduction des machines jusqu'au commencement de ce siècle, est d'ailleurs parfaitement résumé dans un rapport fait au ministre de l'intérieur le 29 fructidor de l'an XI, et inséré dans le *Moniteur* du 3 brumaire suivant, par MM. Bardel, Bellangé, Lancelevé, Conté et Molard, commissaires d'un concours ouvert par le gouvernement pour juger les meilleures machines à filer le coton. Leur rapport est précédé de considérations préliminaires, dont nous extrayons les faits suivants :

Le 18 mai 1784, M. Martin, fabricant de velours de coton à Amiens, obtint un privilége exclusif de douze années pour la construction et l'usage de machines au moyen desquelles on pouvait préparer le coton et la laine, carder en ruban, étirer, filer en gros, filer en fin, doubler et retordre en même temps.

Ces machines, les plus parfaites qui aient été présentées jusqu'alors au gouvernement, furent établies à l'Epine, près d'Arpajon; elles donnèrent naissance à la première filature continue établie en France; et cet établissement tient encore le premier rang parmi ceux du même genre. Le citoyen Delaitre, l'un des propriétaires actuels de cette manufacture, présenta à l'exposition de l'an IX des cotons filés aux mécaniques continues jusqu'au n° 160 (par 700 aunes à l'écheveau), qui obtinrent la première distinction.

Le 8 octobre 1785, le gouvernement, dans la vue de faire jouir promptement les manufactures de France des nouvelles mécaniques à filature continue, accorda au sieur Miln, mécanicien, qui s'était déjà fait connaître par la construction de plusieurs machines propres à la filature du coton, une somme de 60,000 livres à titre d'encouragement, un local, un traitement annuel de 6,000 livres et une prime de 1,200 livres par chaque assortiment de ces machines qu'il justifierait avoir fourni aux manufacturiers, à la charge par lui : 1° de déposer au cabinet des machines du gouvernement un assortiment complet de ses mécaniques; 2° de diriger personnellement et de tenir en activité un atelier pour la construction des machines dont il s'agit.

Les commissaires passent ensuite à la description des machines des quatre constructeurs qui se présentèrent au concours qui eut lieu au Conservatoire, où ces métiers fonctionnèrent pendant plusieurs mois. Nous nous bornons à donner la désignation de l'assortiment de MM. Bauwens et James Farrar qui remporta le prix, et constata par conséquent les progrès du temps. Ces machines se composaient :

1° D'une mécanique simple à carder à nappes, composée d'une paire de cylindres cannelés alimentaires de 33 millimètres (15 lignes) de diamètre; d'un grand tambour de 8 décimètres 65 millimètres (32 pouces) de diamètre, couvert de cardes, surmonté de 9 chapeaux; d'un autre tambour de 3 décimètres 25 millimètres (12 pouces), couvert de rubans, de cardes, sur lequel agit le peigne. Le coton, détaché sous forme de nappes, se roule autour d'un tambour uni, de 5 décimètres 42 millimètres (20 pouces) de diamètre, d'où il est enlevé chaque fois que la charge de la carde est entièrement transformée.

2° D'une mécanique double à carder en rubans, construite sur le principe de la précédente : son objet est de carder de nouveau les nappes de coton préparées par la première machine, de les transformer en rubans qui, en sortant de la carde, passent dans les entonnoirs de cuivre poli, et entre des rouleaux de bois, d'où on les reçoit dans de très-grands cylindres de fer-blanc.

Dans l'une et dans l'autre de ces deux mécaniques à carder, la vitesse du grand tambour est à celle du cylindre, couvert de cardes en rubans, comme 25 est à 1, et à celle des cylindres cannelés alimentaires comme 70 est à 1. Ces derniers cylindres ont un diamètre de 33 millimètres (15 lignes).

Le produit de la carde à nappes est de 14^{k},674^{g},380 (30 livres), quantité moyenne par journée de douze heures, avec une vitesse, au grand tambour, d'environ 100 révolutions par minute.

La charge de la carde est de 121^{gr},287 (14 onces) de coton en laine, étendu le plus également possible sur une longueur

de 0m,81 (30 pouces) de toile, qui les transmet aux cylindres alimentaires.

3° Une machine composée de 7 laminoirs à 2 paires de cylindres dont on peut varier à volonté la distance qui les sépare. Le diamètre du premier cylindre cannelé est de 22 millimètres (10 lignes); celui du second, de 31 millimètres (14 lignes).

Chacun de ces laminoirs augmente la longueur des rubans sortant de la carde dans le rapport de 1 à 4.

Trois de ces laminoirs sont munis de 6 lanternes qui, au moyen du mouvement de rotation qui leur est imprimé, donnent aux rubans un léger degré de tors. Cette machine suffit à la préparation de toute la quantité du coton cardé par les deux premières.

4° Un mule-jenny de 72 broches, pour filer en gros, par aiguillées de 1m,299 (4 pieds) de longueur.

Le laminoir est composé de 3 paires de cylindres à étirer. Le diamètre du premier et du second cylindre cannelé est de 22 millimètres (10 lignes); celui du troisième, de 28 millimètres (12 lignes et demie).

La seconde paire peut s'écarter de la troisième à volonté.

Le coton, tel qu'il sort des lanternes de la mécanique précédente, est déposé dans des cases pratiquées derrière ce mule-jenny, sur lequel il éprouve une augmentation de longueur de la première à la seconde paire de cylindres dans le rapport de 9 à 16, et de la seconde à la troisième, de 16 à 51. Le chariot qui porte les broches de cette machine opère sur lui-même un étirage qui augmente la longueur de chaque aiguillée dans le rapport de 5 à 6.

Ce mule-jenny produit 11k,739g,504 (25 livres) de fil en gros, en douze heures de travail, propre à former un fil en fin au n° 40. Cette quantité varie suivant le degré de finesse qu'on se propose d'obtenir.

5° Un mule-jenny de 300 broches, pour filer en fin, par aiguillées de 1m,380 (4 pieds 3 pouces) de longueur. La roue qui imprime le mouvement aux laminoirs et aux broches est placée vers le milieu du bâti. Cette disposition permet à un même fileur de soigner deux mécaniques semblables placées

en face l'une de l'autre, qui reçoivent le mouvement d'un moteur commun.

Le laminoir de ce mule-jenny est composé de 3 paires de cylindres. La distance de la deuxième à la troisième paire peut varier à volonté. Le diamètre des premier et deuxième cylindres cannelés est de 22 millimètres (10 lignes) ; celui du troisième, de 29 millimètres (13 lignes).

Le fil en gros éprouve un étirage de la première paire à la seconde dans le rapport de 3 à 4, et de la seconde à la troisième, de 4 à 17. On peut varier ce dernier étirage au moyen de pignons de rechange.

Le chariot des broches opère aussi un étirage qui augmente la longueur des fils de chaque aiguillée dans le rapport de 7 à 8. Cet allongement varie suivant la finesse du fil.

Ce mule-jenny, conduit à la main par un fileur aidé de deux rattacheurs, a produit dans une première expérience, $10^{k},272^{g},066$ (21 livres) de fil n° 40 en douze heures de travail ; et dans plusieurs expériences successives, recevant le mouvement d'un moteur particulier, il a produit $7^{k},337^{g},190$ (15 livres) de fil n° 74, dans le même espace de temps.

Ces différentes machines, qui composent le système entier de la filature par mule-jenny, sont disposées pour recevoir le mouvement d'un moteur hydraulique ou de tout autre qu'on voudrait employer.

Il résulte de cette description que le progrès réalisé pendant une quinzaine d'années, de 1785 à 1801, était relativement immense [1]. L'assortiment partait alors de la carde (il n'était pas question encore des machines préparatoires qui la précèdent actuellement) ; mais celle-ci s'est considérablement améliorée ; elle fait, à dimensions égales, autant de travail que celles d'aujourd'hui ; il est probable cependant que ce résultat déjà perfectionné ne valait pas celui que l'on obtient maintenant. Après la carde,

[1] Cette appréciation faite sur l'état industriel des choses en France est également exacte pour l'Angleterre. En 1782, le coton du n° 60 des filatures d'Arkwright laissait 20 schellings par livre anglaise pour la filature, et dans les premières années de ce siècle cet écart n'est déjà plus que de 11 schellings.

on voit pour la première fois apparaître des machines spéciales à étirer dont les dernières rendent leurs rubans dans des pots tournants. Elles sont certes loin de ce qu'elles sont devenues depuis, mais elles devaient déjà avoir une influence considérable sur la perfection du produit. Enfin les métiers à filer ont à leur tour comme organe fondamental les fameux cylindres à étirer qui devaient désormais changer la face de l'industrie du filage. La production de ces métiers est remarquable, puisqu'elle correspond à 34 grammes par broche et par jour en numéro 33 titrage actuel, c'est-à-dire une production égale à la moitié de ce qu'elle est devenue depuis. Nous avons tout lieu de supposer, ou que ce rendement était exceptionnel, ou que le fil recevait alors une torsion insuffisante. La première hypothèse doit être la vraie, attendu que les échantillons de cotons filés de cette époque déposés au Conservatoire attestent une qualité très-convenable. Ces mêmes échantillons peuvent également nous servir à fixer les prix des produits les plus courants transformés en numéros du titrage actuel.

Ils étaient, pour la chaîne aux métiers continus mûs par une usine hydraulique, les suivants :

N° 30. . . .	17 fr. 25 c.	N° 55.	38 fr. »
36. . . .	22 »	65.	47 »
44. . . .	29 »	73.	53 »

Ce tableau démontre : 1° que l'on demandait alors au continu des finesses bien plus élevées qu'aujourd'hui ; 2° qu'il y avait une différence d'environ 83 centimes par numéro et par 500 grammes. Cette différence était déjà toute à l'avantage du mule-jenny, car les mêmes documents ci-dessus cotent le n° 30 à 13 fr. 50 c. et le n° 64, le plus élevé des échantillons, à 27 fr. 75 c. le kilogramme ; la différence d'un numéro à l'autre obtenu à ce système n'était donc que de 25 centimes.

Le coton employé pour faire les fils continus, disent encore les membres de la Chambre de commerce d'Amiens, venait du Brésil et coûtait de 6 francs à 7 fr. 60 c. le kilogramme, soit 6 fr. 60 c. à 8 fr. 36 c. avec le déchet ; il s'ensuit un écart de

10 fr. 77 c. pour la fabrication d'un kilogramme de fil du numéro 29 à 30 en chaîne. Aussi les 3/4 de la consommation étaient-ils encore produits à la main. Cette concurrence entre le rouet et la filature mécanique a dû se prolonger en France jusque vers 1813, si nous en jugeons par la consommation annuelle, qui s'éleva à 8 millions de kilogrammes [1] environ, et surtout par le prix élevé de la façon. Il résulte en effet des documents conservés à Mulhouse que le prix du kilogramme de fil du numéro 27/29 chaîne valait alors 25 fr. 22 c. ; et comme il y entrait pour 14 fr. 87 c. de coton brut, 10 fr. 35 c. représentaient le prix de la façon et du bénéfice.

C'est surtout à partir de 1814 que l'industrie cotonnière prit son élan chez nous; il fut tel que, vers 1819, on était arrivé, exceptionnellement, il est vrai, à filer du numéro 100, et la consommation s'élevait à 20 millions de kilogrammes [2] ne valant plus dans le numéro et la destination ci-dessus que 12 fr. 79 c., contenant pour 4 fr. 82 c. de matière première, et laissant par conséquent 6 fr. 97 c. de façon. Aussi l'outillage mécanique s'était-il à peu près complété; une série d'opérations automatiques avant le cardage, s'était substituée au travail manuel lent, imparfait, nuisible à la substance filamenteuse et à la santé des ouvriers. L'assortiment se composait alors, d'après un filateur du temps [3], des machines suivantes :

1° La machine à battre;
2° La machine à ouvrir;
3° Le ventilateur ;
4° La carde en gros ou brisoir;
5° La carde en fin ou finissante;
6° Le laminoir;
7° Le doubloir, c'était une espèce de réunisseuse;
8° Le boudinoir, c'était l'étirage à pot tournant;
9° Le bobinoir destiné à former les bobines pour alimenter le métier en gros ;

[1] L'Angleterre consommait à la même époque 46 millions de kilogrammes.
[2] Elle était alors de 62 millions de kilogrammes en Angleterre.
[3] F. Vautier, l'*Art du Filateur de coton*. Paris, 1821, p. 11.

10° Machine à étendre ;

11° Le double expéditeur ;

Nous ne savons quelle était la destination de ces deux dernières machines dont il n'est d'ailleurs pas autrement question dans l'ouvrage.

12° La machine à courant d'eau ou de filage à l'eau était une machine à préparer, à ailette et à bobine, une espèce de banc à broches imparfait ;

13° La grive, c'était un métier continu ;

14° Le mule-jenny ;

15° Le dévidoir ;

16° Machine à tordre ;

17° Machine à pelotonner.

La première machine de la liste faisait agir automatiquement des baguettes pour battre les filaments. On en retrouve le modèle dans la galerie de filature du Conservatoire des arts et métiers. Toutes les autres, conservées en principe, ont été en général considérablement modifiées et améliorées dans leurs détails. Les métiers à filer, de 260 broches au maximum, tournaient avec une vitesse d'environ 2,400 tours à la minute.

Les perfectionnements du matériel se poursuivaient toujours avec ardeur. On commença dès lors à chercher des moyens de débourrer automatiquement, l'on perfectionna les tambours des cardes, les couloirs réunisseurs furent inventés, les étirages s'améliorèrent, les premiers bancs à broches commencèrent à se substituer aux boudinoirs et aux métiers en gros. Des appareils à aiguiser les garnitures des cardes furent créés, les machines américaines à bouter se propagèrent, le métier continu fut soumis à de nouvelles investigations et devint l'objet de modifications rationnelles. Les tentatives faites vers la fin du dernier siècle pour arriver au métier mule-jenny complétement self-acting furent reprises, etc., etc. Nous ne citons ces faits que pour donner une idée du mouvement extraordinaire qui allait toujours en grandissant.

Il n'est pas sans intérêt de chercher dans quelle situation

économique se trouvait la production au milieu de cette évolution du progrès, arrêtée pendant un instant lors de la révolution de 1830. Un rapport publié en 1829 par une commission de manufacturiers et de négociants de Paris, à l'occasion d'une enquête relative à l'état de l'industrie du coton en France, donne nettement l'état des choses. Il ressort de l'ensemble de ce travail, et notamment de la déposition de l'un des fabricants les plus compétents, M. Feray d'Essonne, qu'une filature à vapeur de 30 chevaux, toute montée, *clef en main*, revenait à 40 francs la broche, un cheval dynamique faisait mouvoir 500 broches avec les machines préparatoires ; la production par broche et par jour en fil du n° 30 à 40 métrique était de 20 grammes. Le prix de la façon par kilogramme était de 2 fr. 45 c., se répartissant de la manière suivante :

Frais généraux, loyer compris	0 fr. 75 c.
Intérêts et dépréciation du mobilier . .	0 50
Main-d'œuvre.	1 20
Ensemble	2 fr. 45 c[1].

Ces principaux faits ont été reproduits, sauf quelques variantes et additions que nous allons signaler, lors de la grande enquête administrative de 1833.

Il a été démontré alors que l'industrie française, après avoir lutté contre les difficultés de la filature *extra-fine*, présentait des progrès sensibles ; les maisons Schlumberger et Hartmann filaient couramment des numéro 200 métrique, et produisaient même exceptionnellement jusqu'à des numéro 300.

La production, basée sur les numéros ordinaires de 30 à 33, s'était sensiblement élevée : elle était, d'après MM. Mimerel, Fauquet-Lemaître, Sanson-Davillier, etc., de 30 grammes par broche et par jour de treize à quatorze heures. Un seul manufacturier, M. Nicolas Kœchlin, portait cette production en

[1] Ces mêmes prix de revient atteignaient à peine 1 fr. 50 c. en Angleterre à la même époque. (Rapport de la commission libre nommée par les manufacturiers et négociants. Paris, 1829, p. 52.)

moyenne à 41 grammes [1]. Il ressort également des diverses dépositions de ces manufacturiers sur le nombre d'ouvriers et de broches de leurs filatures, qu'on employait en moyenne un ouvrier par 50 broches [2], tandis qu'en Angleterre, d'après nos recherches, une personne suffisait alors à 66 broches.

La vitesse des broches, limitée dans des métiers d'une exécution médiocre et pour des machines préparatoires peu soignées, peut être considérée comme l'un des éléments les plus caractéristiques du progrès. Il est donc regrettable qu'elle n'ait pas été indiquée dans les enquêtes de 1829. Mais la production de ces broches et leur nombre par force de cheval nous permettent de supposer que leur vitesse ne dépassait pas 3,500 tours ; quoique modérée encore, elle avait néanmoins grandement contribué à l'amélioration des conditions économiques précédemment exposées.

A partir de l'époque dont nous venons de constater les résultats, la perfection du travail devint plus générale, grâce à l'invention de nouvelles machines à préparer, à celle du banc à broches devenue fondamentale dans l'assortiment, et du *rota frotteur* qui le remplace parfois (la création de ces machines remonte en effet vers 1824), quoique leur application ne devînt générale qne plusieurs années après. Leur emploi joint à des progrès moins faciles à préciser, ceux obtenus par une diffusion plus grande des sciences positives, et par conséquent d'une étude plus attentive et mieux raisonnée de l'établissement, du réglage et de la conduite des machines, ainsi que l'appréciation de jour en jour plus précise des caractères et des qualités de la matière première, déterminèrent un progrès que le rapport du jury de l'Exposition de 1844 fit ressortir en disant que les 58 millions de kilogrammes de coton qui se filaient alors avec 3,600,000 broches en eussent nécessité 4,500,000 dix ans

[1] Mémoires et extraits des délibérations des Chambres de commerce, par MM. Cochard et de Moléon. Paris, 1834.

[2] Ce nombre de broches comprend implicitement les machines nécessaires à la préparation.

plus tôt, et que les produits eussent été moins parfaits, moins réguliers et plus chers néanmoins [1].

Le kilogramme de fil que nous avons pris pour type de comparaison ne valait en effet alors que 2 fr. 83 c. et la façon 1 fr. 29 c., car le coton coûtait 1 fr. 54 c.

Si de ces concours de 1844 nous passons à la grande épreuve internationale de l'Exposition universelle de 1851 à Londres, nous y remarquerons, comme une preuve des progrès toujours ascendants dans la filature, des fils de coton amenés à une longueur de 600 kilomètres par 500 grammes. Trois filateurs avaient exposé de ces produits, deux Anglais et un Français. Pour démontrer la bonne applications de ces fils extra-fins, l'un des exposants anglais en avait fait faire de la mousseline, le filateur français les avait transformés en tulle à la mécanique d'une exécution irréprochable. Il était donc prouvé que, sous le rapport de l'avancement des connaissances industrielles, la France n'avait rien à envier à l'Angleterre. La mention faite à cet égard par le jury international, composé en majorité de membres anglais, est d'ailleurs trop significative pour que nous ne la reproduisions comme l'a fait la commission française dans le tome IV, page 50, de ses travaux sur cette même exposition ; on y lit : « Les cotons filés exposés par l'Angleterre et l'Ecosse sont presque exclusivement de qualité secondaire, propre à mettre en évidence le caractère de la fabrication qui donne l'habillement à une partie si considérable de la population ouvrière du monde.

« Les cotons filés français et suisses sont généralement de qualité supérieure, convenables à la production qui réclame à la fois de la souplesse dans le tissu, de l'éclat dans la couleur ; la préparation dans les filatures a été conduite avec autant de talent que de succès. »

Cette appréciation résume bien les tendances industrielles des nations qui y sont mentionnées, elles sont trop généralement démontrées par les faits et le génie de ces peuples pour

[1] Tome I, p. 377. Rapport du jury de l'Exposition de 1844.

que nous ayons à y insister autrement. Si de l'examen des produits nous passons à celui des moyens et à l'outillage des filatures, nous remarquerons que les progrès les plus signalés alors furent : 1° L'invention d'une machine française, l'*épurateur*, distinguée par une médaille du conseil, *council medal* ; 2° la propagation presque générale en Angleterre du métier mule-jenny renvideur, c'est-à-dire entièrement automate, qui supprimait un homme par métier à filer de 500 broches, et le remplaçait par la force d'environ un cheval dynamique, permettant aux prix relatifs de la force motrice et de la main-d'œuvre de diminuer de près de 700 francs par an et par métier. Cette économie n'étant pas aussi grande pour la France, par suite du prix du combustible et des machines, la propagation de ce système y était moins avancée. Il ne s'est fait adopter sur une assez large échelle que du jour où ces métiers ont été assez parfaits, d'un nombre de broches assez élevé et d'une vitesse assez grande pour que leur usage apportât également un avantage marqué à notre industrie. Quoique le prix du kilogramme de fil fût de 3 fr. 81 c., le prix de la façon était tombé à 1 fr. 18 c. La différence de la valeur vénale tenait au prix du coton, qui valait alors 2 francs.

Le concours universel de 1855 nous a démontré la continuation de ce mouvement assez lent, mais cependant sensiblement ascensionnel, de l'emploi des métiers à filer self-acting ; ils avaient alors au maximum 500 broches, il y en avait plusieurs d'un nombre moindre. Depuis lors on s'est *lancé*, nous dirons presque avec témérité, dans cette voie, puisqu'on est arrivé à faire des métiers de 1,200 broches. On remarquait surtout à l'exposition de 1855 des résultats qui indiquaient un ensemble général de progrès dans tous les détails de la construction ; plus de solidité dans les pièces servant au point d'appui des machines, plus de légèreté dans les organes en mouvement, une certaine harmonie de formes qui satisfaisait et charmait parfois l'œil. On constatait, en un mot, surtout dans les machines exposées par nos principales maisons, que les tâtonnements avaient cessé et que la construction des métiers à filer avait ses

lois précises et un outillage spécial opérant avec une régularité mathématique.

Cette grande solennité industrielle a démontré de plus que l'on reprenait avec ardeur des questions secondaires en apparence ; celles du débourrage automatique, de l'aiguisage des garnitures de cardes, de la commande des broches par engrenages, des transmissions de mouvement dans les bancs à broches afin d'augmenter la précision de leur action et de leur donner plus de légèreté, etc. Mais le fait saillant et considérable de la spécialité fut l'exposition, par MM. Nicolas Schlumberger et C^e^, d'une peigneuse à coton de leur construction et de l'invention de Josué Heilmann, comme spécimen des machines semblables que cette maison livrait, depuis quelques années, à tous les pays industriels.

Pour faire comprendre l'importance de cette grande invention, nous croyons devoir donner ici un extrait du rapport que nous avons eu l'honneur de faire à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, afin de motiver notre demande d'accorder aux héritiers Heilmann le prix de 12,000 francs fondé par feu le marquis d'Argenteuil, et destiné aux auteurs de la découverte la plus importante pour l'industrie française :

« La transformation automatique des matières textiles, qui a si puissamment contribué à modifier les relations internationales et les conditions d'existence intérieure des peuples, repose sur un ensemble de découvertes dont quelques-unes seulement ont été mises en lumière jusqu'ici.

« La mémorable invention du métier à filer, dont il ne serait pas juste d'amoindrir la valeur, a été assez heureuse pour ouvrir la voie ; elle est due à l'un des rares inventeurs favorisés de la fortune, et dont la part est si belle, que l'opinion ajoute encore à leurs mérites. Ainsi l'on fait honneur à l'obscur barbier ambulant qui s'éleva si haut par son génie, non-seulement de l'admirable conception qui constitue en quelque sorte la pierre angulaire du *filage automatique*, mais encore des moyens antérieurs qui l'ont provoqué et de ceux qui l'ont complété.

« Personne n'ignore le nom du célèbre Arkwrigt; des monuments attestent sa gloire; une riche et noble descendance témoigne de sa prospérité, et l'on conteste encore le nom de l'inventeur de la jenny, qui n'a cependant pas moins contribué aux progrès que nous rappelons.

« Cette espèce d'empiétement est surtout manifeste dans la réalisation de moyens considérés comme accessoires, lors même qu'ils fécondent les créations les plus brillantes qui sans leur secours seraient demeurées stériles. Tel eût été le sort du métier à filer, si une série de magnifiques machines préparatoires ne lui fussent venues en aide.

« Nous ne pourrions sans trop nous écarter du cadre qu'exige notre sujet, retracer ce qu'il a fallu de labeur et de génie pour amener à bien cette seconde partie de la tâche. Cependant l'histoire des progrès industriels mentionne à peine, et au hasard, quelques-uns des collaborateurs de l'œuvre entière; cette manière de présenter les faits les simplifierait sans doute, si la vérité et la justice n'en devaient souffrir.

« Grâce à la noble tâche que la Société d'encouragement s'est imposée et aux libérales dispositions de feu M. le marquis d'Argenteuil, des confusions et des lacunes aussi regrettables deviendront de plus en plus rares.

« L'invention de la machine à peigner par Josué Heilmann, placée par vos suffrages unanimes au premier rang dans le concours qui vient de se terminer, est au nombre de ces machines auxiliaires et préparatoires qui changent la face des spécialités par l'importauce et l'étendue des améliorations qu'elles y apportent.

« Cette découverte, d'autant plus remarquable, qu'elle s'est produite dans une direction et à une époque où le génie seul pouvait entrevoir de nouveaux progrès, a été conçue avec une hardiesse, une science de combinaisons et de moyens dont la réunion paraissait indispensable pour atteindre le but auquel Heilmann est arrivé par ses savantes et laborieuses recherches.

« L'énonciation des données du problème démontrera l'exactitude de cette appréciation.

« Les substances textiles se présentent avec des caractères variés et dans divers états.

« Tantôt ce sont des organes définis, indivisibles, formant un duvet épais composé de fibrilles éminemment flexibles comme celui du cotonnier. Tantôt ce sont des fibres longues, peu élastiques, divisibles à l'infini, comme la filasse du chanvre, du lin, etc. Dans les matières animales, les unes ont les brins rugueux, vrillés, de longueurs variables et tellement tassés et adhérents, qu'ils présentent une résistance considérable à la pénétrabilité; les laines, en général, sont dans ce cas. La bourre de soie et les duvets animaux possèdent, au contraire, une propriété de glissement très-remarquable.

« Quelle que soit, d'ailleurs, la nature de la substance, elle se compose d'une masse de fibres noueuses d'inégales longueurs se croisant dans toutes les directions. Trier ces filaments, les redresser, les épurer, enlever les nœuds et boutons apparents ou microscopiques, réunir parallèlement entre eux ceux d'égale longueur, enfin les diviser et les affiner lorsque la matière le comporte, telle est la tâche réservée au peignage.

« Le travail à la main est resté en possession exclusive de cette opération délicate jusque vers 1830. Ce n'est qu'à partir de cette époque que des applications sérieuses de peignage automatique ont eu lieu. Près de vingt années s'écoulèrent en essais plus ou moins heureux, dont les résultats ne purent rivaliser avec ceux obtenus à la main.

« Des auteurs des nombreux systèmes de peigneuses produits depuis un demi-siècle n'ont eu en vue que l'imitation du travail à la main de la laine (nul ne supposait la possibilité du peignage du coton) et la création de machines spéciales à chaque espèce de filaments. La supériorité du peignage manuel et la diversité des caractères des matières premières expliquent l'opiniâtreté avec laquelle les plus habiles et les plus compétents ont suivi cette voie.

« Avant Heilmann nul n'aurait supposé qu'un même système pouvait être indistinctement appliqué aux diverses fibres, et bien moins encore que l'opération automatique distancerait

bientôt les résultats les plus perfectionnés, exceptionnellement fournis par l'ouvrier le plus habile.

« C'est en abandonnant les errements du passé que le célèbre inventeur a si remarquablement réussi. Il a imaginé deux machines : l'une ébauche le travail par un démêlage, et l'autre reçoit le produit de la première sous forme de ruban : celle-ci le fractionne, en redresse et épure les fibres presque une à une, réunit celles d'égale longueur, les parallélise, et les soude par juxtaposition pour reformer un ruban peigné dans tous les sens. Remarquons incidemment que c'est en opérant sur les filaments en quelque sorte isolés, que l'auteur a pu se passer de l'intervention de certains élements auxiliaires, indispensables à tous les autres procédés, et peigner la laine, par exemple, sans le secours de la chaleur.

« Les propriétés de la machine sont telles, que les fibrilles les plus courtes, mêlées aux impuretés constituant les étoupes, les blouses, ou les déchets du coton réservés jusqu'ici à l'action de la carde, peuvent être peignées désormais.

« Cette faculté toute nouvelle de travailler, avec un égal succès, des filaments d'une longueur quelconque, non-seulement des matières usuellement peignées, mais aussi celles qui n'avaient été transformées de la sorte avant l'invention Heilmann, a eu des conséquences inespérées pour l'industrie. Des rebuts sont devenus ainsi propres aux fils les plus estimés.

« L'inventeur range, par le fait, toutes les substances textiles en un certain nombre de catégories basées sur les longueurs, et pour lesquelles il établit autant de types ou formats de démêloir et de peigneuse. Le volume des organes, le règlement et l'amplitude des mouvements sont nécessairement en rapport avec les dimensions des fibres à ouvrer.

« La supériorité du système nouveau sur ceux qui l'ont précédé est si tranchée, que son emploi a été le point de départ d'une phase nouvelle de progrès dans les arts textiles en général.

« Le génie de Heilmann paraît s'être résumé dans cette dernière œuvre de sa vie. Des démonstrations géométriques aussi

neuves qu'ingénieuses en exposent le principe; plusieurs solutions élégantes et sûres et des combinaisons de détails d'une précision mathématique en assurent la réalisation.

« Les succès inouï de la nouvelle méthode de peignage a provoqué les recherches et fait surgir de nombreux essais; mais jusqu'ici, ou leurs résultats sont moins parfaits et moins généraux, ou les moyens participent de ceux de Heilmann.

« Par le caractère de sa dernière invention comme par l'ensemble du progrès que l'industrie lui doit, Josué Heilmann est le digne continuateur des Vaucanson, des Jacquard et des de Girard.

« Son œuvre, après avoir traversé les phases plus ou moins pénibles réservées surtout aux grandes découvertes, fait aujourd'hui le profit de toutes les nations industrielles du monde. Il fut plus heureux cependant que la plupart de ses devanciers. A peine la contrefaçon crut-elle pouvoir se produire au loin, que les tribunaux en furent saisis. La justice anglaise n'hésita pas entre le devoir et un faux amour-propre national; elle constata d'une manière éclatante les droits de l'inventeur français à l'œuvre qu'on voulait lui ravir. Ce jugement, célèbre dans les annales industrielles, restera comme une preuve de l'impartialité des magistrats anglais et de la constatation irrécusable de l'originalité de l'invention de notre compatriote.

« L'exploitation de la nouvelle peigneuse remonte à quelques années seulement; cependant il serait difficile de se rendre compte de l'importance des résultats obtenus, si nous n'exposions un certain nombre de faits constatant les progrès dont les diverses spécialités de la filature lui sont redevables.

« *Application à l'industrie des laines.* Notre importante industrie des laines lisses eût été sérieusement menacée par l'élévation croissante des cours de la matière première, si le procédé nouveau ne lui fût venu en aide en augmentant d'une manière notable la quantité et la qualité du rendement, et en diminuant les frais de plus de 100 pour 100. De 2 fr. 50 c. que coûtait, en moyenne, précédemment, le peignage imparfait de 1 kilogramme de laine, il est descendu à 1 franc pour un tra-

vail d'une rare perfection sans que les salaires en aient souffert. Nous devons signaler aussi la facilité nouvelle d'approvisionnement, grâce à l'extraction, dans toute espèce de laines, des brins propres au peigne. Les laines rares et chères aujourd'hui eussent été inabordables s'il eût fallu d'aussi considérables emmagasinages qu'autrefois.

« L'usage des nouvelles machines s'est donc répandu avec une rapidité sans exemple dans tous les États de l'Europe. L'industrie française en possède plus de huit cents, transformant, en moyenne, 40,000 kilogrammes par jour, représentant une valeur de près de 100 millions de francs par an. L'importance de cette application est peut-être plus grande encore dans le Royaume-Uni. Les États de l'Allemagne en font mouvoir trois cents environ, et la Russie plus de cinquante.

« *Application à l'industrie du coton.* Si favorable que soit cette invention à l'industrie des laines, elle le sera peut-être davantage encore à celle du coton. Restée à peu près stationnaire depuis quelques années, ses perfectionnements se bornaient à des détails; on la croyait en possession d'elle-même et à l'apogée du progrès, lorsque la machine Heilmann est venue lui donner une impulsion inattendue. Les plus beaux cotons de la Géorgie et d'Égypte ne pouvaient être triés, épluchés et battus qu'à la main; ces opérations insalubres réservées aux ouvrières étaient une protestation contre l'art mécanique et un reproche bien plus grave à l'humanité ; ce sera pour Heilmann un éternel honneur d'avoir simultanément affranchi les femmes d'un travail pénible, et d'avoir substitué au cardage et à ses préparations incomplètes un peignage si parfait, qu'il imprime au coton une pureté, une netteté, un brillant et, en un mot, un caractère nouveau. La limite de la finesse et de la solidité a été reculée d'une manière remarquable. On fabrique avec une matière première donnée, non-seulement des fils plus fins et plus résistants, mais les déchets qui tombent des machines, mélangés à toutes sortes d'impuretés et vendus jusqu'ici de 1 fr. 50 c. à 2 francs, subissent une telle métamorphose, qu'ils remplacent des matières premières de 6 à 8 francs le kilogramme.

« Des progrès de cette importance ont bientôt frappé les industriels de tous les pays. Ceux de la terre classique de la filature du coton, à qui nous accordions si libéralement l'initiative dans cette branche d'industrie, se sont empressés de faire leur profit du nouveau système de peignage. Nos voisins possèdent, en effet, plus de deux mille quatre cents peigneuses, et notre industrie du coton, cinq fois moins importante, plus de sept cent cinquante; les autres contrées manufacturières entrent dans cette voie avec la même activité.

« *Application à la filature du lin.* Les services rendus à la filature du lin seront bientôt aussi importants. Les étoupes qui forment à peu près moitié de la matière, tant en quantité qu'en valeur, traitées à la machine Heilmann, donnent des fils plus beaux que ceux du long brin et d'un prix aussi élevé.

« Nous n'avons pu nous procurer les chiffres exacts sur le nombre de peigneuses en usage dans cette industrie ; mais nous savons qu'elles fonctionnent dans beaucoup d'établissements, qu'un seul du Yorkshire en fait travailler cent cinquante au moins.

« *Application à la bourre de soie.* Enfin le travail de la bourre de soie, frison, galette, chappe, etc., particulièrement insalubre, imparfait, perdant des déchets d'un grand prix, a subi une tranformation économique et hygiénique des plus heureuses; les ouvriers sont désormais à l'abri des dégagements nuisibles, et des déchets d'une valeur de 10 à 75 centimes se vendent aujourd'hui de 2 à 9 francs. Plus de cinquante peigneuses fonctionnent en France, où le travail de la bourre est assez restreint. La Suisse, renommée dans cette spécialité et si positive dans ses appréciations industrielles, en emploie le double.

« Cette régénération de matières, d'un rapport insignifiant, est, selon nous, bien plus encore que les résultats principaux de la machine, le criterium de l'étendue du progrès. Presque toujours, en effet, l'avancement d'une industrie est en raison inverse des débris qui en résultent; n'est-ce pas en donnant à ces débris sans emploi et souvent même nuisibles une valeur

sérieuse, que la nature particulière des services rendus par l'inventeur devient évidente et que sa faculté créatrice doit le placer au premier rang de l'humanité ?

« La découverte de Heilmann réalise donc plus qu'on ne lui demandait tout d'abord ; elle donne une impulsion nouvelle aux arts mécaniques, provoque une foule de recherches, alimente d'importants ateliers de construction, et substituera bientôt, pour tous les produits ras, une méthode parfaite de peignage au travail incomplet de la carde. Elle crée, régénère et transforme, en un mot, les spécialités qui lui doivent leur prospérité. Sous quelque aspect qu'on l'envisage, elle commande à un égal degré l'estime de la société, l'admiration de la science et la reconnaissance de l'industrie.

« Le jury international de l'exposition de 1855 a considéré cette découverte comme la plus importante qui ait eu lieu depuis quarante ans dans l'art de la filature.

« Josué Heilmann, avec une persévérance et un courage inouïs, consacra la fin de son existence, si courte par les années et si remplie par les travaux, au perfectionnement de sa peigneuse. Que de travaux intéressants ne devait-on pas espérer du célèbre ingénieur, qui, à une époque où l'industrie des tissus était dans l'enfance, même en Alsace, ne se contenta pas de créer et de diriger un établissement important, mais inventa un système de métier à tisser des plus appréciés encore, malgré les innombrables recherches ot les perfectionnements survenus depuis ; de l'auteur de cette fameuse machine à broder, dont la décoration de la Légion d'honneur fut la récompense à l'exposition de 1844, qui ne fut pas moins appréciée à celle de 1855 ; de l'inventeur de la machine à plier et à métrer et de tant d'autres créations ingénieuses ; de cet esprit synthétique par excellence, à qui nulle réforme utile, nulle amélioration pratique n'échappaient ; de l'observateur qui, l'un des premiers, comprit la nécessité de bien préciser les caractères des matières textiles ; de l'homme arrivé si haut avec les seules connaissances puisées dans la fréquentation passagère des cours publics du Conservatoire des arts et mé-

tiers de Paris, lorsqu'il menait de front son instruction théorique et pratique. Les préoccupations de toute nature dont fut assiégé Josué Heilmann ne l'empêchèrent pas d'être l'un des fondateurs et des membres les plus actifs de la Société industrielle de Mulhouse, qui a acquis une position si honorable parmi les compagnies qui stimulent le progrès des arts et de l'industrie. Aussi eut-il le rare bonheur de se voir entouré de la sympathie générale.

« Sa peigneuse ne fut exploité commercialement qu'en 1849, mais appréciée, dès sa conception en 1844, par l'une des maisons les plus importantes dont notre industrie s'honore. Sans le puissant patronage de MM. N. Schlumberger et C^e^, cette découverte aurait peut-être eu le sort de tant d'autres qui, nées sur notre sol, n'ont pu s'y implanter qu'après avoir fructifié entre les mains de nos rivaux. La coopération de constructeurs aussi distingués n'a pas été sans influence sur le succès d'une machine dont l'exécution devait être parfaite, et l'exploitation précédée des expériences pratiques les plus précises.

« La Société d'encouragement constate avec bonheur la fécondité d'inventions dont est doué notre pays, et tout ce que le progrès industriel du monde lui doit.

« En accordant le prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil à la peigneuse de Heilmann et aux enfants de l'inventeur, dont l'aîné, ancien élève de l'École centrale, collabora plusieurs années avec son père et le seconda puissamment dans ses derniers travaux, la Société a la conviction que son jugement sera aussi unanimement approuvé que l'ont été dans les mêmes circonstances ses précédentes décisions.

« Puisse l'hommage qu'elle rend à la mémoire et aux découvertes de Heilmann servir de stimulant à ceux qui, comme lui, se vouent à la recherche du progrès toujours lent et difficile, à ceux-là surtout dont le temps constitue le seul patrimoine, l'unique ressource ! Puisse le vœu exprimé par notre illustre président, lors du dernier concours, se réaliser dans six ans d'une manière aussi éclatante qu'aujourd'hui ! »

Nous avons à peine besoin d'ajouter que l'usage de la pei-

gneuse dont il est question dans notre rapport s'est propagé de plus en plus depuis lors, et que son application prend chaque jour plus d'importance.

Si des progrès dont nous venons de faire une revue succincte, nous passons à l'examen de ceux révélés par le concours de 1862, nous reconnaîtrons que des essais, à peine tentés en 1855, sont devenus des faits acquis. Pour les constater et pour désigner sommairement la part de chacune des nations industrielles aux progrès réalisés, nous croyons utile de reproduire ici nos appréciations sur l'outillage de l'industrie cotonnière, insérées dans les travaux du jury de la dix-huitième classe.

§ 2. — L'industrie cotonnière à l'Exposition de Londres en 1862.

Considérations générales. — « Les progrès considérables réalisés depuis soixante ans dans l'industrie cotonnière ont amené dans l'outillage des manufactures environ dix transformations successives.

« La remarquable exposition des machines anglaises pour le coton, et l'absence complète des mêmes machines dans les expositions des autres nations, pourraient faire supposer que l'Angleterre, à elle seule, est en état d'en pourvoir le monde, et que tous les progrès obtenus lui sont dus exclusivement. La fâcheuse abstention de l'industrie française dans cette partie pourrait nuire aux intérêts de nos producteurs et voiler la part que nous avons le droit de revendiquer dans le mouvement extraordinaire que le travail du coton a développé.

« Ne pas parler des progrès déjà obtenus, ou qui sont en voie de se réaliser chez nous, ce serait commettre à notre tour ce que nous ne craignons pas d'appeler la faute des abstentions à l'exposition.

« Au nombre des premières transformations dans l'industrie cotonnière il faut placer d'abord la substitution du peignage au cardage, adoptée quant à présent pour certaines sortes de coton

seulement, mais qui le sera pour presque toutes dans l'avenir, comme nous le dirons plus loin. Ce grand fait industriel, dont toutes les conséquences avantageuses ne sont pas encore atteintes, est dû exclusivement au génie français. Quoique l'industrie anglaise profite de cette belle invention sur une large échelle, les peigneuses construites en France sont plus soignées dans leur ensemble et leurs détails que celles des ateliers anglais, si nous en jugeons surtout par la seule peigneuse à coton qui ait figuré à l'exposition, où elle était presque cachée. Les services rendus par le métier *mule-jenny self-acting* doivent le ranger de fait au nombre des grandes inventions de ces derniers temps, et il est juste de laisser l'honneur de sa réalisation pratique à l'Angleterre. Toutefois, il faut reconnaître que les efforts faits par la plupart des nations industrielles, et surtout par la France, pour automatiser ce métier ont considérablement aidé à la solution. La collection de nos brevets d'invention témoigne de l'ardeur et de la science dépensée chez nous pour résoudre ce problème.

« C'est encore à l'industrie française que l'on doit la création de l'une des machines les mieux appropriées au travail du coton à courte soie de l'Inde, sur lequel tant d'espérances se fondent en ce moment : nous voulons parler de la machine dite *épurateur Risler*, distinguée à l'Exposition de Londres de 1851. C'est la première machine qui ait fait bien comprendre la possibilité de préparer automatiquement les fibres courtes. Si nous sommes bien informé, elle a été le point de départ du succès obtenu dans cette direction par une importante maison française. Il est vrai que de nouvelles combinaisons plus économiques la rendent peut-être moins indispensable aujourd'hui.

« Les divers mécanismes à débourrer et à nettoyer les cardes dont le fonctionnement excite tant d'intérêt à l'exposition, sont tous d'invention française et remontent à une date déjà ancienne ; le plus admiré est la reproduction à peu près identique d'un système imaginé par un contre-maître de Rouen, dans les ateliers duquel il fonctionne depuis un grand nombre d'années. Plusieurs sociétés industrielles ont couronné cet in-

génieux appareil, et l'Académie des sciences l'a approuvé en lui accordant l'un des prix qu'elle décerne pour les améliorations apportées aux arts insalubres.

« A ces innovations principales dans le matériel de la filature nous avons à ajouter des modifications dans la disposition des organes de certaines machines, un accroissement de vitesse dans presque toutes, des soins particuliers apportés dans tous les détails des commandes, et des transmissions perfectionnées.

« Une certaine élégance unie à la solidité distingue les parties apparentes et les points d'appui des organes des machines anglaises. L'œil de l'acheteur est séduit par des surfaces métalliques polies ou tournées, par le bois du plus bel acajou verni. C'est peut-être sous ce rapport que certains de nos constructeurs décèlent une infériorité de soins ou des économies qui leur sont imposées par l'élévation relative du prix des matériaux à leur disposition.

« Les progrès de l'industrie réalisés par les Anglais dans les machines pour le tissage des étoffes unies et des petits façonnés leur appartiennent d'une manière plus indiscutable ; ils consistent principalement dans les modifications, les perfectionnements et les soins apportés aux appareils préparatoires, aux dévidoirs, ourdissoirs, aux pareuses, aux cannetières. L'amélioration dans la construction de ces machines prouve toute l'importance qu'on y attache avec raison ; la facilité du tissage augmente d'autant, toutes choses égales d'ailleurs. C'est grâce à l'excellence des résultats de ces machines et à quelques modifications de détail dans les métiers à tisser que la vitesse, sinon toujours la production, a pu être constamment élevée, et que les frais généraux ont baissé sans que les salaires en aient été affectés. Cette perfection dans l'outillage des opérations préparatoires a eu également sa large part d'influence dans la propagation des métiers à navettes changeantes, pour le tissage des étoffes à carreaux et autres dispositions variées par des trames de couleurs diverses.

« Les nombreux métiers de ce genre, en activité principalement dans la section anglaise, montrent que c'est l'Angleterre

qui profite le plus de cette invention due un peu à tous les pays industriels. La France, la Suisse, la Belgique et l'Allemagne ont créé et commencé cette application à peu près en même temps que le Royaume-Uni, mais c'est chez nos voisins d'outre-Manche qu'elle s'est fait adopter le plus rapidement.

« Il manquait cependant dans le département des machines anglaises pour le coton une catégorie entière de métiers, celle de la spécialité des tissus réticulaires, des métiers à tricots droits simples, et à pièces multiples, des tricots circulaires, à fonture intérieure et extérieure, à tulle de chaîne, à tulle bobin, unis et façonnés, à faire le filet, etc., qui fabriquent annuellement pour des centaines de millions de produits. Leur absence de l'exposition est d'autant plus fâcheuse, qu'il y a peu d'œuvres mécaniques plus curieuses et plus dignes d'étude. L'usage, sur une échelle étendue, de la plupart de ces machines, est due à l'énergie et à la persévérance industrielle des Anglais.

« Mais de nombreux et importants perfectionnements ont été réalisés en France, dans les machines à faire le filet et les bas, surtout dans les métiers à faire les tricots circulaires, pour lesquels Troyes et ses environs excellent. L'invention la plus récente et la plus remarquable de ce genre est un métier à tisser la dentelle, dont les produits figurent à l'exposition et offrent une telle identité avec la dentelle à la main, que l'expert le plus compétent ne peut les distinguer. Nous n'oserions attester l'origine parisienne de cet article si nous ne l'avions vu exécuter sous nos yeux. Au point de vue de la difficulté vaincue, c'est là une des plus grandes conquêtes de la mécanique; elle prouve incontestablement la possibilité de substituer le système anatomique à toute espèce de main-d'œuvre. Quant aux conséquences sociales de cette substitution, elles doivent devenir ausssi salutaires, dans un temps donné, que l'ont été, depuis l'origine du monde, les transformations successives dont l'espèce humaine a fait son profit.

« Nous regrettons également l'absence d'un nouveau métier continu dont nous avons sous les yeux des cannettes en fils

du n° 100. La qualité du fil ne laisse rien à désirer, elle est par conséquent supérieure à celle des produits du self-acting. Ce métier peut produire des finesses plus élevées encore : il file la trame aussi bien que la chaîne, et la livre en cannettes ou cônes aussi facilement qu'en bobines cylindriques. Sa vitesse étant aussi grande que la moyenne des vitesses du mule-jenny, sa production est, par cela même, augmentée de tout le travail correspondant au temps employé à opérer le renvidage dans le métier automate, dont la complication, par rapport au nouveau système, est celle de l'ancienne machine de Marly comparée aux récepteurs hydrauliques actuels. Plusieurs tentatives ont eu lieu dans le même but; nous annonçons la plus avancée et la plus parfaite, susceptible d'applications pratiques étendues, avantageuses dès à présent, quoique perfectibles encore. Il est fâcheux que, pour des motifs plus rationnels que ceux qui ont en général causé les abstentions, les quelques inventions capitales dont il vient d'être question n'aient pu se produire à l'exposition. Elles eussent montré d'une manière évidente quelle est la part du progrès due aux recherches de l'industrie française dans une voie que l'on pourrait supposer n'être suivie que par nos voisins d'outre-Manche, si l'on s'en rapportait exclusivement aux apparences du grand concours international actuel.

« Quoi qu'il en soit, analysons la composition des divers assortiments qui attirent les regards du public. »

Outillage des usines à coton [1]. « Les assortiments qui fonctionnent dans la section anglaise produisent des fils courants d'une finesse relativement peu élevée, dépassant à peine le n° 60 métrique, ou 1/3 seulement de la finesse du n° 800 dont les vitrines offrent des spécimens. Il est vrai de dire que cette longueur de 800 kilomètres pour un demi-kilogramme de matière est l'un de ces prodiges qui, d'ordinaire, ne se manifestent qu'aux expositions. Si ces articles ne peuvent être considérés comme des produits industriels, ils mettent du moins en

[1] Toutes les machines mentionnées dans cette partie du rapport sont décrites dans la deuxième partie concernant les opérations techniques.

évidence les propriétés filables par excellence du duvet du cotonnier, la puissance de l'outillage actuel et l'habileté du manufacturier qui a su en tirer un résultat aussi remarquable. La limite extrême de la finesse employée ne dépasse pas en général le n° 400, elle est même rarement atteinte.

« Abaissons encore la limite pratique de cent numéros, et accordons à l'outillage présenté à l'exposition la possibilité de produire des numéro 100, il n'en restera pas moins vrai que l'industrie anglaise n'a exposé qu'un matériel propre à filer les numéros les plus ordinaires et les plus faciles, puisqu'elle s'est arrêtée à moins d'un tiers du chemin parcouru. L'absence d'un assortiment de machines propres à faire les filés fins, dont la consommation s'étend journellement, nous paraît, de la part des constructeurs anglais, si forts dans leur spécialité, un aveu de l'état insuffisant dans lequel se trouve encore l'outillage en question. Malgré les progrès réalisés et la continuité des recherches, bien des points laissent à désirer : les deux opérations extrêmes, la première et la dernière des transformations, ne sont pas entièrement automatiques. Pour le travail du coton géorgie longue soie, par exemple, le battage à la main, ou une opération mécanique équivalente, peut être moins satisfaisant, précède le peignage et fait partie des préparations du premier degré ; le filage ne peut se faire que sur le métier mule-jenny ordinaire. Au delà de la production du n° 60 environ, on est obligé de renoncer à l'usage du métier self-acting par des motifs divers dont nous dirons quelques mots plus loin.

« Il est donc constaté que ces nombreux métiers de la belle exposition anglaise sont loin de représenter l'outillage complet, nécessaire à la confection des divers articles exposés par les producteurs. Mais telle qu'elle est, la section des machines anglaises, pour le coton, offre encore une série de points intéressants que nous allons passer successivement en revue. »

Machines préparatoires du premier degré. — Les machines de cette section se composent d'appareils à ouvrir, à battre, à carder et à peigner. Elles ont une grande importance.

Elles doivent mettre des filaments comprimés dans la balle progressivement en état d'être transformée en une nappe homogène et régulière, susceptible d'être à son tour plus ou moins allongée, sous forme de rubans, destinée à recevoir l'étirage et la torsion finale au métier à filer. Les ouvreuses et les batteuses ont surtout été perfectionnées par la maison Platt, qui a imaginé une machine plus particulièrement destinée aux cotons sales et aux courte-soie de l'Inde. Elle repose sur la combinaison et la réunion d'un élément de l'ouvreuse et l'organe frappeur des batteurs ordinaires. A cet effet, les filaments placés sur la toile sans fin sont apportés par un appareil alimentaire à un cylindre armé de dents et disposé comme dans les ouvreuses ordinaires ; ce cylindre les porte à son tour à un frappeur qui tourne avec rapidité autour de son axe. Des grilles convenablement disposées à la partie inférieure laissent échapper les impuretés, les feuilles et les autres corps étrangers, tandis qu'un appareil délivreur transforme les filaments en nappe. On a cherché, on le voit, à diviser l'action trop brusque du battage automatique ordinaire, et à disposer les fibres plus convenablement, en commençant à les ouvrir d'une manière progressive. La masse se présente désagrégée au frappeur, et l'effort de celui-ci peut être diminué pour arriver au résultat, d'autant plus facilement atteint, que le règlement de la machine est mieux entendu, c'est-à-dire que les vitesses relatives des organes mobiles sont plus rationnellement établies.

« Il est évident que ces machines à préparer sont bien plus propres au nettoyage des cotons communs chargés d'impuretés particulières, telles que des feuilles et autres substances, que ne le sont les batteurs ou ouvreuses ordinairement en usage. Elles fatiguent moins la substance que les appareils basés exclusivement sur l'action du choc. Mais ces machines sont-elles entièrement à l'abri du reproche, les fibres sortent-elles complétement intactes ? C'est ce que des essais plus décisifs que ceux d'un fonctionnement dans une exposition pourraient seuls démontrer.

« Peut-être serait-ce le moment pour les filateurs de reprendre l'expérimentation d'appareils imaginés et employés en France et en Belgique, et entre autres le système dit *batteur-cardeur*, dont l'appareil alimentaire est particulièrement propre à la préparation des filaments courts, et dont l'organe travailleur consiste dans un cylindre à aiguilles rectilignes ; ces aiguilles, au nombre de cinquante mille environ, font de mille à douze cents rotations à la minute. divisent la masse des fibres, se les répartissent, les enlèvent isolées, les agitent et facilitent le départ des corps étrangers, des nœuds et des substances lourdes, que leur densité fait tomber dans une caisse quelconque, dont l'ouverture est pratiquée à la suite de l'appareil alimentaire. Cette partie antérieure de la machine communique à l'intérieur, par un canal incliné, avec un tambour en toile métallique, à la sortie duquel la nappe est formée comme à l'ordinaire. L'efficacité de ce système dépend évidemment du règlement des organes, qui doit être modifié en raison des dimensions des filaments à traiter et de leur degré de pureté plus ou moins grand. L'opinion très-partagée sur la valeur de cette machine préparatoire tient, pensons-nous, au règlement plus ou moins habile des divers éléments, et des vitesses relative des organes. Bien combinée, les effets en sont très-bons ; dans le cas contraire, l'appareil est impossible. Nous avons pu constater expérimentalement la vérité de ces faits.

« L'*épurateur* que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner, est une machine préparatoire de la même catégorie. Elle est basée sur des principes rationnels. A son origine, il y a déjà une dizaine d'années, elle a eu un grand succès et a rendu des services ; mais sa complicatson, et par conséquent son prix, ont fait rechercher des moyens plus simples et aussi efficaces. On y est arrivé : d'une part, par des améliorations apportées aux ouvreuses et aux batteuses, dont nous venons de dire quelques mots, et de l'autre, par certaines modifications aux cardes, dont la description sera comprise dans l'exposé qui suit. »

Cardes et machines à réunir. — Toutes les cardes se ressemblent en apparence ; peu de machines ont cependant été l'objet de plus de recherches et de modifications, à tel point qu'il en est résulté divers systèmes, dont chacun a ses avantages, ses inconvénients et sa destination spéciale.

« L'exposition anglaise offre à peu près tous les types, presque tous possèdent quelques perfectionnements de détail dignes d'intérêt. Quels qu'ils soient, d'ailleurs, le but de la carde reste invariable. Elle doit redresser les fibres d'une masse donnée, en enlever les nœuds, les boucles et les inégalités quelconques, en éliminer les dernières traces d'impureté, et disposer ces filaments aussi parallèlement que possible sous la forme d'un ruban parfaitement homogène. Sa partie fondamentale reste également la même dans tous les systèmes : un tambour principal, hérissé à sa surface d'aiguilles crochues, plus ou moins fines, auquel un appareil alimentaire amène des couches de filaments à préparer. A la partie supérieure de ce grand tambour sont adaptés tantôt une série de cylindres plus petits, mobiles, tantôt des chapeaux fixes sous forme de douves, tantôt enfin une combinaison de cylindres et de chapeaux. Ces organes, quelle que soit leur disposition, sont à leur tour garnis d'aiguilles dont les crochets ont une direction opposée à celle des aiguilles du grand tambour ; c'est le transport des filaments entre ces deux parties hérissées de pointes par le mouvement des organes cardeurs, convenablement réglés, qui produit une espèce de peignage plus ou moins bien réussi.

« L'une des conditions essentielles pour qu'un outil de ce genre fonctionne bien et donne de bons résultats, c'est qu'il reste constamment dans un parfait état de propreté. Les impuretés qui se dégagent de la matière et se fixent plus ou moins entre les nombreuses aiguilles de l'appareil doivent être aussitôt enlevées. Jusqu'à ces derniers temps, le nettoyage avait lieu presque exclusivement à la main ; c'est encore ainsi qu'il se pratique généralement. Cependant, presque toutes les cardes de l'exposition sont munies d'appareils débourreurs, nécessairement modifiés suivant le système auquel ils s'appliquent, ils

réalisent pratiquement des mécanismes décrits, publiés et essayés en partie depuis longtemps.

« Lorsque tous les organes de la carde, grands cylindres et chapeaux cylindriques, sont doués de mouvements de rotation, ils se débourrent en quelque sorte spontanément par l'action de la force centrifuge, au lieu d'un débourrage toutes les dix minutes; deux opérations par jour suffisent alors. Cet avantage des cardes à chapeaux cylindriques mobiles, dites cardes à hérissons, et leur production en général supérieure, les feraient adopter généralement si leur travail était aussi parfait que celui des cardes à chapeaux fixes. Or la combinaison des mouvements rotatoires en sens opposés des organes très-propres au nettoyage des fibres, ne permet pas de les ranger parallèlement dans la nappe; celle-ci se trouve alors formée par une masse de filaments qui se croisent dans toutes les directions, au lieu d'être rangés méthodiquement. Aussi, les cardes à hérissons, quelque bien établies qu'elles soient, ne sont-elles employées qu'au cardage du coton inférieur ou des déchets pour des numéros très-ordinaires; ou bien encore comme première machine préparatoire, dite carde briseuse, d'un assortiment, lorsqu'il est formé, comme presque toujours, de deux ou trois cardes. Ce dernier cas est plus ordinaire en Angleterre, lorsqu'il s'agit de produire des finesses moyennes, jusqu'au numéro 60, par exemple.

« L'un des assortiments exposés par la maison Platt est composé de cette façon.

« La carde briseuse est formée d'une série de cinq paires de cylindres travailleurs et nettoyeurs, précédés de quatre autres d'un plus grand diamètre. La nappe est détachée à sa sortie par un peigne ordinaire à mouvement de va-et-vient; un pot tournant le reçoit sous forme de ruban. Un certain nombre de ces pots, quarante environ, sont réunis pour former une nouvelle nappe disposée sous forme de rouleau pour être travaillée une seconde fois à la carde suivante. Remarquons en passant que cet ingénieux système des pots tournants pour recevoir les rubans à la sortie des cardes, généralement en usage avec

succès en Angleterre, n'est pas toujours applicable en France, parce que, malgré tous les efforts, on ne peut, dans certains moments, faire tenir le coton dans ces pots ronds. Cet inconvénient se manifeste surtout dans les ateliers très-secs et dans la saison chaude. La matière, éminemment élastique et influençable par l'électricité, réagit alors de telle façon, qu'une pression, même énergique, ne peut la maintenir convenablement dans les récipients; nos constructeurs ont imaginé des caisses rectangulaires à mouvement de va-et-vient, dans lesquelles les rubans sont distribués en zigzags, et superposés par couches allant d'un angle à l'autre. Ce système, inutile avec le climat et la disposition des ateliers du Royaume-Uni, a rendu des services aux nôtres.

« Les machines à réunir anglaises sont parfaitement disposées pour obtenir un résultat homogène et d'une épaisseur égale sur toute la surface de la nappe des quarante rubans, plus ou moins. L'élégant appareil réunisseur consiste dans une espèce de table en éventail. Les pots, qui contiennent un ruban chacun, sont disposés en un nombre égal de chaque côté de la table. Les rubans se déroulent un à un, en passant entre une paire de cylindres-guides, ils arrivent ainsi côte à côte jusqu'à l'extrémité la plus large de la table, où ils sont reçus simultanément dans un appareil à nappe. L'un d'eux vient-il à se briser pour une cause quelconque, la machine s'arrête d'elle-même. Cet effet est obtenu par le changement de position d'une espèce de levier articulé dans la tête duquel passe la préparation; l'extrémité opposée de ce levier est disposée en crochet et remplit les fonctions d'un cliquet. Dans le cas d'une rupture, le levier cesse d'être maintenu dans sa direction, il vient alors présenter son cliquet dans les dents d'une came ou rochet d'un arbre tournant correspondant à la transmission de mouvement, et fait débrayer. L'ouvrier rattache et remet en train. Ces machines, d'un fonctionnement sûr, d'une surveillance facile, commencent à se faire adopter dans les filatures françaises, et à remplacer les couloirs placés sous les planchers, susceptibles de plus de déchet et plus exposés à

laisser continuer le mouvement en cas de rupture. Les réunisseuses anglaises sont donc préférables, sous ce rapport et aussi parce qu'il est plus facile avec elles d'obtenir une grande régularité et de vérifier les numéros au début des opérations, au moyen d'un compteur qui leur est ordinairement appliqué. Si elles n'ont pas été appréciées chez nous comme elles devraient l'être, c'est que l'on n'a pas toujours su bien les régler. Le levier articulé débrayeur doit être parfaitement équilibré pour produire son effet. Dans le cas contraire, le débrayage ne se fait pas. La nappe, à la sortie de la machine à réunir, est ordinairement portée à une carde intermédiaire d'une construction à peu près identique à la précédente, et les rubans fournis par celle-ci dans des pots sont réunis en un nombre double du précédent, c'est-à-dire que l'on dispose une seconde machine de quatre-vingts à quatre-vingt-dix pots dont la réunion forme la nappe alimentaire de la carde finisseuse. Arrivé à cette dernière, le coton doit être parfaitement épuré, il est par conséquent important que le travail participe davantage du peignage que du nettoyage. A cet effet, MM. Platt ont adopté une disposition spéciale; elle consiste surtout dans la forme des chapeaux. Afin de réaliser les conditions recherchées, ces chapeaux sont des douves qui se placent concentriquement à la partie supérieure de la circonférence du gros tambour; mais au lieu d'être immobiles comme les chapeaux à douves ordinaires que l'on enlève à la main pour être nettoyés, ceux-ci sont tous solidaires, et assemblés de chaque côté par une chaîne sans fin qui tourne autour de rouleaux, de façon que la moitié de cette chaîne présente ses chapeaux à l'action du gros tambour, tandis que la moitié opposée présente ses aiguilles libres. Chacun des chapeaux se présente dans sa marche en regard d'un cylindre de rotation débourreur armé de dents, chargées d'enlever systématiquement la bourre restée au fond des aiguilles. Cette carde a, nous le répétons, tous les avantages des cardes à chapeaux ou cardes peigneuses, lorsque le débourrage automatique est bien réglé. On pourrait craindre à *priori*, que ce système ne soit susceptible de se déranger ou de ne pas tra-

vailler avec précision, à cause du mouvement articulé d'un grand nombre d'éléments. Cependant, la construction de tous les détails de cette machine est exécutée avec tant de soins, que l'appareil ne semble rien laisser à désirer dans sa marche. Pour qu'il en soit ainsi et que les organes travailleurs se présentent aussi près que possible les uns des autres, sans cependant jamais se toucher, il faut une précision toute particulière dans l'ajustage. Il devient indispensable, dans ce cas surtout, de substituer le métal au bois dans presque toutes les parties de la machine.

« L'assortiment de cardes de MM. Dobson et Barlow est plus spécialement combiné pour augmenter la production, surtout dans le cardage des cotons communs. Leur carde briseuse se distingue par une disposition de quatre rouleaux à carder, tournant dans le même sens à la partie supérieure, et aussi près que possible les uns des autres, et de la garniture du grand tambour. L'alimentation du grand tambour se trouve ainsi divisée sur une très-grande surface, et la quantité de filaments livrée dans l'unité de temps peut être augmentée, et par conséquent élever la production, ce qui est surtout important lorsqu'il s'agit de filer des numéros bas. Les constructeurs ont conservé cet appareil à quatre cylindres, même dans la carde finisseuse; il précède douze chapeaux fixes, disposés absolument comme dans les bonnes cardes ordinaires. Ils ont adopté un mécanisme débourreur des chapeaux, identique, quant au fonctionnement et aux principales dispositions, à celui de Rouen, dont nous avons déjà parlé; il se compose d'un châssis mobile, composé de deux bras, dont chacun a pour son centre de mouvement l'axe du gros tambour. Ce châssis porte à son extrémité supérieure, au-dessus des chapeaux, l'appareil débourreur; l'extrémité opposée est équilibrée convenablement; dans un mouvement ascensionnel, le châssis soulève un premier chapeau et, par un mouvement de translation, y fait passer la plaque débourreuse avec une certaine pression qui produit l'effet voulu. Par un mouvement descensionnel, il le remet à sa place, puis s'avance, prend le chapeau

suivant, opère de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à l'extrémité de la course qui embrasse les douze chapeaux.

« Il faut trois minutes à peine pour opérer le débourrage complet de la garniture entière. C'est l'un des mécanismes qui attirent le plus l'attention du public et qui intéressent le plus le praticien. Quoique accessoire, l'opération du débourrage est importante au triple point de vue de la perfection, de l'économie et de la salubrité de l'opération.

« MM. Higgins, de Manchester, exposent une carde qui, outre le débourrage automatique des chapeaux par un moyen analogue à celui qu'exposent de leur côté MM. Platt, débourre également le grand tambour d'une manière si ingénieuse et si efficace, que nous ne pouvons la passer sous silence. L'appareil additionnel de MM. Higgins a une double fonction : 1° il débourre le grand tambour; 2° il opère un cardage préliminaire et préparatoire qui avance, améliore sensiblement le travail et ménage la garniture, ce qui est un point important. A cet effet, le coton, au lieu de passer directement de l'appareil alimentaire au grand tambour, s'y rend en passant par deux cylindres cardeurs intermédiaires placés en contre-bas de la toile sans fin. Ces cylindres sont en contact tangentiel entre eux et avec l'alimentaire d'une part, et le gros tambour de l'autre; ils tournent dans le même sens et transportent progressivement les fibres au gros tambour, qui, par une vitesse angulaire plus grande que celle du cylindre avec lequel il est en rapport, lui enlève ses filaments déjà cardés par les cylindres précédents. Si au contraire, la vitesse angulaire de ce grand tambour était moindre que celle du cylindre qui lui fournit le coton, ce serait lui qui serait dépouillé, et par conséquent débourré. Or c'est précisément ce qui arrive, grâce à une transmission de mouvement différentiel très-simple. Au moyen de la translation alternative de la courroie de commande sur les diamètres variables d'un cône placé sur l'axe de rotation du cylindre ou hérisson débourreur, douze à quinze changements de vitesses semblables sont réalisés en une minute. Le gros tambour est donc débourré toutes les quatre secondes et débourre,

à son tour, son voisin autant de fois. Cette disposition, que nous croyons d'origine américaine, a besoin d'être signalée pour ne pas échapper à la vue, étant presque entièrement cachée à la partie inférieure de la carde. On assure que, grâce à l'économie de temps réalisée par cette application et au parfait état dans lequel les garnitures sont conservées, il est possible d'augmenter la production des cardes de près du double ; ce serait là un bien grand résultat pour une modification peu importante en apparence.

« Nous ne pouvons passer sous silence le plus original système à débourrer, imaginé par l'inventeur de l'épurateur, système qui fonctionne dans les ateliers de cet industriel à Cernay ; il consiste dans l'emploi du mécanisme Jacquart pour enlever, débourrer et replacer les chapeaux de la carde. Le célèbre Lyonnais était loin de prévoir cette nouvelle application de son mécanisme. »

Préparations du deuxième degré. — Étirages, doublages et laminages. — Les machines de cette section, qui doivent, par l'addition successive des rubans et les glissements progressifs des fibres (dits étirages), les transformer en mèches fines propres au filage, sont celles qui ont reçu le moins de modification. Elles paraissent depuis longtemps déjà ne plus rien laisser à désirer. Elles se divisent en deux catégories : en laminoirs étireurs ou étirages sans torsion, et en bancs à broches, ou étirages auxquels on a ajouté une broche et une bobine pour donner une faible torsion, afin de pouvoir en même temps renvider la préparation ou fil rudimentaire. Sauf la combinaison numérique des organes pour une même machine et l'addition de l'appareil casse-mèches pour opérer le débrayage spontané lorsqu'un ruban vient à casser, dont nous avons parlé à l'occasion des réunisseuses, il n'y a rien de particulier à signaler dans la première catégorie de ces machines.

« Quant au banc à broches, c'est l'une des plus belles machines de la filature et celle qui opère avec le plus de précision ; elle serait sans reproche, si elle n'était la plus chère et la plus compliquée après le self-acting. Elle est surtout onéreuse par

la double cause de l'élévation de son prix et de sa faible production, la vitesse des broches étant en général très-limitée, à cause des vibrations et des ruptures de rubans qui résulteraient d'une rotation dépassant de huit cents à mille tours au maximum. La maison Higgins a cherché à faire disparaître cette objection par des modifications apportées aux broches de ces machines. Chacune d'elles tourne dans un tube fixe, ou espèce de long collet vertical, établi depuis la partie inférieure de l'ailette jusqu'au porte-broche ; ce tube-collet est attaché par des articulations au porte-broche d'en bas d'une part, et à la bascule par l'un de ses points supérieurs. Les irrégularités de mouvement par l'action de la bascule, se faisant sentir seulement aux joints articulés, n'affecteront plus la broche qui tourne dans l'intérieur de son enveloppe. Désormais à l'abri des forces de torsion auxquelles elle était exposée, il devient possible de lui imprimer une vitesse plus grande, presque double de l'ordinaire; car les constructeurs prétendent que le premier banc à broches peut marcher à mille tours, le deuxième à seize cent cinquante, et le troisième à deux mille tours à la minute. Ce serait là un résultat très-intéressant; car, tout en faisant faire le double de travail à ces machines, la dépense du matériel de ce chef important serait diminuée de moitié. Reste une objection qui nous paraît la seule sérieuse, la qualité de la préparation; les mèches obtenues sous l'action d'une aussi grande force centrifuge ne sont-elles pas trop duveteuses, et le fil lui-même ne présenterait-il pas, plus qu'à l'ordinaire encore, ce facheux caractère que l'on cherche tant à combattre? Quoique nous n'ayons pas remarqué de défectuosités de ce genre dans le produit, nous croyons néanmoins devoir appeler l'attention des praticiens sur ce point assez délicat à déterminer dans des visites à l'exposition.

« Nous avons regretté de ne pas voir figurer deux sortes de machines employées parfois pour remplir les fonctions des bancs à broches, l'une en Normandie et l'autre en Suisse ; nous voulons parler du rota frotteur et du banc Abbeg. Nous connaissons les reproches qu'on leur adresse, surtout à la pre-

mière, où le frottement remplace la torsion pour donner la cohésion à la mèche ; elle fait moins bien, mais régulièrement, et cause des déchets que n'occasionne pas le banc à broches, mais elle est plus simple et coûte moins cher que ce dernier. Elle a été utilisée jusqu'ici par les petits industriels, au moins pour remplacer le premier banc à broches de l'assortiment, lorsqu'ils préparent des produits de basses qualités. Cet appareil mérite encore une mention à un autre point de vue. Il paraît avoir donné l'idée du métier à faire les fils de laine feutrée qui figure à l'exposition.

« Le banc Abbeg suisse, dont les fonctions sont identiques à celles du banc à broches, n'en diffère que par le mode de renvidage de la mèche légèrement tordue. Le mécanisme récepteur est disposé de façon que la tension exercée sur la matière à son enroulement reste constante. Les couches, au lieu de se former de bas en haut, par superpositions successives du centre à la circonférence de la bobine pleine, ont lieu par superposition horizontale. Or l'établissement d'un tel mécanisme et les conditions qui en sont les conséquences compliquent la construction de ces sortes de métiers, dont l'exécution réclame des soins particuliers. Le mécanisme différentiel n'a plus de raison d'être dans le banc à broches suisse, toutes les couches du même plan horizontal étant formées avant de passer à la suivante, et ainsi de suite. Dans ce système, lorsque la mèche est enroulée sur la base inférieure, du centre à la circonférence, on en enroule une seconde immédiatement au-dessus, et toujours de même jusqu'au haut. La bobine se forme entre deux disques horizontaux. Celui de la partie inférieure est fixe, le mobile supérieur s'élève parallèlement à lui-même à mesure que la hauteur des couches augmente. Cette machine s'est peu propagée, quoiqu'elle ait été l'objet d'un rapport très-favorable à la Société industrielle de Mulhouse.

« M. Beugger, de Winterthur, a exposé un appareil où il a cherché à réaliser les conditions du banc Abbeg sous une autre forme. Nous n'avons malheureusement pu le voir fonctionner. »

« *Métiers à filer.* — Depuis l'origine du travail automatique

du coton, il y aura bientôt un siècle, l'on n'a connu que deux systèmes de métiers à filer : le continu ou *throstle* des Anglais, et le mule-jenny. Leur invention est à peu près contemporaine ; elle a précédé celle des machines que nous venons de passer en revue. Malgré les nombreuses recherches dont ces métiers ont été et sont encore l'objet, rien n'a été changé dans leur organisation fondamentale depuis leur découverte. Ils sont composés, en principe, aujourd'hui comme vers la fin du siècle dernier, des mêmes organes : étireurs, tordeurs et renvideurs. Les métiers les plus perfectionnés de l'exposition du palais de Kensington, comme les modèles presque séculaires de son voisin le musée de Kensington, possèdent ces organes identiquement disposés dans les uns et les autres. Il n'y a de différence entre eux que dans les améliorations de construction et dans les modifications des transmissions du mule-jenny.

« Le premier en date de ces deux systèmes est, on le sait, le continu ; comme il est entièrement automatique ou self-acting, il consomme une force motrice en rapport avec ses fonctions multiples. Afin de le rendre plus léger, plus facile à mener, à une époque où la machine à vapeur était à peine connue, et dans un pays où les chutes hydrauliques sont rares, on eut l'idée de diviser ses fonctions, d'en faire exécuter une partie automatiquement et l'autre à la main ; on continua à faire marcher les cylindres étireurs à la mécanique et à disposer les broches ou organes tordeurs sur un chariot mû à la main. Par l'entraînement du chariot dans un sens, on opère la torsion, et en imprimant le mouvement dans une direction opposée, le fil s'envide autour de ces mêmes fuseaux, qui, par conséquent, remplissent alternativement les fonctions de broches et de bobines. Si donc le métier mule-jenny, fonctionnant à la main ou mécaniquement, est un bon métier, il est impossible que le continu ait moins de valeur, et s'il y a une différence entre la qualité des produits, elle est au contraire en faveur de ceux des continus.

« On sait, en effet, que le même numéro de fil pour chaîne est meilleur et se vend plus cher lorsqu'il est filé sur le continu que s'il avait été fait au mule-jenny. Nous citons ce fait

incontestable pour abréger notre argumentation et pour nous dispenser de produire des démonstrations théoriques ; seulement l'emploi du continu comme celui du mule-jenny self-acting, est limité à une certaine finesse ; au delà du n° 60 à 70 il y a des motifs divers pour que ni l'un ni l'autre ne soient d'un usage aussi avantageux que l'ancien métier mule-jenny demi-self-acting. Telle est la situation vraie qui ressort de l'exposition la plus complète que l'on ait vue jusqu'ici en self-acting. Il y a, il est vrai, des essais et des expérimentations pour faire produire des numéros plus élevés aux self-acting. Certains constructeurs pensent arriver à y filer du n° 80 et même du n° 100, de même qu'il y a des continus à l'essai, en dehors de l'exposition, qui produisent des finesses plus grandes encore. Si nous ne faisions connaître leur nature, on pourrait supposer, d'après ces considérations, que le métier mule-jenny n'a pas subi de perfectionnements. Ils sont de deux sortes et consistent : 1° dans un accroissement de vitesse qui a plus que doublé depuis environ trente ans, grâce au progrès réalisé dans les constructions mécaniques en général et l'emploi de machines à préparer de plus en plus perfectionnées ; 2° dans la transformation du demi-automate en self-acting, pour les besoins du filage des articles de la grande consommation.

« Cette transformation a été l'objet de nombreuses recherches, depuis que la filature automatique existe. Il s'agissait, en effet, de l'un des problèmes les plus compliqués de la cinématique. En voici les conditions :

« 1° Faire mouvoir simultanément avec leurs vitesses relatives les cylindres ; le chariot et les broches qu'il porte, dépassant parfois plus de mille ; 2° arrêter tous les mouvements, excepté celui des broches, sur le chariot au repos ; 3° donner à tous les fils des broches la position la plus convenable pour commencer à les envider autour de la broche ; 4° imprimer de nouveau un mouvement de translation au chariot pour le faire revenir à son point de départ, pendant que les broches continuent à tourner pour produire le renvidage et la cannette du fil. Si l'on ajoute que certains de ces mouvements doivent va-

rier pour maintenir l'uniformité de tension ; que cette tension, pour ne pas énerver le fil ni faire des cannettes molles et trop peu fournies, doit avoir lieu dans des conditions déterminées, on comprendra une partie seulement des complications du problème dont on ne saurait se bien rendre compte que par une étude qui serait évidemment déplacée ici. Nous n'en parlons que pour chercher à faire ressortir la difficulté du problème du métier automate et comment, une fois le problème résolu, on a voulu étendre son application à l'extrême. Il semblerait, en effet, que le progrès est en raison du nombre de broches que l'on peut faire mouvoir par un seul métier. Il y a là une première erreur pouvant devenir préjudiciable à la pratique par divers motifs ; d'abord le temps nécessaire pour produire l'unité de fil, l'aiguillée, est en raison du nombre de broches par métier. Il faut par exemple vingt-quatre secondes pour faire une course avec un métier de 1,000 broches, dix-huit pour un de 500, et quinze seulement pour 360, donc, en faisant abstraction pour un instant de toute autre considération, supposons qu'il s'agisse d'obtenir la production de 1,000 broches : si un seul métier les fait mouvoir, il produira en une minute deux courses et demie ou 1,000 mètres $\times$ 2,5 = 2,500 mètres (nous supposons l'aiguillée de 1 mètre pour simplifier le raisonnement).

« Si nous divisons les mille broches en trois métiers, chacun faisant sa course en quinze minutes, nous aurons par conséquent un produit de $4 \times 1{,}000 = 4{,}000$ mètres.

« Ce premier calcul montre que tout n'est pas profit dans les grands métiers. Ajoutons que lorsqu'il y a une cause d'arrêt, ce qui arrive assez fréquemment, la perte de temps est proportionnelle au nombre de broches.

« D'ailleurs la grande étendue des métiers d'un trop grand nombre d'organes rend le parallélisme du chariot en marche difficile à maintenir, et expose certaines pièces, telles que les tambours, à une flexibilité presque inévitable et à des réparations fréquentes. Enfin la grosseur des cordes allant du scroll au chariot doit augmenter avec le nombre de broches du métier. Or, passé une certaine grosseur, l'inégalité de flexion des

brins enroulés augmente en raison du diamètre de la corde, les brins extérieurs travaillent seuls; aussi le câble est-il bientôt hors de service. Ces considérations indiquent une partie seulement des causes qui doivent faire limiter l'emploi des métiers monstres, et la cause de l'infériorité vraie de leurs produits; elles justifient, ce nous semble, notre peu d'engouement pour le *self-acting*, et expliquent l'énergie avec laquelle nous encourageons les tentatives sérieuses faites pour perfectionner le système continu, qui, lui aussi, est complétement automatique. Nous avons tout lieu d'espérer que l'industrie française de la construction rendra bientôt dans cette direction un nouveau service à la filature en général, car les systèmes continus anglais exposés sont loin d'être aussi avancés que ceux que nous connaissons en France.

« Quoiqu'il nous soit impossible d'entrer dans un examen détaillé des intéressantes combinaisons mécaniques dont le mule-jenny automate a été l'objet, nous ne pouvons passer sous silence une modification des plus simples pour obtenir les cannettes adaptées aux broches des métiers de MM. Platt. Jusqu'à présent on plaçait sur chaque broche un cône en papier fort, ouvert à sa base et fermé au sommet. C'est sur ce cône que le fil s'enroule pour former la cannette conique destinée à garnir la navette du métier à tisser. MM. Platt suppriment parfois le cône en papier et le remplacent par une rondelle qui entre à frottement doux dans la base de la broche; le fil vient s'enrouler sur cette rondelle directement autour de la broche. Le cône ou cannette étant arrivée au volume voulu, il suffit de faire glisser la rondelle cylindrique parallèlement à elle-même, de la base au sommet de la broche, pour enlever le fil, et le placer dans la navette sans éboulement des couches, tant le produit est serré. Le nombre des cônes en papier étant égal à celui des cannettes, on a recours à des machines spéciales pour les faire; leur suppression a pour conséquence une simplification dans les manipulations et une économie dans les frais généraux.

« Il résulte de l'ensemble des perfectionnements apportés à

l'outillage de la filature du coton une augmentation notable dans la production, une diminution du prix de revient précédemment constatée, et une amélioration dans les produits dont l'art du tissage profite à son tour. »

Tissage. — « Les considérations générales sur les métiers à tisser présentées dans le rapport de la classe VII, et notre propre rapport sur les machines de l'une des sections de cette classe concernant la fabrication des étoffes de soie, nous permettent d'abréger beaucoup nos appréciations sur les métiers à tisser plus spécialement appliqués au coton, à cause de leur emploi indistinct à des fils d'une nature quelconque. Nous rappellerons seulement les soins tout particuliers apportés avec raison par l'industrie anglaise aux machines à préparer les fils pour le tissage. Selon nous, l'avance de nos voisins sur nous, dans tous les genres de tissage automatique, tient en grande partie à la perfection de leurs machines préparatoires de toutes sortes; leurs dévidoirs, ourdissoirs, colleuses, pareuses et cannetières automatiques. Toutes les machines exposées présentent les résultats des recherches les plus habiles. Le transport des fils de l'écheveau à la bobine se fait sur des dévidoirs combinés de telle façon, que la tension du fil reste constante, malgré la variation de son point d'application sur la circonférence de la bobine. Si l'un quelconque des fils se brise, l'appareil s'arrête spontanément. Les ourdissoirs ont des dispositions simples et ingénieuses qui permettent de retrouver instantanément, au besoin, l'un des milliers de fils, entraînés cependant avec une vitesse prodigieuse, pour pouvoir desservir le plus grand nombre possible de métiers à tisser. Les *sizing-machines*, ou machines à encoller et à sécher les fils de la chaîne, qui se substituent partout en Angleterre aux anciennes pareuses, parce qu'elles font au moins aussi bien que celles-ci, et environ cinq ou six fois plus, ont rencontré des obstacles à leur propagation en France, malgré leurs avantages. On leur reprochait de faire adhérer les fils. Cet inconvénient grave, dont quelques industriels ne se sont peut-être pas entièrement débarrassés, ne tient nullement au système, mais à la manière de faire la colle.

Avec les anciennes pareuses, une cuisson de trente à quarante minutes suffisait, parce que les fils collés étaient ventilés et ne s'appliquaient sur aucune surface avant d'arriver secs à l'ensouple destinée au métier à tisser. Dans la colleuse, où le séchage s'effectue par le contact du fil humide autour de cylindres chauds, il peut y avoir adhérence entre eux, s'ils ne sont enduits d'une colle beaucoup plus faite et plus limpide ; il faut, à cet effet, la faire cuire pendant une heure et demie au moins. Ce sont les bonnes préparations des fils pour le tissage qui expliquent en grande partie les vitesses considérables imprimées aux métiers automatiques à faire les tissus unis, les rayés, les carreaux et les façonnés, et qui ont contribué au développement de l'emploi des métiers automates à navettes multiples et des métiers Jacquart. Cette condition et une modification heureuse dans la commande du battant sont, nous le répétons, les principales causes de l'élan pris par le tissage automatique à grande vitesse, car nous avons vainement cherché à l'Exposition une disposition originale qui n'ait été depuis longtemps décrite et proposée, sans en excepter même le métier gigantesque à faire les tapis exposés par l'Amérique. A défaut d'inventions de toutes pièces, nous espérions voir quelques modifications ingénieuses dans les organes des métiers, ou l'application de quelques mécanismes additionnels qui rendent parfois autant de services que des découvertes plus importantes en apparence. Nous avons vainement cherché des perfectionnements sérieux dans la composition et la confection des lames ou lisses, pour diminuer la fatigue et les ruptures qu'elles font éprouver aux fils et auxquels elles impriment parfois jusqu'à trois cents mouvements en sens inverse à la minute. Nous eussions voulu trouver un appareil simple et sûr pour faire arrêter spontanément et instantanément le métier lors de la rupture d'un fil de la chaîne, ainsi que cela arrive pour celle de la trame. Ce dernier perfectionnement devenant de plus en plus urgent avec l'augmentation de vitesse des métiers à tisser, si l'on ne veut perdre par la malfaçon ou le temps dépensé au tissage et aux réparations les avantages de l'accélération du

mouvement. Enfin nous désirerions voir disparaître ou au moins amoindrir les chocs si fâcheux du battant et les ruptures de la trame occasionnées par l'impulsion brusque imprimée à la navette. Il reste donc, on le voit, des progrès sérieux à réaliser, même dans la spécialité sans contredit la plus avancée.

Résumé. — L'exposition anglaise prouve un mouvement considérable dans la construction des machines à coton, principalement dans celles applicables au travail des produits ordinaires. Le matériel pour filer de grandes finesses n'y est pas représenté.

« L'industrie française a le droit de revendiquer sa part des progrès réalisés; elle est loin de déserter le terrain des recherches, comme pourrait le faire supposer son abstention fâcheuse. Bien des modifications avantageuses, qui n'existaient qu'en projet ou à l'état de tentatives timides, ont passé de la théorie dans la pratique journalière, ainsi que le prouve, entre autres, l'application du débourrage automatique dans ses diverses formes. La carde elle-même, dont les mécanismes débourreurs ne sont que des accessoires; la carde, que l'on supposait naguère encore fixée dans tous ses éléments, a été modifiée plus ou moins heureusement dans certains détails et dans le groupement de ses organes, de façon que le filateur habile puisse désormais arriver à une combinaison qui concilie, autant que faire se peut, la quantité à la qualité du rendement. Les modifications qui ont permis d'augmenter d'une manière inattendue les vitesses des bancs à broches peuvent avoir pour conséquence de diminuer de moitié le nombre des machines les plus chères de la filature. Les métiers self-acting sont loin de pouvoir être appliqués à toute espèce de finesses; ils sont limités, quant à présent, au n° 60, et ne sont particulièrement avantageux qu'aux fils les moins tordus, à ceux de la trame.

« Les machines préparatoires anglaises pour le tissage sont à l'abri de toute critique; les métiers à tisser automatiquement toute espèce d'articles ont reçu des perfectionnements dans l'exécution des détails, mais ils laissent néanmoins encore à

désirer pour pouvoir servir de modèles, quoique leurs résultats réunissent déjà un rendement relativement favorable à la bonne confection.

« Après l'appréciation de l'état de choses, tel qu'il existe dans le travail du coton du pays le plus avancé, cherchons à nous rendre compte des progrès à réaliser dans un avenir plus ou moins rapproché, ou à indiquer quelques desiderata de l'industrie cotonnière, tels qu'ils nous sont suggérés par l'étude des caractères naturels de la matière première, et des conditions rationnelles à réaliser dans chacune des transformations successives qui concourent au résultat final.

« Il serait avantageux, ce nous semble :

« 1° De faire subir un lavage, une épuration et un blanchiment préalable au coton en filaments de certaines provenances, et à ceux dont les produits ne sont pas destinés à être vendus en écrus ;

« 2° De perfectionner encore les machines des premières préparations, jusqu'à ce que toute action brutale, produite par le choc, ait disparu et que l'on soit parvenu à traiter les fibres de toutes les espèces aussi rationnellement que le sont les poils plus ou moins précieux en usage dans la chapellerie ;

« 3° D'arriver à la combinaison de peigneuses qui, par le bas prix de leur travail, permissent de substituer de plus en plus l'action du peignage au traitement bâtard et imparfait de la carde ;

« 4° De persévérer dans la direction des perfectionnements de détails apportés aux étirages et aux bancs à broches, afin d'obtenir de ces machines les résultats que les principes rationnels sur lesquels elles reposent et la précision rigoureuse de leur exécution permettent d'en espérer ;

« 5° De réaliser un système de métier à filer qui offre la simplicité et les avantages du continu ordinaire [1], une production supérieure par broche à celle du self-acting et une application au moins aussi étendue que celle du mule-jenny ordinaire

[1] Nous donnons plus loin diverses améliorations, avec les dessins nécessaires à la description.

demi-automate, sans occasionner plus de frais de réparation que ce dernier. »

Dans le tissage, qui paraît si peu laisser à désirer, tant sous le rapport des opérations préparatoires que sous celui de l'exécution des entrelacements des fils sur le métier, nous voudrions néanmoins qu'il fût possible de perfectionner les lames ou lisses, de trouver un casse-fil débrayeur pour les fils de la chaîne, et enfin de substituer une pression à l'action du choc du battant. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés de cette substitution si simple en apparence; mais les conséquences importantes qui pourraient en résulter devraient compenser les efforts réclamés pour atteindre le but. Nous voudrions également voir reprendre l'étude de la coupe mécanique du velours de coton, dont la solution amènerait d'autres applications analogues.

Conclusions du rapport. — On se méprendrait sur notre pensée si l'on supposait qu'en présence des améliorations et des progrès que nous entrevoyons et espérons, nous supposons qu'il faille attendre leur réalisation pour agir, et ne pas appliquer le bien, parce que l'on peut espérer mieux; ce serait aussi raisonnable que si on ne voulait plus se servir des voies de communication ordinaires là où les chemins de fer manquent encore. Quelque rapide que soit le progrès industriel, il ne se généralise jamais assez promptement pour ne pas laisser le temps d'amortir les frais de l'établissement des moyens que ce progrès est appelé à faire disparaître. L'industrie en France ne doit donc pas hésiter par ce motif; elle a le droit de se développer, et elle peut le faire avec sécurité si elle sait réunir et s'assimiler les éléments les plus favorables dès à présent à sa disposition. Que l'industriel fasse ses calculs à l'avance, de façon à pouvoir arriver à des produits relativement parfaits, et dont l'ensemble des frais de fabrication, dans la filature, ne dépasse pas au maximum 1 centime 1/2 par échevette ou unité de 1,000 mètres. Il nous paraît difficile qu'un établissement puisse durer en travaillant à des conditions moins avantageuses. Il se soutiendra au contraire d'autant mieux, qu'il

pourra tisser ses fils lui-même. Les motifs commerciaux ne sont pas les seuls à faire valoir, il y a aussi des raisons techniques. Lorsque le filateur transforme ses fils et les prépare lui-même pour le tissage avec la perfection voulue, il peut, surtout pour les articles de la grande consommation, les employer sensiblement moins tordus que s'il les vendait sur le marché. Or, une diminution dans la torsion par unité de longueur correspond à une augmentation de production. C'est de cette façon que l'on peut expliquer certains rendements de la filature qui paraissent anormaux à *priori*.

« Si de cet ordre d'idées nous passons à l'examen de la crise de l'industrie cotonnière, dont la cause et les conséquences sont si déplorables, nous sommes tenté de dire : « A quelque chose malheur est bon, » car cette crise, qui a plus que ralenti la production surmenée de l'Angleterre, laisse du temps pour opérer la transformation de l'outillage là où elle était devenue indispensable chez nous. Le monde agricole et industriel va réaliser en quelques années plus de progrès dans le développement de la culture du coton qu'il n'en aurait obtenu en dix fois plus de temps sans la guerre des États-Unis. Le nouveau monde semble vouloir devenir protectionniste forcené et développer de plus en plus sa production intérieure ; de telle manière qu'à l'avénement de la paix, la puissance productrice du Nord pourra être suffisante pour consommer, en grande partie du moins, les récoltes du coton du Sud, lors même qu'elles remonteraient à leur état normal. Il ne serait donc pas impossible que dans un temps donné l'Amérique nous apportât des cotonnades, au lieu de nous fournir du coton, et qu'elle fût obligée d'abandonner alors à l'Inde, à la Chine, à l'Afrique, à l'Australie, à l'Italie, etc., notre approvisionnement de matières premières. Si cette nouvelle concurrence devait se réaliser, elle ne porterait probablement que sur les produits à très-bas prix. C'est une raison de plus pour nous de chercher à la prévenir en ajoutant aux meilleures conditions économiques possibles la qualité et le goût qui distinguent en général nos ouvrages mis en évidence et propagés de plus en plus par

les expositions internationales. Loin de décourager les industriels français, l'étude de ces expositions doit stimuler leur zèle et leur activité. Avec la réalisation des améliorations générales à l'ordre du jour, et l'un de ces élans qui distinguent le génie de notre nation, soutenu par la persévérance dont nos voisins d'outre-Manche donnent si souvent l'exemple, notre industrie doit se développer et grandir d'une façon inattendue, même aux yeux des plus prévoyants.

« Pour résumer, en un mot, les conséquences des progrès successifs susmentionnés, nous dirons que les frais de fabrication d'un kilogramme de fil, qui s'élevaient à 2 fr. 45 c. il y a une vingtaine d'années, et à 10 francs environ, il y a moins de trente ans, sont aujourd'hui au-dessous de 1 franc. Les éléments de ce progrès sont complexes et appartiennent en partie aux améliorations considérables apportées aux moteurs hydrauliques et à vapeur, et en partie à celles introduites dans le mobilier industriel. Les roues hydrauliques ont été modifiées de façon que de 25 pour 100 d'effet utile fourni à peine, elles sont arrivées à en rendre 65 et 70 en moyenne.

Les bonnes machines à vapeur, de 500 à 600 francs la force de cheval, brûlant au maximum 1^{k},50 de charbon de terre, dès qu'elles dépassent 15 chevaux, coûtaient alors de 2,000 à 2,500 francs pour la même unité dynamique, et brûlaient en moyenne de 5 à 6 kilogrammes. Quant aux machines spéciales, elles ont été améliorées au point d'avoir des métiers dont les broches tournent avec une vitesse prodigieuse de six mille tours et plus à la minute.

Il en est résulté, toutes choses égales d'ailleurs, une augmentation de production et une diminution considérable dans les frais de toute espèce : la production entre le nombre d'ouvriers et celui des broches d'une filature en témoigne suffisamment. Nous avons déjà vu que l'on comptait en moyenne une personne pour 50 broches, et un rendement de 30 grammes par broche et par jour, tandis qu'il ressort de nos recherches sur de nombreux établissements montés avec l'outillage le plus perfectionné, qu'un ouvrier suffit actuellement pour

140 broches ; et la production par broche et par jour peut s'évaluer de 55 à 65 grammes, toujours pour les numéros de fils précédemment désignés.

« Il s'ensuit que dans une période de moins de trente années, les résultats très-sensiblement améliorés ont doublé, et la coopération de la main-d'œuvre a été réduite de trois quarts au moins dans notre pays. L'industrie anglaise est généralement plus avancée encore dans la voie automatique : elle est arrivée à n'avoir besoin que d'un ouvrier pour 170 broches. Ce résultat est surtout la conséquence de la grande habileté du personnel anglais, qui lui permet de surveiller plus de machines, et de certaines modifications dans le groupement des machines formant l'assortiment.

« Quoi qu'il en soit, envisagée en France ou en Angleterre, l'industrie cotonnière offre le type par excellence du travail automatique le plus avancé. Elle indique dès à présent l'état vers lequel toutes les autres nations s'acheminent et démontre, si nous ne nous trompons, l'approche du terme des perturbations transitoires occasionnées par chaque laborieuse étape dans la voie automatique, qui transforme le travail musculaire et abrutissant de l'ouvrier en une direction et une surveillance intellectuelles plus productives. Et cela, grâce précisément à ces perfectionnements si souvent le sujet de l'affliction et de la colère du travailleur. Ne peut-on l'excuser en songeant à l'horreur éprouvée par le patient à la vue de l'instrument qui doit l'opérer pour son salut ?... »

§ 3. — État du progrès en 1874.

Dans les douze années qui se sont écoulées depuis l'exposition internationale de 1862 à Londres, la France ne peut porter au crédit du progrès que huit années, depuis cette époque jusqu'aux fatals événements de 1870. Dans cet intervalle, l'exposition de 1867 à Paris a permis de faire une nouvelle revue du progrès. Cette solennité industrielle, sans indiquer des faits techniques bien considérables dans le travail du coton,

a cependant démontré un progrès continu dans les détails déjà indiqués. Les machines préparatoires en général ont été l'objet d'améliorations ; il faut surtout signaler le débourrage automatique des cardes qui tend à se généraliser par suite des divers systèmes, d'une construction simplifiée et qui donnent les résultats les plus précis. L'organe alimentaire a été également modifié d'une façon très-efficace, on a eu l'idée de remplacer les deux cylindres généralement usités par un cylindre unique recouvert à la partie supérieure d'une sorte d'auge ou chapeau concave ; les fibres, entraînées entre ces deux circonférences concentriques, se trouvent livrées aussi près que possible de la garniture du gros tambour. Cette disposition décrite plus loin est surtout avantageuse pour le travail du coton court et remédie à l'inconvénient des *barbes* si fréquent avec la disposition ordinaire.

Quant à la préparation des filaments longs, même pour les numéros de 10 à 20 destinés à la bonneterie et aux fils à coudre, elle est de plus en plus effectuée par le peignage ; on construit actuellement et il y avait à l'exposition de 1872 à Londres, des peigneuses à huit têtes du système Heilmann construites par la maison Platt, auxquelles on a ajouté des casse-mèches, de manière à arrêter la machine spontanément lors d'une rupture de ruban. Ce système paraissait ne rien laisser à désirer, tant sous le rapport de l'exécution de la peigneuse que de ses résultats. Les principes appliqués pour la première fois par Heilmann et si habilement perfectionnés par la maison Schlumberger, continuent à se développer et commencent également à être appliqués aux cotons courts. Nous donnons plus loin la description de la peigneuse Imbs destinée à la préparation de ces sortes de cotons.

Les progrès actuels dans les autres machines préparatoires à carder et à filer, machines à réunir et à étirer, bancs à broches, métiers à filer, mule et continu, consistent, ainsi que l'a démontré en partie l'exposition de Vienne en 1873, surtout dans des modifications de détails afin de donner plus de solidité et de précision à la marche des organes et de pouvoir augmenter leur

vitesse et la production, tout en facilitant la surveillance des transformations. En dehors des perfectionnements exposés à Vienne, nous devons signaler des progrès sérieux et récents. Les premières machines préparatoires, les batteurs ont été étudiés plus complétement et des changements importants y ont été apportés. Une carde nouvelle très-remarquable et fort avantageuse s'est fait adopter, les rota frotteurs ont été l'objet d'améliorations qui les rendent désormais presque indispensables pour toute une catégorie de produits. La plupart de ces modifications, plus faciles à comprendre avec les figures, étant décrites à leur place respective, nous n'avons pas à nous y arrêter pour le moment. Qu'il nous suffise, pour résumer en un mot l'état du progrès économique actuel, de dire que le prix de revient de la façon d'un kilogramme de fil du numéro le plus courant et le plus employé, c'est-à-dire du 26/27 pour chaîne et du 36/37 pour rame, est en moyenne, de 0,76; ce chiffre comprend toutes les dépenses générales de la transformation : salaires, frais généraux, combustible, intérêt et amortissement des capitaux, frais d'entretien, etc., ainsi que nous l'établissons au chapitre des prix de revient. Si on compare ce chiffre à ceux précédemment indiqués pour les dépenses de façon d'un kilogramme de fil à diverses époques, on se fera une idée exacte de l'importance et de la rapidité des progrès économiques réalisés dans la filature du coton. La perfection des produits n'a pas été moins remarquable, elle est due sans doute à l'amélioration constante de l'outillage automatique, mais certains éléments sans lesquels le progrès serait resté stationnaire et qui signalent surtout l'industrie dans ces derniers temps, pourraient passer inaperçus si nous ne les mentionnions spécialement. Nous voulons parler, d'une part, de ce qu'on nomme le réglage des machines; de l'autre, de la composition en quelque sorte artificielle de l'atmosphère des ateliers, la plus propre à la bonne marche du travail. Le réglage a pour but le meilleur rapport à donner aux vitesses relatives des organes des machines. Ce réglage, aussi important que celui d'une bonne montre ou autre mesureur du temps, n'est pas constant comme celui de ces appa-

reils; il doit varier avec les caractères de la substance et les degrés de finesse des produits. Quant aux conditions de température, d'hygrométrie et d'électricité des ateliers, elles doivent être telles que, loin de nuire à la marche des opérations, elles les facilitent. Pour arriver à la détermination la plus convenable à cet effet, conformément à ce qui a été dit précédemment chap. IX, on commence enfin à munir les ateliers de thermomètres, baromètres, hygromètres et électromètres. On a soin de noter les indications de ces instruments dans les différents cas, afin d'arriver à fixer avec précision l'état dans lequel les transformations ont lieu avec le plus de régularité; une fois cet état accusé, on peut si les ateliers sont convenablement établis, et possèdent les moyens de faire varier la température et le degré d'hygrométrie, réaliser les conditions indiquées par l'observation des faits. L'application des connaissances relatives à cette partie de l'exploitation jointe à l'aménagement rationnel des machines pour empêcher les fausses manœuvres et les déplacements inutiles de la substance d'une transformation à l'autre, constituent les progrès les plus intéressants et les plus réels. On l'appréciera de nouveau dans les notions qui terminent ce traité, concernant l'établissement d'une filature complète.

CHAPITRE XVI

PROGRÈS RÉALISÉS DANS LES CONDITIONS HYGIÉNIQUES DES USINES.

Notre intention n'est pas de faire ressortir ici l'importance de cette question, bien qu'elle soit aussi industrielle et économique que philanthropique. Un personnel sain, vigoureux, énergique et dispos physiquement et moralement, est aussi nécessaire, au point de vue des résultats, que le choix des ma-

chines des meilleurs systèmes et que leur conservation dans le plus excellent état d'entretien. La conscience, les sentiments et l'intérêt se trouvent donc d'accord à ce sujet.

La plupart des hommes éminents qui ont traité cette délicate question de l'état hygiénique des ateliers, avec autant de talent que de cœur, l'ont peut-être envisagée un peu trop exclusivement sous le rapport humanitaire. Ils n'ont pas assez démontré l'influence d'un atelier sain sur les conditions économiques et sur la perfection des produits ni toutes les conséquences avantageuses réalisées sous ce rapport par les améliorations les plus récentes apportées à l'outillage en général. Pour les faire ressortir, nous résumons d'abord les conditions à satisfaire pour qu'un travail d'atelier soit non-seulement sans inconvénient sur la santé des ouvriers, mais aussi pour qu'il ne provoque pas de fatigues anormales.

Nous verrons ensuite combien la plupart des progrès industriels successivement obtenus tendent vers ce but.

L'air indispensable à la respiration doit être fourni en quantité abondante et proportionnelle au personnel; il faut qu'il soit pur et par conséquent renouvelé, de manière que le fluide vicié par la respiration ou chargé d'impuretés résultant du travail soit constamment enlevé par une ventilation suffisante. La température doit être, autant que possible, à peu près celle d'une habitation confortable, chaude en hiver et fraîche en été. Lorsque le travail exige qu'elle soit un peu plus élevée, comme pour les ateliers du filage, surtout des produits fins, cette surélévation de température sera atténuée par un petit excès de ventilation et d'humidité.

La lumière doit être égale, nette et diffuse, ni masquée, ni éclatante : un jour tamisé par des vers fins dépolis serait le meilleur à notre avis, si cela ne privait trop, dans certaines situations, de la vue de l'atmosphère extérieure et de la végétation.

Si des conditions que les hygiénistes nomment *circumfusa* nous passons aux manœuvres et exercices directs qui peuvent avoir tant d'influence sur la constitution et la santé de l'homme, lorsqu'ils sont incessants du matin au soir, nous dirons

qu'aucun des membres chargés des efforts musculaires ne doit agir d'une manière excessive. Leurs efforts doivent s'équilibrer d'une façon simultanée ou alternative, c'est-à-dire s'exercer ensemble, également ou successivement, afin que le travail ait lieu par une action générale du corps ou par des impulsions imprimées alternativement par les bras et les jambes.

La fatigue ne devra dans aucun cas devenir assez forte pour amoindrir les facultés de l'intelligence, ou blesser certaines parties du corps. Il ne faut pas non plus, d'un autre côté, que le travail exige une préoccupation continue ou trop forte de l'esprit, ni une tension de la vue. Enfin, il serait désirable que les opérations pussent se pratiquer sans occasionner un bruit parfois intolérable pour celui qui n'y est pas habitué, et avec lequel la plupart des ouvriers ne se familiarisent pas toujours sans inconvénient. Si on avait résumé dans ces termes, il y a moins d'un demi-siècle, les conditions hygiéniques à réaliser dans les établissements industriels, on aurait pu être accusé de demander l'impossible, de vouloir réunir des éléments inconciliables entre eux et de réclamer la modification d'un état de choses indispensable aux résultats auxquels ils concourent. Comment éplucher et carder le coton, pouvait-on dire alors, sans que l'atmosphère soit imprégnée des fibrilles et de la poussière qui s'en échappent ? comment en préserver, par conséquent, les poumons des travailleurs ?

Si quelque hygiéniste philanthrope, en parcourant les ateliers exigus dans lesquels une population considérable s'agitait à cette époque, avait fait remarquer que l'air était vicié et la ventilation insuffisante, que la mauvaise santé des ouvriers, révélée par divers symptômes extérieurs non-seulement aux gens de l'art, mais à un observateur ordinaire, pouvait être corrigée, il se serait probablement fait considérer comme un idéologue, un rêveur. Il lui aurait tout au moins été répondu qu'un atelier n'était pas un salon, et que chaque état avait ses exigences et ses conséquences fatales auxquelles il fallait se soumettre. Et cependant les choses en sont arrivées à un tel état aujourd'hui pour la ventilation, le chauffage et

l'éclairage des usines en général, que beaucoup de salons sont moins bien partagés sous ce rapport.

Les causes de cet heureux changement sont multiples, elles sont en général la conséquence des perfectionnements apportés à l'outillage, et des conditions techniques dans lesquelles le travail s'exerce.

En effet, l'épluchage de la matière filamenteuse, qui avait lieu autrefois par des machines imparfaites, laissant échapper des petits filaments et la poussière dans l'atmosphère de l'atelier, ne peut pas plus se manifester aujourd'hui à l'extérieur des appareils, que la fumée dans un appartement. Cette source si grave de malaise a disparu, grâce à la construction et à la disposition actuelle des premières machines à préparer, si elles sont conformes à celles indiquées et étudiées au chapitre qui les concerne. Il en est de même du débourrage et du cardage, classés parmi les opérations insalubres, comme nous l'avons vu précédemment, en mentionnant l'automatisation de cette opération. De plus, le personnel nécessaire à une production déterminée a été réduit des 7/8 en une trentaine d'années, puisque 1,000 broches, qui exigeaient autrefois de vingt à vingt-quatre personnes, peuvent être desservies par cinq à peine et que 500 broches aujourd'hui, toutes choses égales d'ailleurs, font autant que les 1,000 d'il y a trente ans. Partout la hauteur des ateliers se trouve augmentée pour faciliter l'établissement des transmissions et gagner de la lumière. Une seule salle de 10,000 broches de métiers à filer, qui contenait autrefois en moyenne deux cents personnes, n'en exige plus que cinquante à soixante, pour produire un travail au moins double.

L'emplacement nécessaire aux machines principales, aux métiers à filer, dont les dimensions déterminent la fixation des largeurs et des longueurs de l'établissement, a pour conséquence forcée la construction de ces sortes de hangars dont le chauffage pendant l'hiver, et le rafraîchissement, pendant la saison chaude, sont de rigueur, non-seulement dans l'intérêt du personnel, mais pour arriver à des productions normales

et ont contribué pour leur part à la réalisation des meilleures conditions hygiéniques.

L'amélioration a porté non-seulement sur les points qui viennent d'être indiqués, mais également sur la tenue, l'état de propreté de l'usine et de son personnel. Il est de règle aujourd'hui d'établir à l'une des extrémités de ces grands ateliers un vaste vestiaire divisé, pour le service des deux sexes. Les ouvrières y déposent certaines parties de leurs vêtements et se recouvrent d'une espèce de blouse ou grand tablier à bavette, avant de se livrer au travail. Elles y rentrent pour faire leur toilette et des ablutions à la fontaine établie à cet effet dans le vestiaire, avant de changer de vêtements pour sortir. De plus dans beaucoup d'usines on se sert de la chaleur perdue généralement, comme de fourneaux économiques pour réchauffer ou faire cuire les aliments des ouvriers qui peuvent prendre leur repas dans des réfectoires confortables attenant aux ateliers. A ces détails il faut ajouter que la force des choses nécessite aujourd'hui presque partout la séparation des sexes ; les surveillances qui incombent aux femmes et aux enfants concernent en général des machines établies soit dans des salles séparées, soit dans des divisions de la même salle.

Diverses conséquences indirectes résultent donc du développement du travail automatique et des progrès mécaniques : moins d'agglomération d'individus dans les usines, la possibilité d'élever les salaires, tout en baissant le prix des produits, de séparer les sexes, de les faire vivre dans des conditions hygiéniques et de propreté, dont l'influence avantageuse au point de vue de la morale et des liens de la famille est indiscutable.

Il en est donc du progrès mécanique comme de bien d'autres ; son avantage, à tous les points de vue, est proportionnel à son degré d'avancement ; incomplet, il est parfois plus nuisible qu'utile. On n'a tant et si justement parlé du funeste effet des machines que parce qu'elles n'étaient qu'en partie automatiques et que l'ouvrier à leur service était obligé de les remorquer péniblement pendant une partie du temps.

Or, la question, spéculative en apparence, de la pondération des forces physiques et intellectuelles des ouvriers fait également des progrès marqués à mesure que le travail automatique se propage. L'*homme moteur*, dont le corps était constamment courbé, les muscles en action pour manœuvrer de lourdes machines, et la vue tendue du matin au soir pour surveiller et réparer les ruptures fréquentes, est remplacé dans le travail complétement automatique par l'*homme surveillant*. La fatigue n'est plus que celle d'un piéton ordinaire, et l'attention se trouve considérablement soulagée, le nombre et la fréquence des ruptures étant diminués par les soins particuliers et l'augmentation de ténacité donnée aux préparations obtenues par les transformations actuelles. La combinaison de l'intelligence et de la force a permis aux progrès économiques et moraux de marcher de front.

Reste cependant l'inconvénient très-sérieux, selon nous, du bruit considérable de certaines machines nouvelles ; il a été amoindri d'une part, et augmenté de l'autre. Il a diminué au point de disparaître pour presque toutes les machines à préparer, à mesure que leur construction a progressé; mais pour les métiers à filer, avec l'élévation du nombre des broches, leur transmission de mouvement par engrenages, il y a eu augmentation de bruit dans une proportion notable d'abord, qui se faisait surtout désagréablement sentir, et par *à coups*, lors des embrayages et des débrayages; ces chocs et les frottements ont été sensiblement atténués dans les métiers récemment améliorés. Si les considérations que nous présentons plus loin sur la construction de ces genres de machines sont exactes, ce ne serait là encore que des commencements de modifications ; au nombre des plus importantes à espérer, se trouverait l'amoindrissement considérable, sinon l'annulation complète des inconvénients que présente le roulement continuel de ces masses mobiles portant et faisant mouvoir chacune, un millier d'éléments à la fois. Certaines causes d'accidents, parfois très-fréquents, ont été à leur tour considérablement atténuées, nous voulons parler des blessures produites par les transmissions,

telles que volant, roues d'engrenage, courroies, etc., qui malheureusement occasionnent souvent des sinistres dont un travailleur, un moment distrait, peut être la victime. Ces accidents sont presque toujours la conséquence de l'absence de couvertures solides dans lesquelles les industriels prudents et prévoyants renferment maintenant ces sortes de mécanismes et les surfaces qui laissent dégager des filaments. Cette précaution se propage de jour en jour; la faible augmentation de dépense qu'elle nécessite est bien plus que compensée sous tous les rapports.

La prévoyance a été plus loin : l'on a imaginé des mécanismes débrayeurs qui, sous la moindre résistance anormale dans une partie quelconque d'un atelier, arrêtent spontanément le mouvement général. Ces moyens, d'une efficacité incontestable, sont cependant peu répandus, précisément à cause de l'emploi plus fréquent des couvertures dont nous venons de parler.

Si aux perfectionnements que nous entrevoyons et qui sont sur le point de se réaliser, nous ajoutons ceux dont la prévision nous échappe, on comprendra tout ce que l'avenir réserve encore à une spécialité souvent signalée comme à l'apogée de ses progrès [1].

A l'appui de ces considérations sur les perfectionnements désirables, et d'une réalisation plus ou moins prochaine, nous signalerons les divers problèmes mis au concours par les sociétés les plus compétentes à ce sujet. Voici ceux dont la Société

[1] Nous devons faire remarquer que nous nous bornons, dans ce chapitre, à citer les progrès hygiéniques et moraux réalisés déjà, ou à réaliser par suite des perfectionnements techniques. Nous n'avons par conséquent pas à examiner ce qui a été fait et est en voie d'exécution dans l'intérêt de la classe ouvrière dans la direction économique et philanthropique. Il nous faudrait parler des cités ouvrières, des établissements alimentaires spéciaux, des salles de bains et des lavoirs publics, des bibliothèques populaires, etc., etc. Nous mentionnons ces nombreux et importants sujets pour faire ressortir une fois de plus l'heureuse tendance de notre temps. Lors même que la place ne nous ferait pas défaut pour traiter comme il convient des questions de cette nature, nous n'oserions les aborder après les penseurs profonds, les écrivains célèbres et éloquents dont les œuvres sur la matière sont si répandues. Qui n'a lu, entre autres, les publications de M. Jules Simon et de M. Louis Reybaud ?

industrielle de Mulhouse, particulièrement autorisée, demande la solution :

Médaille d'or de la valeur de 2,000 francs *pour l'invention et l'application avec avantage sur les procédés connus, d'une machine ou d'une série de machines disposant toute espèce de coton longue soie, d'une manière plus convenable qu'avec les procédés actuels, pour être soumis à l'action du peignage.* — La machine ou les machines dont il s'agit devront avoir fonctionné pendant une année et pour 10,000 broches au moins. Elles devront ouvrir suffisamment le coton, en enlever la poussière et les grosses impuretés, puis le former en nappes ou rubans convenables pour être soumis à l'action de la peigneuse. Elles ne doivent ni briser, ni affaiblir ou détériorer les filaments de coton ; ne pas produire de boutons ou étoiles, et leur travail devra coûter moins et ne pas produire plus de déchet que les opérations connues. Leur produit devra être assez considérable et en même temps assez avantageux pour que les filateurs trouvent économie à adopter la nouvelle invention.

Médaille d'or de la valeur de 1,000 francs *pour l'invention et l'application avec avantage sur les procédés connus, d'une machine ou d'une série de machines propres à ouvrir et nettoyer toute espèce de coton courte soie, de manière à le disposer convenablement pour être soumis à l'action des cardes, des épurateurs, des peigneuses, s'il en existe pour les courte-soie à l'époque de l'invention, ou de toutes autres machines préparatoires analogues.* — La machine ou les machines dont il s'agit devront avoir fonctionné pendant un an et pour 10,000 broches au moins. Elles devront entièrement purger le coton de la poussière et des matières nuisibles à la filature, sans le briser, le détériorer ou le fatiguer, rouler, corder, ou en former des nœuds ou étoiles. Il faudra, en outre, qu'elles divisent convenablement les filaments, et en forment une nappe ou un ruban propre à être soumis aux machines préparatoires subséquentes, dont le travail devra ainsi être rendu plus facile.

Le produit de la machine ou des machines nouvelles devra être considérable, et présenter, en un mot, des avantages suffisants pour que les filateurs trouvent convenance à adopter celles-ci.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale s'est préoccupée, à son tour, de l'état de la filature et des points susceptibles d'amélioration. Elle a pensé qu'entre le métier à filer, *système continu*, si simple, si complet, mais forcément limité dans son emploi, et le métier *self-acting* compliqué, dont les résultats sont également limités, et le métier mule ordinaire, qui amène le fil à des finesses extrêmes, il ne devait pas être impossible d'arriver à un système qui cumulerait, jusqu'à un certain point, les avantages des précédents, sans en présenter les inconvénients; son conseil avait adopté le programme suivant :

« Un prix de 3,000 francs pour l'invention et l'application « d'un métier à filer complétement automatique, notablement « plus simple dans ses combinaisons mécaniques et nécessitant « moins de place que le métier mule-jenny self-acting. Ce « métier devra produire des fils d'une finesse du n° 100 mé- « trique au moins, et en quantité et qualité aussi avantageuses « que celles du meilleur système en usage [1]. »

CHAPITRE XVII

TARIF DES DOUANES CONCERNANT L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Afin d'épargner des recherches sur les droits de douane auxquels sont soumis les cotons, les fils et tissus de coton à leur

[1] La publication de ce programme ayant été accidentellement ajournée, et les progrès qui y sont stimulés réalisés en partie depuis, la valeur du prix a été transformée en médailles.

entrée dans les diverses contrées en rapport avec nous, et les machines anglaises concernant les industries textiles à leur introduction en France, nous les avons réunis et résumés aussi succinctement que possible. Les appréciations jointes à certains de ces documents sont extraites de diverses livraisons des *Annales du commerce extérieur*, publiées avec un soin remarquable par l'administration supérieure.

RÉGIME DOUANIER DU COTON EN LAINE.

§ 1. — Entrée.

Nous avons donné précédemment (chap. I, § 3) les diverses modifications de tarifs qui réglaient l'entrée et la sortie du coton chez nous depuis l'origine de son emploi jusqu'à la Révolution. Depuis 1791 jusqu'aujourd'hui, le coton à l'entrée a été soumis à cinq régimes différents, savoir :

1° De 1791 à 1806. Admission en franchise ou moyennant des droits minimes ;

2° De 1806 à 1814. Les droits ont été successivement de 60, 200, 400, 600 et 800 francs par 100 kilogrammes ;

3° De 1814 à 1816. Retour à l'admission en franchise ;

4° De 1816 à 1860. Rétablissement des droits. Ces droits étaient les suivants :

Cotons étrangers.	Des colonies françaises, sans distinction d'espèce	10 fr.	les 100 kil.
	Longue-soie, par navires français	40	—
—	Courte-soie, par navires français	20	—
Cotons de Turquie		15	—
Cotons de l'Inde		15	—

Ces mêmes cotons, importés par navires étrangers, payaient un supplément de droit de 5 à 10 fr., suivant leur origine.

§ 2. — Sortie.

Les droits à payer à la sortie des cotons, c'est-à-dire à la réexportation, ont également varié depuis la même époque jusqu'à leur suppression en 1857 :

1° De 1791 à 1792. Ils payaient 12 livres le 100 pesant;

2° De 1792 à 1803. Prohibition à la sortie ou un droit équivalent de 102 francs les 100 kilogrammes;

3° 1803 à 1808. Liberté de sortie moyennant 1 franc des 100 kilogrammes;

4° De 1808 à 1814. Prohibition de sorties;

5° De 1814 à 1857. Liberté de sortie moyennant des droits insignifiants, qui furent successivement de 1 franc, 0f,50 et 0f,25 par 100 kilogrammes;

6° 1857. Suppression de tout droit.

Depuis 1816, le coton en laine, exempt aujourd'hui de droit d'entrée en France, entre également sans payer aucun droit dans les principaux pays manufacturiers de l'Europe, tels que l'*Angleterre*, l'*Association allemande*, l'*Autriche*, la *Belgique*, le *Danemark*, l'*Italie*, les *Pays-Bas*, la *Suisse*.

Les contrées où il paye encore un droit d'entrée sont les suivantes :

La Norwége, où il est insignifiant		0f,05 par 100 kil.	
En Russie et en Pologne		6 ,10	—
En Espagne, 1/2 pour 100 de la valeur			
La valeur est fixée à. . 117f,40, c'est donc		0,587	—
Grèce	en gousse. . . 1 ,20		—
	sans gousse. . 2 ,40		
	non égrené . . 8 ,00		
	égrené. . . . . 8 ,00		
Coton en feuille cardée ou gommée (ouate).		0 ,10 le kilogr. à l'entrée en France.	

§ 3. — Fils.

Les droits sur les fils étrangers à leur entrée en France ont également subi un grand nombre de variations. Nous résumons ces droits pour les fils du numéro 27/29, type ordinaire, après avoir donné le régime qui régit actuellement les diverses espèces de fils de coton.

Les primes de sortie accordées pendant longtemps pour encourager l'exportation des produits nationaux étant abolies, nous n'avons pas à nous y arrêter.

Droits à payer par les fils de coton anglais à leur entrée en France, d'après les traités de 1860 et 1861 [1].

Fils de coton simple mesurant au demi-kilogramme

Ecrus.

	20,000	au moins	0f,15	
De	21,000	à 30,000	0,20	
	31,000	40,000	0,30	
	41,000	50,000	0,40	
	51,000	60,000	0,50	
	61,000	70,000	0,60	
	71,000	80,000	0,70	au
	81,000	90,000	0,90	kilogramme.
	91,000	100,000	1,00	
	101,000	110,000	1,20	
	111,000	120,000	1,40	
	121,000	130,000	1,60	
	131,000	140,000	2,00	
	141,000	170,000	2,50	
	171,000	et au-dessus	3,00	

Blanchis, le droit sur le fil simple augmenté de 15 pour 100.

Teints, le droit sur le fil simple augmenté de 25 centimes par kilogramme.

[1] Jusqu'alors les fils d'une certaine finesse étaient prohibés. Cette prohibition a été levée avec celle de toutes les autres marchandises anglaises par la convention diplomatique du 23 janvier 1860, entre la France et l'Angleterre.

Fils de coton retors en deux bouts.	Ecrus, le droit afférent au fil simple employé au retordage augmenté de 50 pour 100.	
	Blanchis, le droit sur le fil écru, retors en deux bouts, augmenté de 15 pour 100.	
	Teint, le droit sur le fil écru, retors en deux bouts, augmenté de 25 pour 100 par kilogramme.	
Chaînes ourdies.	Ecrues, le droit sur le fil simple augmenté de 30 pour 100.	
	Blanchies, le droit sur les chaînes ourdies écrues augmenté de 15 pour 100.	
	Teintes, le droit sur les chaînes ourdies écrues augmenté de 25 centimes par kilogramme.	
Fils écrus blanchis ou teints en trois bouts ou plus.	à plusieurs torsions . .	0f,06 par 100 mètres.
	à plusieurs torsions ou câbles	0 ,12 par 100 mètres.

Les fils de coton mélangés payent les mêmes droits que les fils de coton pur, lorsque le coton domine dans le mélange.

Le 1er mai 1861, une convention de même nature, passée entre la France et la Belgique, adoptait le même tarif pour les fils de coton fabriqués dans ce dernier pays, avec modification, applicable dès lors à l'Angleterre, que le droit supplémentaire, sur les fils retors, au lieu de 50 pour 100, était réduit à 30 pour 100.

§ 4. — Comparaison du régime actuel existant dans les principaux pays d'Europe.

ROYAUME D'ITALIE.

			le kilogramme.		
Fils écrus	simples	Inférieurs au n° 20..	0f,20	Tarif français	0f,15
		du n° 20 à 32..	0 ,30	—	0 ,15 à 0f,30
		n° 33 à 45..	0 ,40	—	0 ,30 à 0 ,40
		n° 46 à 60..	0 ,50	—	0 ,40 à 0 ,50
		Numéros supérieurs.	0 ,60	—	0 ,50 à 3 ,00
	retors	Jusqu'au n° 32	0 ,50		
		Numéros supérieurs.	0 ,70		
		Blanchis ou teints..	0 ,80		

BELGIQUE.

Filés de coton	non tors et non teints.	101f,80	les 100 kilogr.
	tors et teints.	127 ,20	
	retors à faire le tulle du n° 140 mèt. et au-dessus	6 ,60	

CONFÉDÉRATION SUISSE.

Tarif du 27 août 1851 confirmant la disposition qui en 1849 avait supprimé les tarifs particuliers de canton.

Cotons filés	Simples et retors, écrus.	4f,00	les 100 kilogr.
	retors et fil à coudre en coton blanchi ou teint	7 ,00	

ASSOCIATION ALLEMANDE DU ZOLLVEREIN.

(Royaume de Prusse, Bavière, Saxe, Hanovre, Wurtemberg, grand-duché de Bade, de Hesse, électorat de Hesse, association de Thuringe, duché de Brunswick, de Oldenbourg, Nassau, ville de Francfort.)

Importation.

	LE SCHIFFLAS DE 90 PIEDS.		Les 100 kilogram.
	Thalers.	Florins.	
			fr. c.
Coton filé, pur ou mélangé de laine, non blanchi, à 1 et 2 bouts, non retors et ouate....	3	5 15	22 50
Coton non blanchi, à 3 bouts et plus, non retors, blanchi et teint de toute sorte.....	8	14 »	60 »

AUTRICHE.

Tarif promulgué par un ordre souverain du 5 décembre 1853, en vigueur depuis le 1er janvier 1854.

FILS DE COTON.	QUINTAL.		LES 100 KILOGRAMMES.	
	Entrée.	Transit.	Entrée.	Transit.
	flor. kr.	flor. kr.	fr. c.	fr. c.
Purs ou mélangés à laine, écrus, non teints et autres que retors.....	5 »	» 15	26 10	1 31
Blanchis, retors, mais non teints, mèches cirées ou non.....	10 »	» 15	52 20	
Teints, retors ou non retors.....	12 30	» 15	65 25	

Sont traités comme non retors les fils à deux bouts, de matières différentes, par exemple de coton et de lin.

DALMATIE

Tarif du 18 février 1837 différent du tarif de 1829 pour les sorties.

FILS ET TISSUS DE COTON	LE QUINTAL.	Les 100 kilogrammes.
	flor. kr.	fr. c.
Fils simples et retors	2 20	11 65

RUSSIE.

Tarif approuvé par un ukase du 9 juin 1857.

COTON FILÉ.	EMPIRE ET POLOGNE. — Les 100 kilog.	PORTS de la mer Noire et provinces transcaucasiennes. Les 100 kilog.
	fr. c.	fr. c.
Blanc	85 47	85 47
De couleur, ou mélangé de fils blancs et de couleur, tordus ensemble	122 10	122 10
Mèche de coton pur	85 47	85 47

SUÈDE.

Tarif sanctionné le 4 décembre 1854.

FILS DE COTON.	LE SKALPUND.	LE kilogramme.
	rixdal. skill.	fr. c.
Simples ou retors	» 03	» 32
Teints rouge, dits de Turquie	» 08	» 85
Tous les autres fils	» 12	1 27

NORWÉGE.

Loi du 11 juillet votée par le Sthorting.

FILS DE COTON.	LE PUND.	LE kilogramme.
	rixdal. skill.	fr. c.
Non teints, non tors	» 06	» 56
Non teints, mais tors	» 10	» 94
Teints	» 12	1 13

DANEMARK.

FILS DE COTON.	LES 100 livres.	Les 100 kil. en balles pressées avec des cercles en fer.
	rixdal. skill.	fr. c.
Tordus ou non..... blancs	2 48	14 20
Tordus ou non..... teints	5 20	29 58

PAYS-BAS.

Tarif voté, loi du 9 juin 1845, modifié depuis.

FILS DE COTON.	LES 100 livres.	LES 100 kil.
	flor. kr.	fr. c.
Non tors et non teints	1 »	12 72
Tors ou teints	6 »	16 96

CHINE.

Importation.

Coton filé, retors ou non, les 100 kilogrammes. . 12f,60

Ajoutons aux tarifs précédents les deux suivants, qui n'ont d'intérêt qu'au point de vue du commerce des fils du Levant.

EMPIRE OTTOMAN.

Sortie.

		Le kilogr.
Coton filé.	de Bey-Bazar	0f,16
	d'Arghatch	0 ,07
	de Kattambal, de Guiné, de Lalaya	0 ,14
	de Smyrne, blanc et de couleur	0 ,16

GRÈCE.

Tarif et loi de 1857.

			Les 100 kilogr.
Fils de coton sur bobines	pour embobiner	blancs	98f,43
		teints	112 ,49
	en pelotes, à broder	blancs	35 ,15
		teints	42 ,18
	teints à l'huile		52 ,75

Ces droits sont avec les droits français dans les proportions suivantes, pour les numéros ordinaires :

Angleterre, Etats-Unis	0
Dalmatie et Chine	6/10
France	1
Italie	1
Zollverein	1 1/10
Autriche	1 3/10
Suède	1 7/10
Suisse	2
Espagne	2 1/2
Russie	4 1/2
Belgique	5

§ 5. — La valeur

La valeur peut être réglée par des chiffres officiels ou par la déclaration du négociant. Ce premier système était celui du traité de 1786. C'est encore celui de l'Espagne.

Dans l'ordonnance générale des douanes d'Espagne, publiée en 1857, en vertu d'un ordre royal du 10 décembre, les fils sont taxés 1/2 pour 100 de la valeur.

La valeur est fixée comme suit :

		Les 100 kilogr.
Fils non retors	non blanchis	105f,65
	blanchis	117,40
	teints	129,14
Fils retors	non blanchis	176,10
	blanchis ou teints	352,20

Le second système est celui des États-Unis, où, en vertu de l'acte du 25 juillet 1864, modifié par l'acte du 3 mars 1857, les marchandises sont imposées *ad valorem*... sur facture, mais les fils sont dispensés de droits.

C'est à peu près celui des villes Anséatiques :

Hambourg, où les marchandises payent un droit d'entrée de 1/2 pour 100 de la valeur constatée par le correspondant de la Banque.

Brême, où le droit à l'entrée est 2/3 pour 100 du prix d'achat constaté par les acquits.

Lubeck, où le droit est de 1/2 pour 100 de la valeur au lieu d'expédition.

On le voit, à l'exception de l'Angleterre qui, expédiant aux divers marchés étrangers environ 200 millions de livres de filés, représentant près de 10 millions de livres sterling (250 millions de francs), maîtresse de ce commerce, a pu abolir à son aise ses anciens droits sur les fils étrangers et ses anciennes prohibitions, les divers États de l'Europe ont maintenu, à l'entrée, les droits protecteurs principalement destinés à prévenir l'envahissement de leur marché contre les produits anglais.

Ces droits donnent pour la chaîne 27/29, prise comme type des numéros courants, l'échelle suivante :

	Le kilogr.
Angleterre	0f,00
Etats-Unis	0 ,00
Dalmatie	0 ,12
Chine	0 ,12
Hollande	0 ,13
Danemark	0 ,14
France	0 ,20
Italie	0 ,20
Zollverein	0 ,22
Autriche	0 ,26
Suède	0 ,32
Suisse	0 ,40
Espagne	0 ,50
Norwége	0 ,56
Russie	0 ,85
Belgique	1 ,01

Les droits, en France, dans l'intervalle des prohibitions, ont suivi la marche suivante, depuis un siècle :

		Le kilogr.
N° 27/29	— Tarif du 12 mai 1761	4f,80
Id.	Traité de 1786	3 ,60
Id.	Tarif de 1791	4 ,59
Id.	Tarif du 22 ventôse an XII	4 ,00
Id.	Tarif du 30 avril 1806	7 ,00
N° 143 et au-dessus.	Tarif du 5 juillet 1836,	7 ,00
N° 27/29.	— Tarif du 16 novembre 1860	0 ,20

§ 6. — Tissus.

Droits d'entrée en France des tissus anglais et belges d'après les traités de 1860 et 1861.

Ces tissus comprennent quatorze classes principales, subdivisées en un certain nombre de catégories, conformément aux indications du tableau p. 212 et 213.

Régime d'entrée dans les principaux pays étrangers.

La connaissance des droits à payer à l'entrée dans les pays

étrangers des produits venant du dehors intéressant notre industrie, nous croyons devoir les indiquer également.

ANGLETERRE.

L'Angleterre fabrique toute espèce de tissus de coton. Sa supériorité n'est pas dans la qualité ni dans l'aspect de la marchandise, mais dans le procédé de fabrication et de bon marché.

Tandis que les Français affinent le tissu, les Anglais savent que ce résultat ne peut s'obtenir qu'aux dépens du prix de revient, et ils considèrent le tissu de coton comme le tissu bon marché par excellence.

Les tissus de coton étrangers entrent librement en Angleterre sans payer aucun droit.

ÉTATS-UNIS.

Ce fut en 1824 et 1828 qu'on établit aux Etats-Unis des droits sérieusement protecteurs.

Le développement de l'industrie fut très-grand.

L'Amérique fabrique pour la Chine, l'Inde, l'Amérique anglaise, la côte d'Afrique et l'Amérique méridionale. Elle fait des tissus grossiers. Cependant certains de ses produits atteignent la finesse de ceux d'Europe. Elle travaille surtout pour sa consommation, qui est immense à cause de l'abondance de l'argent, et de la façon large dont on paye la main-d'œuvre.

Elle imprime depuis assez longtemps.

Les droits d'entrée, depuis 1857, sont fixés à 24 pour 100 *ad valorem*.

ZOLLVEREIN.

La fabrication des tissus de coton existait déjà à la fin du siècle dernier dans les provinces rhénanes, en Westphalie, en Saxe et en Silésie.

Le système continental leur donna une impulsion considérable.

Mais en 1815 l'invasion des produits anglais vint l'arrêter.

de coton. ENTRÉE.

à la main et au fuseau, et les applications sur tulle d'ouvrages en dentelles de fil.

TISSUS DE COTON			VELOURS DE COTON.				TISSUS DE COTON écrus, unis ou croisés pesant moins de 3 kilogrammes par 100 mètres carrés, piqués, basins, façonnés, damassés ou brillantés, couvertures de coton, tulles unis ou brodés, gazes, et mousselines brodées pour ameublements et tentures — Articles confectionnés en tout ou en partie, articles non dénommés.	BRODERIES A LA MAIN.	DENTELLES ET BLONDES DE COTON.
BLANCHIS.	TEINTS.	IMPRIMÉS.	Façon soie dits velvets.		Autres, cords, molesquines.				
			Ecrus.	Teints ou imprimés	Ecrus.	Teints ou imprimés			
			Le kil. —						
	fr. c.		fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.			
15 p. 0/0 en sus du droit sur l'écru.	0 25 par kilogr. en sus du droit sur l'écru.	15 p. 0/0 de la valeur.	0 85	1 10	0 60	0 85	15 p. 0/0 de la valeur	10 p. 0/0 de la valeur.	5 p. 0/0 de la valeur.

NOTA. — Les fils et tissus de coton mélangés payeront le même droit que ceux en coton pur, pourvu que le coton domine en poids dans le mélange.

Id.	Id.	Id.

ENTRÉE. Tissus

Prohibés, sauf les exceptions ci-dessus, pour certains nankins, les dentelles de coton fabriquées

	TISSUS DE COTON ÉCRUS, UNIS, CROISÉS, COUTILS.								
	1re classe pesant 11 kilogrammes et plus les 100 mètres carrés.		2e CLASSE pesant 7 à 11 kilogrammes exclusivement les 100 mètres carrés			3e CLASSE pesant de 3 à 7 kilogrammes exclusivement les 100 mètres carrés.			
	De 35 fils et au-dessous avec 5 millim. carrés.	De 36 fils et au-dessus	De 35 fils et au-dessous	De 36 fils à 43 fils.	De 44 fils et au-dessus	De 27 fils et au-dessous	De 28 fils à 35 fils.	De 36 fils à 43 fils.	De 44 fils et au-dessus
1860. — 23 janvier-16 novembre 1860. Traité avec l'Angleterre et convention complémentaire. — Levée des prohibitions et établissement des droits suivants à partir du 1er octobre 1861.....	Le kilog. — fr. c. 0 50	fr. c. 0 80	fr. c. 0 60	fr. c. 1 00	fr. c. 2 00	fr. c. 0 80	fr. c. 1 20	fr. c. 1 90	fr. c. 3 00
27 mai 1861. — Traité avec la Belgique déclaré applicable à l'Angleterre par un décret du 29 mai 1861	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.
13 fév. 1861. Décret.. 25 août 1861. Id. .. 29 octob. 1862. Id....	Autorisation d'importer en franchise temporaire les tissus étrangers, à charge de réexportation après impression ou teinture.								

En 1819 commença à se former dans les États de l'Allemagne une association destinée à protéger l'industrie par une législation pareille à celle que possédait déjà la Prusse. Cette association devint en 1834 le Zollverein. Le but était de protéger les divers États contre la concurrence étrangère, tout en établissant la liberté des échanges entre les pays amis.

L'industrie prit un nouvel essor, et la filature ne suffisant plus aux besoins du tissage, l'importation des filés devint considérable.

Les parties de l'Allemagne où le tissage s'est le plus développé sont : les provinces rhénanes, le grand-duché de Bade et la Westphalie pour les tissus ordinaires, la Silésie et la Saxe pour les tissus fins.

Le tissage à bras tend à disparaître tous les jours.

Le droit d'entrée est de 375 francs par 100 kilogrammes.

Ce droit est considérable; mais le Zollverein a toujours eu pour principe de favoriser l'importation de la matière première, y compris les filés, mais de frapper les objets fabriqués.

AUTRICHE.

Le tissage mécanique est peu important dans ce pays. Le tissage à bras y existe sur une grande échelle.

Le droit sur les tissus écrus est de 208 francs par 100 kilogrammes.

Les tissus teints d'une ou plusieurs couleurs, non imprimés, velours, passementerie, bonneterie, 381 francs les 100 kilogrammes.

Les tissus fins, tissus épais imprimés, 522 francs les 100 kilogrammes.

Les tulles, dentelles, broderies, tissus mélangés d'or, d'argent, 1,305 francs les 100 kilogrammes.

SUISSE.

Le tissage mécanique y prend un développement considérable, surtout pour les tissus ordinaires.

Les mousselines unies et brochées, dont la production est très-importante, se font encore à la main.

La Suisse, mais très-rarement, importe des tissus pour les imprimer.

Le droit d'entrée n'est que de 4 francs par 100 kilogrammes.

BELGIQUE.

Ne produit en général que des tissus communs.

Les calicots et les tissus écrus sont tous fabriqués à la mécanique. Les cotonnades, cotonnettes, guingans, articles de pantalon se fabriquent à la main.

Gand est le siége principal du tissage mécanique; Lokeren, Saint-Nicolas, Renain, Tournay, du tissage à la main.

La Belgique est dans une situation excellente pour fabriquer, mais le débouché lui manque.

Le droit d'entrée est de 208 fr. 80 c. par 100 kilogrammes pour les tissus écrus; mais en ce qui concerne la France, ces droits ont été modifiés par le traité mentionné plus haut.

PAYS-BAS.

Les établissements sont surtout destinés à pourvoir aux besoins des Indes néerlandaises, où ils ont exporté en 1860 environ pour 25 millions.

Le droit sur les tissus est de 4 pour 100 *ad valorem*.

SUÈDE ET NORWÉGE.

Le tissage commence à y progresser, mais le tissage mécanique ne figure que pour 1/4 dans la production.

Les droits d'entrée sur les tissus écrus sont en Suède de 254 francs par 100 kilogrammes, en Norwége de 150 francs par 100 kilogrammes.

	Le kilogr.
En Suède, on paye en outre pour les mêmes toiles, teintes	2f,96
Imprimées	2,29
Pour les châles, mouchoirs façonnés, imprimés, unis, linge de table damassé	3,81
Pour le linge de table ouvragé	2,54
En Norwége, la gaze paye	11,29
La bonneterie	3,76
Le tissu imprimé	3,66

RUSSIE.

Les principales productions sont les velours de coton, qui font une concurrence redoutable aux Anglais en Chine.

Le tissage mécanique est très-peu développé. Les tisserands sont en général des paysans qui tissent en hiver.

La Russie importe beaucoup de tissus; en 1857, ces importations se sont élevées à 29,096,000 francs.

Les droits sont de 391 francs par 100 kilogrammes de tissus écrus importés par mer, — par terre, 341 francs.

Les mêmes tissus imprimés, brodés, velours, rubans, acquittent par mer 683 francs, — par terre, 635 francs ; les tissus légers blancs teints, brochés, brodés, 977 francs; les mêmes tissus imprimés, 1,368 francs les 100 kilogrammes.

ESPAGNE.

L'industrie cotonnière y est importante ; elle se concentre surtout à Barcelone et aux environs. Les tissus sont estimés, mais cependant peu perfectionnés.

L'importation des tissus communs est interdite.

Les tissus écrus ou demi-blancs qui présentent au moins 26 fils en chaîne et en trame au quart de pouce espagnol, payent 339 francs par 100 kilogrammes. Les mouchoirs depuis 20 fils en chaîne et au-dessus, 654 francs les 100 kilogrammes.

PORTUGAL

Tissage peu développé ; cependant la filature ne peut lui fournir un élément suffisant.

Les tissus se dirigent sur l'Espagne par contrebande, et sur les colonies portugaises.

Lisbonne et Porto ont des fabriques d'indienne, mais de médiocre qualité.

Les droits d'entrée sur les tissus varient de 60 centimes à 15 francs, suivant la qualité.

ITALIE.

Dans le nord se trouvent de grands établissements de tissage mécanique. Dans le sud, on exploite le tissage à bras ; ce sont les Suisses qui tiennent les établissements.

Le droit sur les tissus écrus était de 75 centimes par kilogramme.

EMPIRE OTTOMAN.

Le tarif porte :

Indiennes de 12 c., à.	75 c.	la pièce, suivant le nombre des couleurs, la qualité et la largeur.
Les mousselines de 23 c. à. .	93	la pièce.
Les calicots blancs et écrus, larges et étroits	3	le kilogramme.
Batiste de coton	22	la pièce.
Printanières	1	le mètre.
Mouchoirs de coton bleu. . .	9	la douzaine.
En couleur de 5 c. jusqu'à. .	13	suivant la dimension.
Châles en coton imprimés . .	30	la douzaine.
Basins de couleur	25	la pièce.
Mousselines de 8 c. à	26	*Id.*
Tulle	16	le mètre.
Velours de coton.	2	*Id.*
Imprimé	3	*Id.*
Bonneterie de 11 c. à	23	la douzaine.

§ 7. — Machines et mécaniques

Enfin, il peut être utile de connaître le prix de revient des machines venant de l'étranger, dont l'achat doit être chargé

des frais d'emballage, de transport et d'entrée en France. Ces derniers, depuis le traité récent (1861), sont les suivants :

		Les 100 kilogr.
Machines à vapeur avec ou sans chaudière, avec ou sans volant		6f,00
Machines pour la filature		10,00
Machines pour le tissage		6,00
Machines pour le tulle		10,00
Cardes non garnies		10,00
Plaques et rubans de cardes sur cuir, caoutchouc ou tissus		50,00
Les mêmes, spécialement destinés pour cardes		20,00
Dents de rots en fer ou en cuivre		30,00
Rots, ferrures en peignes à tisser, à dents de fer ou cuivre		30,00
Machines, outils et machines non dénommés, contenant	75 pour 100 de fonte et plus.	6,00
	50 à 75 pour 100 exclusivement de leur poids en fonte.	10,00
	moins de 50 pour 100 de leur poids en fonte	15,00

Afin d'éviter certains malentendus dans la classification des machines diverses, l'administration l'a arrêté de la façon suivante :

Font partie des machines à nettoyer et à ouvrir :

Les batteurs étaleurs et éplucheurs ;

Les épurateurs ;

Les peigneuses.

Dans la classe des machines à filer :

Les métiers mule-jenny et self-acting, et les métiers continus.

Dans la classe des machines pour le tissage :

Les bobinoirs ;

Les machines à encoller ;

Les ourdissoirs ;

Les machines à lire les dessins ;

Les machines à mouiller les trames ;

Les métiers à tisser;
Les plieuses mécaniques.
Dans la classe des appareils non dénommés ·
Les métiers à doubler et retordeurs;
Les métiers à gazer et à glacer les fils;
Les dévidoirs;
Les machines à faire les trames.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE COMPARÉE DES MACHINES ET DES MOYENS TECHNIQUES DE LA FILATURE.

CHAPITRE XVIII

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES SUR LA FILATURE EN GÉNÉRAL

Les différents règnes de la nature possèdent des substance s dont on tire des fils et des étoffes. Les traitements des diverses matières varient tantôt en raison de leur composition intime et de leurs caractères chimiques, tantôt avec leur état physique, enfin suivant le degré de désagrégation et de pureté qu'elles présentent avant toute espèce de transformation manufacturière. Le nombre des opérations diverses et leurs répétitions dans la filature sont en général en raison de la différence entre la constitution primitive du corps et l'état auquel l'industrie doit l'amener ; ainsi, par exemple, les opérations sont plus ou moins nombreuses pour les filaments courts, irréguliers, de la plupart des fibres végétales et animales, et pour les matières concrètes, telles que le caoutchouc, les métaux, etc., que pour les fils faits, plus convenablement disposés, comme le sont les diverses espèces de soies filées par les insectes sous la forme de cocons. On n'a qu'à développer le produit de ces derniers pour en tirer le fil le plus parfait et le plus précieux à l'art du tissage.

Les transformations de toutes les autres substances pour les amener à un état similaire, si elles étaient pures, se borneraient exclusivement à des superpositions de fibres par des glissements ou à des échelonnements successifs et à leur fixation définitive par la torsion. Les longueurs quelconques et indéfinies obtenues avec des éléments de quelques centimètres sont surtout la conséquence de ces traitements fondamentaux, des étirages et de la torsion. Mais comme les substances de la pureté même la plus parfaite laissent généralement encore à désirer à l'état naturel, les travaux préliminaires ont surtout en vue des traitements d'épuration. Les premières transformations varient nécessairement avec la nature du corps et l'état dans lequel il arrive à l'industrie. Il résulte de là que, dans l'ensemble des opérations qui concourent à la transformation des fibres plus ou moins courtes en fils de longueurs illimitées, certaines d'entre elles sont à peu près communes à toutes. Les étirages et la torsion ne varient pas, ils restent identiques en principe et indépendants de la nature des matières. Celles-ci peuvent les subir facilement ou leur opposer une résistance, elles sont modifiées en conséquence et appliquées d'une façon plus ou moins énergique. De là les variations de traitements de la matière brute, en raison de son origine, de sa nature, et des modifications dans les opérations identiques suivant les caractères. Les différences entre les premières opérations que l'on fait subir aux filaments du coton, du lin et de la laine, par exemple, s'expliquent par celles de leur origine, de leur nature et de leur degré d'épuration. Les modifications dans les quantités d'étirage et de torsion sont au contraire nécessitées par des différences entre leurs caractères physiques, c'est-à-dire par les ténuités, les longueurs, la flexibilité et la netteté variables de leurs fibres élémentaires. Les finesses extrêmes auxquelles elles peuvent être amenées par la filature automatique indiquent assez exactement le degré relatif des qualités de chacune d'elles et leurs propriétés filables. Les transformations varient parfois aussi en vue du but à atteindre, de là, par exemple, le mode spécial

de préparation des fils de la laine courte vrillée, destinée à des produits en général profondément transformés par l'action du feutrage.

A côté des causes principales qui modifient les traitements dont le but reste constant et dont les résultats sont toujours des cylindres ténus, de longueurs variables dans des limites considérables pour un même poids de matières, on peut constater des changements accessoires dans l'outillage, le réglage des organes de chaque machine, et la manière de grouper les opérations les unes par rapport aux autres pour transformer une même matière. Nous faisons surtout allusion ici aux changements qui peuvent se faire remarquer dans des assortiments déterminés à la même époque pour arriver aux mêmes résultats, considérés par leurs auteurs comme étant également l'expression du progrès le plus avancé. Ces différences dans l'outillage peuvent être la conséquence de la manière d'en user et de la rapidité imprimée aux organes; le nombre des mêmes machines variera en effet en raison inverse de cette vitesse qui doit être comprise pour chacune d'elles dans une certaine limite, afin de ménager toutes les qualités du produit. Les modifications de ce genre sont parfois aussi la conséquence d'appréciations plus ou moins rationnelles de la part de l'industriel. Parmi les divers appareils ou machines destinés à chacune des préparations fondamentales, il en est évidemment de plus propres les unes que les autres au but visé, et lorsque, avec des moyens dissemblables en apparence, on arrive à des résultats identiques, c'est parce que les soins apportés au travail, l'habileté de la combinaison des opérations entre elles, peuvent compenser parfois le plus ou moins d'infériorité du système adopté. Il n'en reste pas moins vrai que dans le choix de l'outillage, de la méthode à suivre dans le groupement et la répétition des opérations, il ne faut jamais perdre de vue l'ensemble des éléments principaux et les causes accessoires qui influencent les résultats; c'est-à-dire la nature, l'état et les caractères de la matière première, le genre de produit auquel elle est destinée, les limites d'action pour chaque

opération, en raison de la substance traitée, etc. Malgré les progrès effectués dans les spécialités même les plus avancées, on est loin d'être fixé d'une façon absolue sur la meilleure manière de procéder pour tous les cas déterminés. Un exemple actuel très-connu et très-important prouve ce fait. Nous voulons parler de l'emploi des cotons de l'Inde, dont la difficulté du traitement, si grande à l'origine, diminue chaque jour. Si les principes généraux d'après lesquels l'industriel doit se diriger avaient été plus répandus, les tâtonnements et les essais pratiques dans cette voie eussent pu être abrégés.

Le meilleur moyen, à notre avis, de progresser dans une branche spéciale, c'est la possession des connaissances qui concourent au même but dans les spécialités similaires. On arrive alors plus aisément à en raisonner, à les appliquer d'après les règles fondamentales, à se rendre compte de la cause des exceptions qui peuvent se présenter à l'usage de ces règles et des anomalies que l'on peut rencontrer dans chaque cas particulier. L'industriel accompli doit donc, selon nous, lorsqu'il s'agit de l'art de la filature, par exemple, posséder au même degré la théorie des transformations de toutes espèces de substances textiles, et le praticien, habile dans l'une d'elles, doit surtout étudier les similaires [1]. Ne pouvant dans un seul ouvrage embrasser simultanément et en détail les filatures de toutes espèces, nous avons pensé qu'il y aurait néanmoins utilité, en raison des considérations qui précèdent, de réunir dans le tableau synoptique ci-contre les opérations embrassant les transformations des diverses substances dans l'ordre de leur application pratique. De la comparaison du genre et du nombre d'opérations pour arriver à un même but avec des matières plus ou moins semblables ressortira un enseignement spontané des causes modificatives basées sur les caractères qui les ont nécessitées. On pourra aussi se rendre compte de l'efficacité des

[1] Nous démontrons plus loin, entre autres, un emprunt récent fait par l'industrie cotonnière à celle de la laine, qui a permis, tout en régularisant mieux les premières opérations de la filature, de diminuer le nombre du personnel. Cette application vient à l'appui des considérations ci-dessus.

moyens et de leurs degrés plus ou moins favorables aux transformations, par les limites de finesses auxquelles leurs fils ont pu atteindre jusqu'ici. Nous avons réuni dans ce tableau, comme nous le faisons dans notre enseignement public, des colonnes relatives aux déchets utilisés ou qui pourraient l'être, ainsi que des indications concernant le travail à la main ou automatique. Enfin nous y avons réservé une place aux matières qui ne sont encore employées que sur une échelle plus ou moins restreinte ou à l'état d'essais.

Remarques sur le tableau.

En faisant abstraction des industries comprises dans les trois dernières colonnes, concernant, d'une part, le caoutchouc, la gutta-percha, etc., dont l'emploi pour une foule d'applications prend chaque jour plus de développement; d'autre part, de la paille, qui n'est guère qu'une branche accessoire de l'art de la fabrication des chapeaux, dont les principaux centres industriels sont en Italie, en Suisse et aux environs de Panama, et enfin des métaux précieux dont les fils sont spécialement utilisés par la passementerie et la broderie, il reste huit grandes filatures textiles proprement dites. En suivant exactement les divisions industrielles telles qu'elles sont pratiquées, nous eussions pu en compter davantage encore. Au lieu d'une seule industrie pour la laine peignée par exemple, il en existe en effet deux : celle des fils mérinos obtenus par nos laines dont la Bourgogne produit le type par excellence et dont Reims est le centre manufacturier le plus important, et celle qui transforme les belles laines brillantes de l'Angleterre dites *laines longues*, principalement pratiquée à Roubaix et dans le Nord. Quoique ces deux genres de filatures diffèrent au point que les produits de l'une ne pourraient s'obtenir aux machines de l'autre, nous avons cependant cru devoir les réunir dans le tableau, attendu que la modification de l'outillage n'est nécessitée que par celles des longueurs de filaments. Le but de chacune des opérations et les fonctions des machines qui les réalisent

restent identiques. Des observations analogues sont applicables à certaines autres industries, telles que celles du cachemire, du poil de chèvre, des laines, de l'alpaca, etc. Les remarques à faire concerneraient plus principalement les modifications ou les additions à certaines transformations ; ainsi, par exemple, l'emploi de l'alpaca et du cachemire doit être précédé d'un triage tout particulier, basé sur les différentes longueurs et couleurs des brins de la masse. Le poil de chèvre, raide et élastique, acquiert par la torsion un vrillement analogue à celui du crin, et deviendrait d'un empaquetage et d'une transformation ultérieure très-difficiles si on ne faisait subir à ses fils un apprêt consistant dans une ébullition appliquée aux écheveaux tendus sur les dévidoirs et dont les matières molles comme le cachemire n'ont nul besoin. Mais celui-ci, à cause du jarre et surtout des boutons qui y adhèrent, doit être soumis à une machine particulière dont l'action est sans objet sur les premiers. Ces modifications partielles dans le traitement ne nous ont pas paru assez importantes pour motiver une division spéciale à chacune de ces matières.

Si donc nous nous bornons à comparer les industries textiles proprement dites du tableau, c'est-à-dire les huit premières, nous remarquerons que les différences des traitements ont plutôt lieu en raison de la constitution de la matière et de la longueur des fibres que de leur composition intime.

Nous pourrions condenser davantage encore la classification et grouper toutes les filatures en trois catégories principales, savoir : 1° celle qui travaille des filaments dont la longueur ne dépasse pas $0^m,06$; 2° celle dont les longueurs peuvent varier de $0^m,06$ à $0^m,30$, et subdiviser celle-ci à son tour en deux grandes spécialités ; 3° enfin, celle qui s'exerce sur les fils tout formés et notamment les cocons de soie, dont les procédés n'ont de rapport avec ceux des industries précédentes que dans l'application des apprêts, des doublages et des retordages.

En éliminant la spécialité des soies, celles qui restent ne se différencient plus, en principe du moins, que par les premières

préparations de la matière brute pour l'amener à l'état de filaments épurés. Quoi qu'il en soit, les transformations qui suivent immédiatement les précédentes pourraient en quelque sorte se diviser en deux grandes catégories, basées sur les modes spéciaux d'opérer, le *peignage* et le *cardage;* leur application étant la conséquence des caractères et surtout de la longueur des filaments élémentaires, les modifications ultérieures des opérations dépendent elles-mêmes de ces caractères.

Les différences entre les moyens s'effacent de plus en plus à mesure que les transformations avancent, les étirages et le filage proprement dit étant à peu près identiques pour toutes les matières. On pourrait donc pour le moment se borner à la distinction de deux genres essentiels de filature, celle des substances cardées et celle des substances peignées. Nous disons *pour le moment*, car ce qui est exact aujourd'hui dans cette classification ne le sera probablement plus demain, attendu que les brins courts qui naguère encore ne pouvaient être peignés, deviennent susceptibles de l'être avec les moyens perfectionnés décrits plus loin.

Le progrès technique paraît devoir suivre désormais une voie différente de celle qui a amené les résultats acquis. En effet, à l'origine des transformations automatiques, les perfectionnements furent la conséquence de l'application de plus en plus complète de la division du travail, de l'augmentation du nombre des opérations et de la création de moyens particuliers à chaque spécialité. On a échoué dans la filature des laines mérinos et dans celle du lin par exemple, toutes les fois qu'on a voulu servilement imiter la manière dont on procède pour le coton. Ce n'est qu'au moment où pour la filature de la laine et du lin, on a ajouté aux machines à coton un élément nouveau, les gills ou les hérissons pour l'étirage, que les difficultés se sont aplanies et les résultats améliorés dans les transformations de ces matières. Aujourd'hui que la multiplicité des opérations paraît à sa limite, et les organes de chaque appareil parfaitement appropriés, le moment est venu de rendre certains des

traitements plus efficaces et d'en réduire le nombre. Si le peignage que nous venons de mentionner pouvait se propager à presque toutes les sortes de fils, aux courts comme aux longs, il en résulterait non-seulement un perfectionnement dans les résultats, mais la possibilité de réduire les passages, ce qui serait probablement plus qu'une compensation à l'augmentation de dépense occasionnée dans l'état actuel des choses par le peignage.

L'examen et la comparaison des changements apportés aux machines et aux opérations pour obtenir le même résultat avec les diverses substances, offrent en tout cas les éléments les plus propres à éclairer la marche rationnelle à suivre, non-seulement dans les cas les plus ordinaires, mais encore si une circonstance particulière venait à se présenter ou s'il s'agissait d'étudier le meilleur mode de transformation à adopter pour une substance nouvelle. On chercherait alors celle avec laquelle elle a le plus de rapport dans le tableau, pour déterminer avec le plus de précision possible leurs similitudes et leurs différences, afin d'arriver à fixer par approximation le mode de traitement le plus propre à épargner de longs tâtonnements pratiques.

Toutes les opérations de la *filature*, quels qu'en soient d'ailleurs le nombre, la nature ou l'espèce des filaments sur lesquels elles sont appliquées peuvent, pour la facilité des études comparatives, être divisées en quatre catégories principales qui comprennent :

1° Les préparations du premier degré, première et deuxième période ;

2° Les préparations du deuxième degré, première et deuxième période ;

3° Le filage ;

4° Les apprêts des fils.

Les *premières préparations*, qui ont l'épuration de la matière pour but, sont caractérisées par leur action tendant à agir autant que possible sur les filaments plus ou moins isolés. Les organes qui ouvrent et divisent la masse ont ce résultat en

vue. La carde ou la peigneuse, en continuant le même effet, commence cependant à agir sur les fibres réunies, c'est pour ce motif que nous avons divisé ces transformations en deux périodes. Les battages ou démêlages appartiennent à la première, le cardage ou le peignage rentrent dans la seconde.

Les *préparations du second degré* sont au contraire caractérisées par des actions de condensations successives des filaments et la formation progressive d'une mèche ou fil rudimentaire. Les opérations d'étirage et de laminage sans torsion forment la première période, et les mêmes transformations avec torsion ou une addition de friction constituent la seconde période de cette division.

Le *filage* se résume dans l'étirage combiné à la torsion finale.

Enfin les transformations que le produit subit après le filage, dans le but de le disposer sous une forme nouvelle, ou de modifier et de rendre son apparence plus flatteuse, justifient, ce nous semble, la dénomination d'*apprêts des fils*.

Une longue application de cette classification dans l'enseignement nous a démontré son utilité pour arriver à apprécier et à comparer les degrés de complications relatives des opérations constituant les diverses spécialités de la filature.

CHAPITRE XIX

OPÉRATIONS TECHNIQUES D'UNE FILATURE.

Les transformations du coton en fil peuvent se diviser en deux sections principales, celle comprenant les produits préparés exclusivement à la carde et celle qui renferme les cotons traités par le peignage; la première comprend depuis les numéros les plus bas, 3 à 4 par exemple, jusqu'au n° 65 à 70; la

seconde, destinée en général aux nos fins, est cependant appliquée à des nos bas à partir du 10, lorsqu'il s'agit de certains articles pour la bonneterie et les fils à coudre [1]. Le nombre des machines par assortiment destiné à ces résultats est proportionnel à la valeur des fils. Pour les ordinaires, on peut compter trois assortiments et deux pour les fils fins. Avant d'indiquer cette division pour chaque sorte de fil nous donnons la nomenclature des diverses machines d'un assortiment quelconque, le nombre des passages en raison de la destination des assortiments sera spécifié plus loin.

Ensemble des opérations d'une filature de coton courte-soie.

1° Déballage, emmagasinage et conditionnement convenables du coton ;

2° Choix, disposition, assortiment et mélange de la matière ;

3° Ouvrage et battage ;

4° Préparations mixtes ;

5° Cardage et réunissage ;

6° Étirage, laminage et doublage sans torsion ni friction ;

7° Étirage, laminage et doublage avec torsion ou friction ;

8° Filage ;

9° Dévidage ;

10° Application de la vapeur ;

11° Titrage ;

12° Empaquetage ;

Pour produire les fils à coudre, certains fils de chaîne, et pour les tissus à mailles, il faut ajouter :

13° Des doublages ;

14° Le retordage.

Les opérations 13 et 14 peuvent avoir lieu successivement

[1] Cette classification n'a rien d'absolu, et se modifie chaque jour, c'est-à-dire que l'application du peignage s'étend même, ainsi que nous l'avons dit, aux fibres courtes ; nous conservons néanmoins cette division, parce qu'elle évite une certaine confusion dans la composition des assortiments tels qu'ils fonctionnent actuellement.

ou simultanément, à sec, ou par l'entremise d'un liquide convenable.

15° Lustrage et bobinage.

Nécessité et but de chacune de ces transformations.

1° *Emmagasinage, déballage et conditionnement convenables.* — Le coton en balles tel qu'il arrive aux usines est placé dans un magasin spécial, destiné à la matière première ; les balles y sont disposées par rangées de manière à pouvoir parfaitement distinguer la marque de chacune d'elles et par conséquent sa provenance ; comme il y a plusieurs rangées parallèles, superposées sur la hauteur, on ménage des chemins entre ces rangées de balles ; la grandeur des magasins se modifie nécessairement avec l'importance de la filature, la durée de l'approvisionnement, et en raison inverse de la finesse du coton. Les quantités à emmagasiner et l'espace nécessaire peuvent donc varier, mais on admet généralement un magasin contenant 14 balles par 1000 broches ; si donc une filature possède 20,000 broches il faudra un magasin pouvant renfermer 240 balles. Un des côtés, celui par lequel on fait sortir les balles pour les porter à la salle des mélanges, est fermé ordinairement par une cloison en planches. Les cotons d'Amérique et surtout des États-Unis sont plutôt en général trop secs que pas assez, et leurs magasins n'ont pas besoin d'être chauffés. Les balles de l'Inde, plus comprimées encore que celles du Nouveau Monde, d'une apparence sèche, contiennent cependant une quantité d'humidité notable, parce que le coton a été mouillé extraordinairement avant l'emballage pour permettre une plus grande réduction du volume des balles ; l'humidité et la compression des fibres sont telles qu'il serait presque impossible de les transformer si on ne les soumettait au préalable à un séchage qui les dilate en même temps. Cette précaution préliminaire du séchage, embarrassante pour certaines sortes, inutile pour les produits bien récoltés et bien conditionnés,

peut donc être considérée comme transitoire, et disparaîtra sans doute bientôt devant les réclamations énergiques formulées par les consommateurs [1].

Appareil à sécher le coton. — Les Anglais ont imaginé un appareil à vaporiser le coton pour le sécher, cet appareil fort simple est représenté fig. 7, pl. 1 ; il se compose d'un cylindre en fer, d'environ 50 à 60 centimètres de diamètre, de 70 à 75 centimètres de profondeur, fixé à des tourillons placés un peu au-dessus du centre ; ces tourillons ont leur point d'appui dans les montants du bâti GG. La vapeur arrive dans le tuyau C qui communique avec la partie creuse de l'un des tourillons ; cette vapeur se rend après s'être purgée d'eau à travers le double fond B, pour passer de là dans la masse de coton introduite dans l'intérieur du vase A à sa partie supérieure, close par un couvercle à vis manœuvré par un contre-poids E, lorsque la vis est desserrée et qu'il s'agit d'ouvrir l'appareil pour en retirer le coton. La communication ou l'interception de la vapeur a lieu par le robinet D.

2° *Choix de la matière en vue du produit à obtenir.* — Les filaments des qualités les plus homogènes et les plus uniformes en apparence, présentent néanmoins, comme nous l'avons démontré, chap. v, des variations considérables, non-seulement d'une espèce à une autre, mais dans un même type. Le praticien doit savoir apprécier avec précision les caractères de la matière et son rendement le plus favorable. Il doit pouvoir l'assortir à l'avance pour arriver à des prix convenables et à des qualités avantageuses. Une partie des succès d'un établissement dépend parfois des connaissances et du mode d'emploi des substances. Diverses méthodes sont adoptées pour arriver à un même but ; tel industriel préfère une matière première d'une qualité plus élevée que celle absolument nécessaire, afin de pouvoir économiser certains frais de préparations. Tel autre, au contraire, compense l'infériorité

[1] L'imperfection de l'égrenage, déjà signalée pour certains cotons, devant être considérée comme un défaut passager, nous n'y revenons pas ici.

des filaments par plus de soins dans leurs transformations. Quoique la première voie paraisse en général préférable, l'une et l'autre, habilement suivies, peuvent également aboutir au résultat. La description de la manière générale de procéder dans divers cas qui peuvent se présenter, servira d'ailleurs de développement et de justification à ces considérations.

3° *Ouvrage.* — Ouvrir le coton est un terme impropre, il désigne une espèce d'agitation imprimée mécaniquement aux fibres, pour faire foisonner la masse comprimée à l'emballage, et pour la débarrasser, en partie du moins, des corps durs ou lourds et de la poussière. Cette opération, tout à fait préliminaire, ne s'applique pas toujours.

4° *Battage.* — La désignation de cette préparation est au contraire caractéristique, les filaments y sont en effet soumis à une action mécanique très-énergique pour leur restituer le ressort naturel que la compression avait neutralisé, et pour les débarrasser autant que possible de toute espèce de matière étrangère mélangée. Deux ou un plus grand nombre de battages sont en général appliqués à la substance, quelquefois c'est par une répétition d'action imprimée par autant d'organes semblables dans la même machine ; mais dans la plupart des cas, l'action est répétée deux fois dans deux machines différentes. Dans ce dernier cas, le premier batteur prend le nom d'*éplucheur*, et le second, celui d'*étaleur*, à cause de la forme sous laquelle le coton est rendu.

5° *Préparations mixtes.* — Nous résumons sous ce titre les diverses tentatives plus ou moins réussies qui ont pour but de substituer aux battages des actions aussi efficaces et moins brutales. Comme ces divers moyens participent du battage, du cardage et surtout d'une ventilation puissante ou *soufflage*, la dénomination ci-dessus leur convient. L'*épurateur* de M. Risler, le *batteur cardeur* de M. Leyherr, rentrent dans cette catégorie d'appareils.

6° *Cardage.* — Le cardage, tout en continuant le travail d'épuration commencé par les opérations précédentes, est destiné en outre à développer les fibres, à les disposer aussi paral-

lèlement que possible et à leur imprimer un commencement d'étirage ou d'échelonnage par une action de glissement progressif imprimée à la masse.

7° *Étirage, laminage et doublage sans torsion.* — A la sortie des cardes, les nappes ou rubans volumineux doivent être amenés peu à peu à l'état de rubans fins ou de mèches, à l'aide de nouveaux glissements, obtenus par leur passage entre des couples de cylindres lamineurs, doués de vitesses angulaires qui augmentent la rapidité de la translation de la substance de l'entrée à la sortie de l'appareil ;

8° *Étirage, laminage et doublage avec torsion ou friction.* — Lorsqu'on a atteint un certain degré d'allongement et de finesse, la cohésion entre les fibres serait insuffisante pour continuer le travail des étirages, si on ne parvenait à consolider les rubans.

Un des moyens le plus généralement en usage pour atteindre ce but consiste dans un léger degré de torsion ou de frottement de roulement appliqué en même temps que l'action de glissement. Dans certaines localités, on remplace en effet la torsion par une condensation des filaments au moyen d'un frottement de roulement ; cette dernière préparation ne s'applique d'ailleurs jusqu'ici qu'aux fils des numéros ordinaires ne dépassant guère 40 kilomètres par 500 grammes.

Nota. — Chacune des opérations dont il vient d'être question est appliquée plusieurs fois à la matière. Elles sont en général pratiquées (sauf les exceptions que nous aurons soin de signaler) de la manière suivante :

De l'ouvreuse on fait passer : 1° au *batteur éplucheur* ; 2° au *batteur étaleur* ou dans une machine dont le nombre d'organes batteurs équivaut aux deux passages ; 3° à l'*épurateur* ou au *cardage en gros* ; 4° au *cardage en fin* ; lorsque la finesse des fils ne dépasse pas le n° 40, la matière n'est en général cardée qu'une fois ; 5° à une *première machine à étirer* ; 6° à une *seconde machine* semblable ; 7° à un *troisième banc d'étirage* ; 8° à l'*étirage avec torsion* ou au *frotteur en gros* ; 9° à un *deuxième degré d'étirage avec torsion* ou *friction* pour

finir; ici encore pour les fils d'une certaine finesse, au lieu de deux il y a trois et même parfois quatre passages.

A partir du travail des dernières machines à battre ou à éplucher, on réunit les produits d'un certain nombre de machines en un, soit directement, soit au moyen d'un appareil spécial à réunir, afin de condenser les nappes et les rubans et de pouvoir, par cette condensation, arriver à l'étirage progressif qui ne pourrait avoir lieu sans solution de continuité, si on n'avait recours à cette opération des doublages compensateurs.

10° C'est ainsi préparée que la matière est seulement propre à être soumise au *filage* proprement dit. Toutes les opérations qui précèdent, réglées avec une précision mathématique, remplacent en quelque sorte les manipulations préparatoires de la quenouille dans l'ancien système; les métiers à filer remplissent les fonctions d'un rouet gigantesque dont le nombre de broches varie de trois cents à douze cents. Le filage n'est lui-même qu'un étirage combiné avec la torsion, dans des proportions relatives bien plus grandes que dans les opérations précédentes.

11° Une partie des fils, celle destinée à la chaîne ou à être doublée, a besoin d'être transformée en écheveaux par le *dévidage*;

12° Certaines catégories de fils sont soumises à la vapeur, pour fixer le tors et empêcher le vrillement;

13° *Essai ou titrage.* — C'est une opération accessoire pour constater le rapport de la longueur au poids;

14° Les fils en écheveaux sont généralement disposés en paquet, par une pression convenable [1].

Détermination des assortiments en raison des numéros des fils. — Les explications générales qui précèdent sont applicables à la filature des produits courte-soie les plus fins pour lesquels il faut avoir recours à toutes les opérations et machines dont il vient d'être question, mais il est souvent né-

[1] Ici s'arrêtent les opérations de la filature proprement dite; pour certains tissus, pour la couture, etc..., les fils doivent être multiples et retordus, parfois glacés et dévidés sur petites bobines. Ces opérations rentrent dans la spécialité de la filterie. (Voir plus loin).

cessaire de produire des fils très-ordinaires fabriqués avec des déchets depuis le n° 1 métrique. De ce numéro à celui de 60 à 70 il y a un écart qui nécessite des compositions diverses d'assortiments n'ayant rien d'absolu et que l'on peut cependant résumer d'une manière générale dans les trois assortiments suivants :

Assortiment pour fils du n° 1 à 4.

Matières employées : Déchets inférieurs provenant des batteurs et des cardes, du prix de 24 à 30 fr., les 100 kilogrammes.

1° *Effilochage*, au tambour [1] à dents droites.

2° *Un velow ou diable*, à grand diamètre.

3° *Une carde à hérissons*, 1 ou 2 passages.

4° *Métier mule-jenny self-acting*, à 3 paires de cylindres, avec 400 broches, écartement de 36 millimètres entre les broches qui sont à vitesse double.

Valeur moyenne des fils : 1 fr. 30 à 1 fr. 40 le kilogr.

Destination des fils : Tissus communs, tirés à poils, grattés à l'envers; ces articles se font surtout en Angleterre.

Assortiments pour des fils du n° 7 à 10.

Matières employées. Déchets des préparations et du filage [2].

1° *Velow.*

2° *Ouvreuse.*

3° *Batteuse.*

4° *Carde mixte*, hérissons et chapeaux, un passage.

5° *Étirage*, 2 passages.

6° *Un rota frotteur.*

7° *Métier self-acting.*

Assortiments du n° 20 à 50.

Cet assortiment varie parfois avec les établissements, nous

[1] Ce tambour effilocheur n'est pas mentionné dans les machines précédentes, attendu que son emploi est exceptionnel, il ne sert qu'à désagréger les grosses matières inférieures ou les chiffons.

[2] Si au lieu d'employer exclusivement des déchets, on y mélange parfois une certaine proportion de coton de l'Inde, on ajoutera aux machines de l'assortiment ci-dessus, un second passage au banc à broches. Il en serait de même si on filait un peu plus fin, jusqu'au n° 20 par exemple, et qu'on employât des cotons de l'Inde purs.

en donnons deux différents dont les résultats sont également bons.

Matières employées. — Coton de l'Inde ou bas d'Amérique, ou bas louisiane ou jumel, suivant la finesse des fils.

Assortiment A.

1° Ouvreuse.

2° Batteur.

3° Cardage, 2 passages.

4° Laminage, étirage, 3 passages.

5° Banc à broches, 3 passages.

6° Filage au self-acting.

Assortiment B.

1° Velow cylindrique à dents et à axe horizontal alimenté par une toile sans fin.

2° 2e velow alimenté par une toile sans fin du premier et d'une constitution identique.

3° Ouvreuse à dents système Platt.

4° 2e ouvreuse semblable à la précédente.

5° 1er batteur alimenté par un appareil spécial dispensant du pesage. Cet appareil est analogue à celui décrit dans notre travail de la laine cardée.

6° 2e Batteur.

7° Une carde à hérissons, un passage.

8° Étirage, 1er passage avec compteur et casse-fil.

9° Étirage.

10° —

11° 1er banc à broches.

12° 2e — —

13° 3e — —

14° Métier à filer self-acting.

Remarques sur les deux assortiments. — Ces deux assortiments diffèrent surtout dans les préparations premières. Dans l'assortiment A, plus fréquemment employé en Suisse, les opérations avant cardage sont réduites à un minimum et il y a deux passages aux cardes. Dans l'assortiment B, au contraire, il n'y a qu'un seul passage aux cardes à hérissons, mais un

plus grand nombre d'opérations préparatoires pour ouvrir et battre avant le passage aux cardes. A partir de cette dernière transformation, les assortiments sont en quelque sorte identiques. A première vue, on pourrait supposer que la désagrégation et le battage sont insuffisants dans le système suisse, qu'ils sont au contraire trop multipliés et doivent fatiguer les filaments lorsqu'on emploie l'assortiment B. Il n'en est rien cependant lorsque les réglages sont convenablement combinés. Dans le premier cas, le double cardage vient compléter les transformations du premier degré, dans le second, la multiplicité des passages aux ouvreuses et batteurs permet d'atteindre de bons résultats par un seul passage aux cardes, surtout si celles-ci sont entretenues parfaitement[1].

CHAPITRE XX

OPÉRATIONS TECHNIQUES DES FILS FINS.

Ensemble des opérations d'une filature pour du n° 40 à 100 et au delà.

1° Déballage, emmagasinage ;
2° Choix et mélange des cotons ;

[1] Ces deux assortiments sont composés tels que nous les avons vus fonctionner dans divers établissements, mais s'il s'agissait de monter une filature, nous indiquerions des variantes : ainsi au lieu des cardes à hérissons et à chapeaux, nous recommanderions la carde Plantrou, et à la place des bancs à broches ci-dessus mentionnés nous substituerions pour les numéros ordinaires, le frotteur-tasseur de M. Delamarre (ces deux machines sont décrites plus loin) ; pour les numéros plus élevés de la série précédente, le frotteur-tasseur remplacerait également le banc à broches, sauf pour le dernier passage. En résumé, toutes les fois que la préparation ne dépassera pas le numéro 5, on pourra se servir du frotteur-tasseur.

3° Ouvrage ;
4° Battage ;
5° Démêlage ou cardage ;
6° Peignage ;
7° Étirage, laminage, doublage sans torsion ;
8° Étirage, laminage, doublage avec une faible torsion ;
9° Filage ;
10° Titrage ou échantillonnage ;
11° Application de la vapeur ;
12° Empaquetage.

Pour produire les fils à coudre, les opérations sont à peu près identiques à celles des mêmes produits faits avec les fils simples à courtes soies. On remarque dans cette nomenclature l'addition du peignage au cardage, le traitement à la carde pratiqué une fois précède en général le peignage, mais dans le but seulement de démêler la masse et d'en former un ruban. Les machines qui suivent le peignage sont les mêmes, quant aux organes et à la destination, que celles des assortiments des filaments courts. Les réglages et la vitesse des organes ainsi que le nombre des passages diffèrent. Ces passages qui ne dépassent pas trois au laminage et au banc à broches lorsqu'il s'agit des filaments courts sont de quatre pour les filaments longs. Rien d'absolu d'ailleurs dans la composition de ces assortiments. Ainsi par exemple, le cardage proprement dit est parfois pratiqué pour des titres dépassant le n° 40, suivant la nature de la matière et la destination du fil. Si ces fils doivent servir comme trame on les traite encore généralement par un double cardage jusqu'au numéro 70 ; les fils doivent-ils servir comme chaîne, on les prépare au peignage à partir du n° 40. On voit donc qu'on pourrait former non-seulement deux assortiments pour fils fins, ainsi que nous l'avons dit, mais un plus grand nombre encore si l'on voulait tenir compte des diverses modifications de détails réalisées en raison des matières premières traitées et du plus ou moins d'élévation du titre des fils.

Déballage, emmagasinage, choix et mélanges. — Les cotons employés pour les fils fins étant en général du jumel pur ou

du géorgie longue-soie pur, ou du géorgie mélangé au jumel ou à des cotons algériens, lorsque la finesse du fil à produire n'est pas trop élevée, il n'y a plus pour l'industriel qu'à savoir choisir parmi les diverses catégories de ces filaments et à les approprier en raison des titres à produire. Cette matière première, soignée sous tous les rapports et parfaitement classée à cause de l'élévation de son prix, permet d'apprécier plus facilement et avec plus de précision *à priori* la valeur et le rendement pratique.

La finesse, la longueur et la délicatesse de ces fibres exigent, dans leur transformation, des ménagements particuliers qui n'étaient pas possibles avant l'application des peigneuses Heilmann. C'est depuis l'introduction de ces ingénieuses machines qu'il a été possible de modifier les transformations des cotons longue-soie, conformément au tableau précédent. Il est bon de faire remarquer que lorsqu'on produit des fils ne dépassant pas le n° 100, faits avec des cotons jumel, les premières opérations consistent également dans un passage à l'ouvreuse et un passage au batteur. Au-delà de cette finesse on supprime en général ces deux opérations et la série des transformations commence par le démêlage ou cardage.

Démêlage. — Cette opération a pour but de remplacer les battages par des moyens plus doux et qui ménagent mieux les caractères précieux des filaments longs. Elle est pratiquée tantôt par un cardage particulièrement réglé, tantôt par une machine spéciale dite *nappeuse* qui a pour but de démêler, de désagréger les brins de la masse et de les disposer sous forme de nappe.

Peignage. — Cette transformation se définit d'elle-même; elle agit sur le coton comme sur toute autre espèce de filaments : elle le redresse, le développe, le trie par longueur, et range les fibres parallèlement entre elles dans la masse. Jusqu'à l'application des peigneuses Heilmann, on ne pouvait admettre la possibilité de remplir ces conditions, et l'on était loin d'en prévoir les résultats. Ce traitement a, en effet, amené une perfection telle dans le produit, qu'il sera désormais plus

facile de remplacer le cardage des fils communs par un peignage que de se passer de cette dernière préparation pour les fils fins.

Les opérations qui suivent sont en principe les mêmes que celles par lesquelles on fait passer les cotons courte-soie, mais les réglages de la plupart de ces machines doivent être modifiés. La nature et les causes de ces modifications sont expliquées en détail pour chaque opération. Les règles à suivre dans les rapports successifs des mouvements à imprimer à chaque machine de l'assortiment, se trouvent indiquées et formulées aux différentes périodes des transformations.

CHAPITRE XXI

PRÉPARATIONS DES FILAMENTS COURTS, PREMIER DEGRÉ, PREMIÈRE PÉRIODE.

§ 1. — Considérations générales.

Le coton condensé énergiquement à l'emballage, présente à l'arrivée à la filature l'apparence d'une masse feutrée et contient encore des impuretés de toutes sortes que la nature et des causes accidentelles ont pu y mélanger. Mettre la masse de chaque balle en liberté, la secouer suffisamment pour en séparer les substances étrangères, en chasser la poussière, et rendre aux fibres leur flexibilité et leur élasticité primitives, tel est le but déjà indiqué des préparations premières, vers lequel tend avec plus ou moins d'efficacité le travail des diverses machines imaginées jusqu'ici. La réalisation de ce résultat serait sans difficulté sérieuse, s'il ne fallait en même temps ménager particulièrement les fibres, qui, nous ne disons pas, détériorées, mais seulement trop fatiguées dès l'origine, ne

résisteraient plus avec toutes leurs propriétés aux nombreuses transformations par lesquelles elles passent, et ne donneraient qu'un produit énervé, par conséquent amoindri dans son élasticité et sa ténacité. Les moyens dont on se servait autrefois, avant l'ère de la filature mécanique et même encore assez longtemps depuis, surtout pour les fibres les plus précieuses, consistaient dans un battage imparfait. Le coton, étalé à la main sur une toile ou une claie, était battu au moyen de baguettes placées dans chaque main de l'ouvrier, ou plutôt de l'ouvrière. Des femmes presque nues jusqu'à la ceinture s'agitaient dans une sombre atmosphère de poussière à la façon usitée encore en Chine et dans l'Inde. On imagina bientôt un mécanisme consistant en un arbre *à cames* mû par un moteur, chacune des cames correspondait à l'extrémité d'une baguette, qu'elle soulevait pour la laisser retomber brusquement. Les galeries du Conservatoire renferment un modèle de ce batteur primitif qui eut peu de succès, et cela se conçoit ; il présentait des inconvénients graves en compensation de quelques avantages. Aucune disposition ne réglant la marche des filaments par rapport aux baguettes, ils échappaient en partie à l'action du battage ou en étaient maltraités jusqu'à l'altération. Il n'est donc pas nécessaire de s'arrêter sérieusement à cette machine, dont il n'est cependant pas inutile de connaître l'existence, ne fût-ce que pour ne pas être tenté de la reproduire.

On supposa bientôt qu'un résultat du genre de celui qui nous occupe ne pouvait être obtenu *de plano* par une seule machine, qu'il fallait opérer progressivement et diviser le travail pour conserver les propriétés les plus précieuses de la matière. En conséquence de ce principe, on imagina tout d'abord des *espèces de machines à diviser la masse et à secouer les fibres*, sans leur faire subir de chocs, jusqu'à ce que les corps d'une densité sensiblement supérieure à celle de la substance textile en fussent séparés, pour ne pas l'exposer à être détériorée. Ces machines, fort simples d'abord, consistent en une espèce de caisse à claire-voie, dans laquelle tourne plus ou moins rapidement un arbre incliné armé de dents aug-

mentant progressivement de longueur en allant du milieu de l'axe aux deux extrémités; l'ensemble de ces dents affecte par conséquent la forme d'une hélice sur l'arbre. La partie supérieure de la caisse présente un canal vertical ouvert pour recevoir le coton à traiter, une ouverture semblable correspond à la partie la plus basse de la caisse pour laisser échapper les filaments arrivés en ce point. Ils ont subi alors l'action de toutes les dents de la machine qui offre une combinaison fondamentale fort rationnelle, souvent reproduite dans des appareils plus compliqués et plus répandus. La partie la plus élevée du plan incliné qui passerait par les dents dont l'arbre est garni, se trouve du côté de l'entrée du coton, il s'ensuit qu'à l'origine, là où les fibres sont le moins divisées et où elles ont besoin de l'action la plus énergique, elles se trouvent en présence de la force centrifuge engendrée par le rayon le plus long, mais en même temps elles sont sollicitées par l'action de la pesanteur qui les fait descendre le long de la pente formée par l'inclinaison de l'arbre et la diminution de hauteur des dents, allant en décroissant depuis l'entrée jusqu'au milieu de la machine. A partir de ce point la disposition est inverse, l'augmentation de hauteur des dents va en sens opposé; il s'ensuit donc que les filaments, arrivés au milieu de leur course, sont reportés de proche en proche d'une dent à l'autre, suivant un plan incliné qui passerait par l'extrémité des dents, et reçoivent ainsi le maximum d'action. Si les ouvertures d'entrée et de sortie et les distances entre les dents sont convenablement combinées, il y a de grandes probabilités pour que toutes les parties de la masse soient uniformément soumises à l'effet des broches en fer, et que ce premier travail soit aussi bon qu'on peut le désirer dans un appareil de ce genre.

Malgré la simplicité de cette machine, elle est rarement en usage, on critique avec raison son mode irrégulier d'alimentation à la main, et surtout la masse de poussière dégagée dans toutes les directions à travers l'enveloppe, pendant que les corps pesants tombent naturellement sur le sol.

C'est pour remédier à ces inconvénients, que l'on a imaginé

depuis longtemps une machine à désagréger fermée de toutes parts, sauf à sa partie inférieure, où une grille laisse échapper les impuretés. Les dents ou chevilles sont placées aux quatre angles d'un tambour quadrangulaire, et rencontrent dans leur rotation des dents fixes disposées en sens opposé des premières à la partie supérieure et inférieure de la machine. Les fibres agitées par la force centrifuge des dents mobiles sont projetées en tous sens et vont se fixer en partie aux dents fixes, desquelles elles sont successivement enlevées par la continuité du mouvement des premières. Les filaments confiés en masse à l'appareil se trouvent pour ainsi dire désagrégés comme avec les doigts. Il est à remarquer que pour ce système c'est non-seulement l'alimentation de la machine qui est intermittente comme dans la précédente, mais encore l'enlèvement de la matière après son traitement. Une porte mobile munie d'une articulation à la grille inférieure sert à enlever la matière traitée. Ce système, excellent en principe, pour ouvrir les cotons ordinaires a été complété dans ces derniers temps au moyen de toiles sans fin et de cylindres alimentaires. L'un de ces organes placé à l'entrée fournit la matière à l'ouvreuse, l'autre, placé à la sortie, reçoit la substance pour la livrer au besoin, soit à un second velow soit à une ouvreuse.

Enfin, un autre système de machine à ouvrir, bien mieux étudié, plus complet et aussi entièrement automatique, est en usage dans la pratique depuis de longues années, sous la désignation de *panier conique de Lelly*, nom de son inventeur. Ces appareils ont été décrits dans notre ouvrage publié en 1847[1].

Pour les petits établissements et pour certains beaux filaments de coton faisant des fils ordinaires du n° 20 à 60, l'on emploie une machine à *secouer*, établie à peu près sur les mêmes bases que la précédente, mais plus simple dans sa conception et occupant moins d'espace, attendu que son développement principal est dirigé dans le sens vertical. Cette machine conserve l'ancienne désignation de *velow* ou *perroquet*.

[1] *Essais sur l'industrie des matières textiles.*

§ 2. — Velow vertical, perfectionné.

La figure 2, pl. IV, donne une coupe verticale de cette machine à désagréger et à ouvrir les fibres en masse. Elle est établie sur le principe de la machine Crighton ; elle est munie d'un appareil alimentaire et délivreur pour introduire les filaments et les extraire sous la forme d'une nappe, dans l'appareil clos de toutes parts. L'organe ouvreur qui constitue la partie fondamentale de la machine, est formé par un arbre armé de dents, allant en augmentant de longueur, du milieu aux extrémités de l'arbre. Au lieu d'être horizontal, comme dans les ouvreuses précédemment indiquées, cet arbre est vertical ; il repose par son pivot ou tourillon inférieur dans une crapaudine huilée, et l'extrémité supérieure opposée est tenue dans un collet venu de fonte au bâti, près de la partie sur laquelle est assemblée la poulie motrice. *ll*, sont les bras ou dents fixées à leur axe de rotation et tournant, dans les intervalles des dents fixes *dd*, qui garnissent l'intérieur d'une caisse cylindrique A, comprise dans un compartiment concentrique E. A cette première partie de l'ouvreuse sont ajoutés : un tambour à toile métallique B, avec son canal central d'aspiration, sa cheminée d'appel et la toile sans fin T, sur laquelle le coton, désagrégé et nettoyé au préalable, vient se transformer en nappe. Cette dernière partie de la machine, tambour en toile métallique ou tôle perforée, toile sans fin, ventilateur et sa cheminée, est identique aux éléments qui se retrouvent dans des machines préparatoires plus complètes décrites plus loin. Nous ne nous y arrêterons pas davantage, nous bornant à indiquer le fonctionnement de la machine. La poulie motrice principale placée à gauche de la figure et juxtaposée à la poulie folle étant mise en mouvement, elle transmet l'action aux cannelés alimentaires C. Ceux-ci livrent le coton à une ouverture du tambour A, où il rencontre l'action des bras *ll*, qui tournent avec l'arbre vertical, mis en mouvement par une couronne dentée placée au-dessus des bras *ll*,

et dont la coupe montre bien l'entrecroisement avec les dents fixées en sens opposé sur une couronne intérieure du bâti.

La masse des filaments, traversant le cylindre de haut en bas, se trouve progressivement agitée, de l'entrée à la sortie, entre les bras *ll* et les dents *d*.

Une ventilation énergique est exercée par un ventilateur dont l'ouverture du canal est indiquée en section par le rectangle figuré sous la toile sans fin T, et par l'orifice central du cylindre métallique B. Ce tirage, en appelant la poussière de la masse dans la cheminée placée au-dessus de l'appareil, du côté de l'organe B, attire en même temps les fibres sur la toile sans fin T, où elles sont en quelque sorte moulées par une rotation lente du cylindre B.

Sans entrer dans plus de détails, nous dirons qu'une machine semblable, réglée de façon à donner à l'arbre central une vitesse de 700 à 1,000 tours à la minute, peut d'une manière absolue ouvrir de 200 à 300 kilogrammes de fibres à l'heure, suivant que l'alimentation sera plus ou moins forte; il est convenable de ne faire produire à cette machine que 100 à 150 kilogrammes à l'heure, afin de ménager les caractères de la matière.

L'ouvreuse Crighton à double effet contient dans le même bâti un second organe ouvreur semblable au précédent.

§ 3. — Ouvreuse Platt (pl. IV, fig. 1).

Dans beaucoup de cas, la première machine par laquelle on fait le plus ordinairement passer le coton, surtout si la filature est montée avec l'outillage considéré par les praticiens comme le plus perfectionné, est l'ouvreuse connue sous le nom d'*ouvreuse Platt*, exécutée aujourd'hui par la plupart des constructeurs estimés. Le but principal de l'ouvreuse est de désagréger la masse, d'isoler, de nettoyer les fibres, de les disposer ensuite sous une forme convenable pour passer aux transformations suivantes. Cette machine se compose : 1° de l'organe ouvreur et isolant des tambours à dents; 2° de l'organe nettoyeur ou ven-

tilateur aspirateur de la poussière ; 3° de l'appareil nappeur ou tambour en tôle perforée ou en toile métallique, pour former la nappe ; 4° enfin, de deux toiles sans fin, l'une à l'entrée pour alimenter, l'autre à la sortie pour délivrer la machine des filaments régulièrement condensés. L'appareil alimentaire est modifié par l'addition d'un cylindre à grandes cannelures, placé devant le cylindre supérieur pour le débarrasser des fibres qui pourraient le bourrer ; celui-ci livre successivement les filaments à une série de quatre tambours ouvreurs, animés d'une vitesse progressive du premier au dernier. Ces tambours garnis de dents disposées autour de leur circonférence suivant une hélice, sont enfermés de toutes parts, sauf les passages de l'un à l'autre, et ont chacun à leur partie inférieure une grille terminée par une toile métallique. La direction du mouvement des tambours a lieu en sens inverse de la marche des fibres à leur entrée. Ce changement subit de direction des mèches a pour but de les mieux ouvrir. A la suite du dernier organe ouvreur se trouve un canal pour amener le coton vers deux cylindres à toile métallique qui ne diffèrent de ceux précédemment décrits que par leurs dimensions et dispositions. Sous le passage qui conduit des ouvreurs aux rouleaux en toile métallique, est placée une boîte inclinée à ouverture mobile à la partie inférieure, fermée à sa partie supérieure par une grille qui laisse passer les poussières lourdes et les filaments qu'elles entraînent. Le ventilateur qui est adapté à ces sortes de machines, comme nous l'avons déjà dit, est placé ici sous les tambours à toile métallique. Enfin, le coton, à sa sortie de l'ouvreuse, est amené sur la toile sans fin inclinée, disposée à cet effet à la suite de l'appareil. L'analyse de cette ouvreuse démontre que l'action y est progressive et ménagée et que les dispositions pour le nettoyage, la ventilation et la sortie du produit ont été étudiées avec soin, comme on pourra d'ailleurs en juger mieux par la description suivante, de la coupe verticale de la machine, figure 1, pl. IV. Le coton est disposé aussi régulièrement que possible sur une toile sans fin T, formée de baguettes en bois un peu arrondies, clouées sur trois cour-

roies tendues sur deux rouleaux en bois. Cette toile amène le coton sous les cylindres E et CC, le premier à plus forte cannelure tasse et égalise la masse des fibres à leur entrée dans les cannelés CC, qui les livrent aux tambours B, armés de dents *d* et tournant avec une vitesse de 1,000 à 1,200 tours à la minute. La fig. 1 bis donne la vue horizontale de cet organe à dents. Les cylindres, commandés par des poulies placées sur chaque tambour, leur transmettent le mouvement d'une plus grande désignée sous le nom de *volant* et disposée sur la transmission générale de l'atelier. Les boutons et autres ordures détachées dans l'action tombent dans une grande caisse en fonte, formée par les deux montants verticaux A du bâti de la machine, à travers des grilles fixes *g*, placées à la partie inférieure de chaque organe B. Des portes H permettent le nettoyage nécessaire de temps en temps. Les tambours sont formés de trois croisillons en fonte montés sur un arbre métallique, sur lesquels sont vissées quatre plaques de fonte munies des dents *d*, soit fondues avec les plaques, soit rivées sur elles. Comme ces dents sont exposées à se casser souvent, il est préférable de les river. L'intervalle entre chaque plaque est fermé par une feuille de tôle ; un fil de fer à trois brins, contourné en hélice sur toute la longueur du tambour, consolide l'assemblage des plaques avec leurs croisillons. Le coton est lancé par les tambours entre les deux cylindres en toile métallique M,N ; un ventilateur V, marchant avec une vitesse de 1,200 tours par minute, le force à adhérer contre ces tambours et le débarrasse de sa poussière. Dans le trajet, beaucoup de petites ordures, et principalement les feuilles, tombent par une grille *i* dans une caisse D. Une porte P, qu'on ouvre au moyen de la genouillière S, permet de vider cette caisse. Ce dernier déchet doit être séparé de celui fourni par les grilles *g* comme contenant peu de filaments de quelque valeur. Le coton, au sortir des tambours M,N, est pris par les cannelés F, puis par une toile sans fin L, semblable à la première, qui le fait tomber sur le sol ou dans une caisse en bois disposée près du *batteur étaleur*.

Cette machine a, dit-on, l'inconvénient de rouler le coton ; on la croit par conséquent plus propre aux cotons à filaments courts qu'aux fibres un peu longues, cela est vrai d'une façon générale. Cependant, si l'on voulait appliquer sans modifications de réglage ce système à des fibres trop courtes, comme celles du coton de l'Inde, il en résulterait un déchet anormal de 12 à 15 pour 100 aux premiers battages ; c'est à tort qu'on attribue cette fâcheuse circonstance à la nature et aux impuretés de la matière première, elle est due en partie au moins à un réglage imparfait. On peut arriver, selon nous, à un résultat sensiblement meilleur en modifiant le traitement des cotons de l'Inde, conformément à ce que nous dirons plus loin après avoir décrit les battages.

La grosseur et l'élasticité des filaments doivent être prises en considération pour régler le point essentiel de la machine, sinon l'on serait amené à rapprocher l'extrémité du frappeur de plus en plus, à mesure qu'il agit sur des fibres plus courtes, ce qui présenterait un inconvénient grave sur les fibres fortes et peu élastiques : *au lieu de plier, elles rompraient*, et causeraient une proportion de déchet plus que nécessaire. Il faut, au contraire, augmenter la distance, toutes choses égales d'ailleurs, en raison de la grosseur et de la diminution d'extensibilité du duvet. C'est ainsi que si pour des cotons Louisiane, par exemple, l'on met $0^m,005$ entre l'extrémité des dents et les cylindres alimentaires, on n'aura de résultat convenable avec les cotons de l'Inde plus gros de fibres et moins élastiques qu'en augmentant cette distance de $0^m,002$, soit 7 millimètres de séparation. On pourrait encore atteindre le même résultat en conservant le règlement ordinaire de $0^m,005$, et en diminuant l'épaisseur de la nappe, mais alors on diminuerait aussi le produit de la machine. Elle peut ouvrir jusqu'à 3,000 kilogrammes de coton brut en un jour de travail de douze heures effectives.

Nous avons été témoin de battages donnant pour la même matière de l'Inde des déchets variant du simple au double, par suite de l'ignorance des réglages convenables des organes de

la machine. De là aussi les opinions contradictoires sur l'efficacité de l'emploi des ouvreuses dans telle ou telle circonstance. Les uns les disent complétement impropres au premier traitement des cotons de l'Inde et les réservent exclusivement à ceux des Etats-Unis; d'autres, au contraire, n'ont jamais pu se servir avec avantage de l'ouvreuse à dents pour ces dernières sortes de cotons, et la remplacent par un batteur à volant et à quatre frappeurs, qu'ils désignent toujours sous le nom d'*ouvreuse* et qui n'est cependant autre chose qu'un batteur simplifié dont nous allons décrire le type le plus complet, après l'exposé de quelques considérations générales concernant ces sortes de machines.

§ 4. — Appareils à battre.

Les moyens mécaniques décrits jusqu'ici peuvent bien enlever les plus grosses impuretés, toutes celles qui offrent une différence de densité avec celle du coton, mais leur action n'est pas assez énergique pour rendre aux filaments le ressort que les compressions précédemment signalées leur ont momentanément enlevé. On a longtemps pensé que le meilleur moyen pour leur restituer cette propriété était de les soumettre à des battages réitérés, de là l'invention de divers genres de batteurs qui se sont successivement transformés, et finalement l'adoption, pendant bien des années, d'un système unique qui pouvait présenter quelques modifications dans les détails, mais dont le principe est resté invariable. Cette machine fondamentale, par laquelle le travail commence communément, sauf les exceptions déjà signalées, était généralement en usage, surtout pour la préparation des cotons ordinaires destinés aux fils des numéros bas et moyens. Nous devons la faire connaître avant de passer à la description de celles que nous croyons appelées à lui succéder dans les opérations si importantes des premières préparations. Le batteur, auquel on fait tout d'abord passer la matière après sa sortie des velow et des ouvreuses a, dans l'ensemble de sa disposition, beaucoup

d'analogie avec l'ouvreuse, sauf les dimensions et une double paire de cylindres pour opérer un peu d'étirage, l'appareil alimentaire est en général le même que dans l'ouvreuse. Les cylindres à dents de celle-ci sont remplacés par un batteur à trois et parfois à quatre bras, autrefois on se bornait à deux bras ; un canal avec une grille à fond mobile est disposé comme dans le cas précédent pour amener le coton aux tambours à toile métallique, ou à tôle perforée, placés au-dessus du ventilateur. Une répétition identique des mêmes organes se trouve à la suite de la première série pour continuer et parfaire le travail. La machine est terminée par un jeu de rouleaux pleins compresseurs ayant leurs axes dans le même plan vertical, afin de condenser la nappe sur le rouleau définitif, et de lui donner un poids plus considérable de matière. Ce batteur double, à triples frappeurs, opère l'épluchage d'abord, l'étalage ensuite; il a comme l'ouvreuse, de bonnes dispositions d'épurage et d'aérage, et livre des rouleaux plus denses dont les avantages sont appréciés depuis plusieurs années déjà. Ce qui caractérise surtout ces sortes de machines à préparer, c'est l'organe frappeur ou volant à mouvement de rotation continue, les autres éléments de cette machine ont été déjà définis ou se retrouvent comme accessoires dans divers appareils. L'organe essentiel consiste dans une espèce de croisillon métallique suffisamment lourd, traversé au milieu de sa longueur par un axe qui lui est perpendiculaire et autour duquel il tourne avec une rapidité de 1,200 à 1,700 tours à la minute; cette vitesse est en raison inverse du nombre des frappeurs par lesquels on fait passer la matière. Si les frappeurs sont à deux règles on leur imprime de 1,500 à 1,700 révolutions, on ne leur en donne que 1,200 à 1,300 lorsqu'ils sont à trois règles. Le frappeur tourne dans une enveloppe métallique fermée de toutes parts, excepté aux points nécessaires à l'alimentation, au départ des filaments battus et des corps lourds. Un appareil alimentaire et une grille, semblables, sauf les dimensions et quelques modifications de détail, à ceux décrits précédemment, se retrouvent ici. Quant à la disposition pour

opérer le départ de la matière, elle consiste dans un canal plus ou moins incliné, qui se dirige vers un tambour à toile métallique dont les fonctions se comprennent, si on se rapporte à la description précédente. Les filaments livrés par la double paire de cylindres alimentaires sont enlevés par l'action du frappeur, qui les entraîne dans sa rotation et les chasse devant lui dans le conduit disposé à cet effet. Celui-ci les amène sous le tambour à toile métallique ou en tôle perforée, auquel communique un système de ventilation énergique, qui, tout en facilitant le départ de la poussière, produit un vide partiel dans l'intérieur du tambour, afin de faire adhérer la nappe à l'extérieur par la différence de pression atmosphérique sur les deux surfaces. On se sert assez ordinairement de deux machines semblables, avec cette différence que la première n'a qu'un organe frappeur et rend la matière soit en masse confuse, soit en nappe grossière; la seconde a ordinairement au moins deux séries d'organes élémentaires, batteurs et tambours métalliques, à la suite desquels se trouve un système de rouleau à mouvement progressivement accéléré, dans une limite assez restreinte pour donner un très-léger redressage à la nappe, et enfin un système spécial pour former celle-ci en rouleau. Ces divers organes sont suffisamment détaillés par la planche de l'atlas pour que nous n'ayons qu'à bien saisir ici les points essentiels de cette machine. Rappelons que la première des deux est employée sous le nom de *batteur éplucheur* et la seconde sous celui de *batteur étaleur*. Dans le commencement de son emploi, et avant que l'on ait pu se rendre compte du vice inhérent à son principe, l'on s'est surtout préoccupé de la meilleure combinaison des organes entre eux, du nombre de répétitions le plus avantageux de ces organes, des rapports de vitesse les plus convenables, des espacements relatifs des divers éléments pour en obtenir un bon fonctionnement, de l'établissement de points d'appui suffisants et d'un système de ventilation assez énergique, car tous ces détails ont leur importance. Si par exemple, le frappeur n'a pas une certaine vitesse, son action est insuffisante; si elle est trop

grande, les fibres pourront en être fatiguées et énervées. Pour rester dans une limite convenable, on a préféré opérer progressivement en répétant l'action au moyen d'une série d'organes dans la même machine; cependant, un trop grand nombre d'organes dans le même batteur équivaudrait à une trop grande vitesse et ne permettrait pas de doubler convenablement; aussi ce nombre des batteurs et des organes correspondants dépasse-t-il rarement deux. Le règlement de la distance entre l'extrémité de ces frappeurs et les cylindres alimentaires a également son importance; cette distance doit être aussi petite que possible, sans cependant qu'il y ait contact, car alors les filaments pourraient être fatigués, et l'appareil alimentaire serait bientôt hors de service; d'un autre côté, sans un rapprochement suffisant, des filaments peu longs se soustrairaient, en grande partie, à l'action du levier tournant. Il résulte de leur peu de longueur qu'une de leurs extrémités est à peine livrée au battage que l'autre est déjà libre; si ces fibres avaient au contraire une plus grande longueur, elles pourraient recevoir le choc à une de leurs pointes pendant que l'autre serait encore engagée, de là des ruptures et des détériorations fâcheuses. Cette considération, jointe à la finesse des cotons longue soie, explique pourquoi ce genre de traitement ne peut leur être appliqué. Il suffit d'ailleurs de la description suivante du batteur le plus perfectionné pour s'en convaincre.

§ 5. — Batteur étaleur (fig. 3, pl. IV).

La figure représente un batteur à deux volants de trois frappeurs chacun. Le bâti AA de la machine se compose de deux montants verticaux en fonte formés de plusieurs pièces boulonnées ensemble et entre-toisées, de place en place, de manière à présenter la forme d'une caisse à plusieurs compartiments.

Le coton est jeté d'ordinaire par pesées sur une toile sans fin OO, et étalé avec soin de manière à former une couche aussi égale que possible. La toile est mise en mouvement par

des rouleaux R, qui se composent chacun de trois petites poulies en fonte fixées sur un arbre en fer et destinées à recevoir les courroies des transmissions. Ces arbres sont mis en mouvement par des commandes placées sur les cylindres cannelés au moyen de roues d'engrenage.

Le coton, pressé et régularisé par le cylindre d'appel N, est pris par la double paire des cannelés cc où il reçoit un étirage, ou plutôt un dressage ordinairement de 1 à 2 pour le préparer à mieux subir l'action du volant V. Celui-ci l'ouvre et le débarrasse des impuretés, qui tombent dans la première caisse formée par le bâti AA, après avoir traversé la grille I. Puis, attiré par le ventilateur L, il arrive entre les deux tambours en toile métallique MM. En passant, une partie des petites ordures et du duvet tombent par la grille dans la caisse Z fermée par une porte, que l'on peut ouvrir au moyen d'une genouillère S. Dans cette caisse, des lames de tôle très-minces coupent le vent et empêchent les filaments de sortir. Le ventilateur L continue l'appel et le nettoyage. A la suite des tambours M, la substance subit les mêmes opérations que précédemment et arrive à deux autres tambours en toile métallique M', d'où elle est amenée, par les cylindres cannelés E, aux rouleaux de pression $P^1P^2P^3P^4$. La nappe, fortement comprimée par ces rouleaux qui la rendent plus solide, est enroulée sur un cylindre B au moyen des enrouleurs cannelés UU. Le cylindre en fonte creux F guide le coton à sa sortie des compresseurs.

Le renfileur ou axe B se compose ordinairement d'un cylindre en fonte sur lequel on emmanche un tube de fer-blanc ou en zinc. Lorsque le rouleau de coton est formé, un compteur arrête la machine, on retire alors le cylindre de fonte, on enlève le roulean de coton et on remet sur le cylindre un nouveau tube en fer-blanc.

Il arrive souvent, comme nous l'avons vu, qu'on passe le coton deux fois à cette machine. Dans ce cas, les rouleaux formés par la première opération sont placés sur la toile sans fin T au nombre de trois, on introduit dans le tube en fer-

blanc de chaque rouleau une baguette en fer, dont les extrémités, dépassant le tube de chaque côté, sont mises dans les coulisses du bâti.

Par cette disposition, les rouleaux ne peuvent être entraînés par la toile qui les fait tourner et qui déroule la nappe de coton pour l'amener avec la plus grande régularité aux cylindres cannelés.

Le volant dont la vitesse ainsi que nous l'avons dit déjà varie entre 1,000 et 1,700 tours à la minute, doit être construit très-solidement. Les règles en fer fixées à l'extrémité des leviers sont rivées chacune sur les bras d'un croisillon assemblé sur un arbre en fonte. Les règles sont taillées en biseaux formant un angle dont l'arête qui frappe les filaments est le sommet. Cette construction tout en agissant énergiquement sur la matière facilite le nettoyage de la règle.

Lorsque le coton traité est encore un peu humide, comme cela arrive pour certains cotons de l'Inde, les couches enroulées autour du rouleau F servant à alimenter la carde, ont parfois l'inconvénient d'adhérer entre elles et de fournir irrégulièrement les nappes; afin d'éviter ce défaut on dispose quelquefois un fil de fer du numéro 4 entre les couches, sur les bords et au milieu du rouleau F : ces fils de fer sont fournis par trois bobines qui se déroulent une à chaque extrémité du rouleau, la 3e au milieu pendant la formation du rouleau de coton. Il s'ensuit que lors du développement de la nappe celui des fils métalliques fait détacher régulièrement les couches livrées à la machine suivante. L'appareil ventilateur a une influence marquée sur le nettoyage plus ou moins parfait. Nous donnons, fig. 3, une disposition générale très-efficace imaginée par M. G. Risler. On voit sous la machine en A′ des canaux d'air construits en brique de $0^m,250$ de large sur $0^m,400$ de profondeur. B′B′B′B′ représentent les tuyaux en tôle ou en fonte communiquant avec la prise d'air A′, les dimensions sont de $0^m,200$ sur $0^m,120$ de hauteur. C″C″C″C″ sont des cloisons en planches pour séparer la communication de la salle afin que le ventilateur n'aspire pas l'air de celle-ci;

DD traverse de la machine avec une ouverture en haut et une série de trous dans la surface pour diviser l'air; O registre d'introduction de l'air dont il faut tâtonner l'ouverture par expériences, pour arriver au passage régulier de la matière, et que le coton n'adhère pas aux grilles. Les tuyaux courbes B′B′B′ s'enlèvent et se reploient facilement pour opérer le nettoyage, quelquefois au lieu de faire arriver l'air par un canal inférieur on l'appelle par les côtés du volant, on adapte alors à cet effet les petites cheminées M″M″. La fig. 3 bis donne une coupe transversale du système de ventilation et les flèches indiquent la direction des courants d'air. Avec cette disposition, la vitesse des organes peut être diminuée, les volants peuvent ne faire que 5 à 700 tours au lieu de 13 à 1,500. Il faut, en tous cas, que les passages qui transmettent l'air aux tambours métalliques du ventilateur aient une section suffisante, qu'on peut évaluer en moyenne de 4 à 5 décimètres carrés, afin de compenser les frottements résultants des coudes et des contours parcourus par l'air pendant son trajet dans la machine, et afin d'en faciliter l'expulsion qui a lieu par un canal auquel l'on donne en moyenne une section d'environ $\frac{3}{4}$ de mètre carré.

Commandes du batteur. — Les transmissions du batteur présentant une certaine complication, et donnant le mouvement à des organes dont quelques-uns, tels que les volants ou frappeurs et les ventilateurs, réclament une force motrice bien supérieure à celle dépensée par les autres, on établit généralement deux séries de commandes prises sur l'arbre moteur; on place les batteurs près des moteurs, la première transmission imprime le mouvement aux organes les plus lourds, aux frappeurs, et la seconde, à tous les autres. Les tracés de ces nombreux rouages et poulies, pour être bien saisis, auraient demandé une grande échelle et plusieurs planches. Nous avons préféré en donner un tableau descriptif qui les mentionne d'une façon suffisamment exacte à ceux qui auraient besoin de ces détails.

Dimensions et vitesse des organes de rotation du batteur, pl. IV.

Transmissions des volants et ventilateurs.

ORGANES.	DIAMÈTRES		NOMBRE DE TOURS par minute.
	Commandeur.	Commandé.	
Arbre de transmission.....	»	»	150,00
Premier renvoi.....	0,820	0,35	351,42
Volant V	0,780	0,225	1218,30
Deuxième renvoi.....	0,195	0,195	351,42
Arbre moteur du batteur.....	0,150	0,600	87,857
Ventilateur L.....	0,170	0,170	1218,30

Suite des transmissions du batteur.

ORGANES.	Diamètres.	COMMANDE.	Nombre de tours par minute	Développement par minute.
				m
Toile sans fin, cylin. R.	0,160	$87,857 \frac{13\times13\times28\times18\times24\times11}{50\times25\times21\times54\times14\times32}$	3.111	1,56373
Rouleau presseur N....	0,096	$87,857 \frac{13\times13\times28\times18\times24\times11\times42}{50\times25\times21\times54\times14\times32\times27}$	4,839	1,45849
1ers cylin. cannelés CC.	0,055	$87,857 \frac{13\times13\times28\times18\times24}{50\times25\times21\times54\times14}$	9,480	1,63795
1er petit tambour M....	0,380	$87,857 \frac{13\times13\times28\times20\times24\times17\times46}{50\times25\times21\times40\times22\times30\times130}$	1,732	2,06790
1er grand tambour M'..	0,580	$87,857 \frac{13\times13\times28\times20\times24\times17\times46}{50\times25\times21\times40\times22\times30\times196}$	1,149	2,09341
1ers délivreurs E.....	0,076	$87,857 \frac{13\times18\times28\times20\times24}{50\times25\times21\times40\times22}$	8,639	2,06257
2es cylin. cannelés CC'..	0,055	$87,857 \frac{13\times13\times28\times20\times24}{50\times25\times21\times40\times14}$	13,575	2,34552
2e petit tambour M.....	0,380	$87,857 \frac{13\times13\times35\times57}{50\times42\times49\times130}$	2,214	2,64350
2e grand tambour M'...	0,580	$87,857 \frac{13\times13\times35\times57}{50\times42\times49\times196}$	1,469	2,67616
2es délivreurs E.....	0,076	$87,857 \frac{13\times13\times35}{50\times42\times22}$	11,248	2,68566
Calandres P1	0,140	$87,857 \frac{13\times13\times27}{50\times42\times23}$	8,300	3,65050
Idem P2.....	0,140	$87,857 \frac{13\times13\times27}{50\times42\times22}$	8,677	3,82525
Idem P3	0,140	$87,857 \frac{13\times13\times27}{50\times42\times21}$	9,091	3,99819
Idem P4.....	0,180	$87,857 \frac{13\times13}{50\times42}$	7,070	3,99817
Enrouleurs UU.....	0,230	$87,857 \frac{13\times13}{50\times54}$	5,499	3,97350

ETIRAGE TOTAL : 2,55

Un batteur ainsi réglé peut faire de 80 à 90 kilogrammes de coton à l'heure, conformément au calcul donné plus loin.

§ 6. — Batteurs modifiés.

On a cherché à modifier les batteurs d'une foule de manières différentes, mais la plupart de ces modifications reposent sur des améliorations ou des changements de dispositions des organes du batteur que nous venons de décrire. On a surtout cherché à modifier le mode d'alimentation. Nous avons dit précédemment que la matière fournie aux batteurs est préalablement pesée, puis transportée de la balance sur une toile sans fin où elle est étalée à la main par l'ouvrière. Afin d'atteindre une plus grande régularité et une économie dans les salaires par la suppression du pesage, on a eu dans ces derniers temps l'idée d'alimenter le batteur par un appareil analogue à celui appliqué aux préparations de la laine, connu sous le nom d'appareil Bolette. Ayant décrit le mode d'alimentation d'une façon complète avec les dessins nous n'avons pas à y revenir ici [1]. La figure 4, pl. IV, donne une autre modification des batteurs. On retrouve dans cet appareil les organes qui viennent d'être décrits, nous n'avons par conséquent qu'à faire remarquer le changement de leurs positions relatives. A la sortie de la double paire de cylindres cannelés *cc*, les fibres passent dans une ouverture du couvercle E, pour recevoir l'action des frappeurs du volant N, d'où les filaments ouverts sont projetés au-dessus d'un tambour à toile métallique ordinaire M. Dans leur trajet, à partir du dessous de l'organe alimentaire, ils rencontrent des grilles droites horizontales G pour laisser échapper les corps durs et la poussière appelée par un ventilateur que la figure ne représente pas, attendu qu'il n'y a là rien de particulier. Par suite du vide partiel obtenu dans l'intérieur du tambour en tôle perforée M, toujours par les moyens ordinaires, la nappe vient s'appliquer

[1] Voir notre *Traité du travail de la laine cardée*. Tome I, page 406 et Pl. XVI.

sur la partie supérieure de la circonférence et se régulariser sur l'épaisseur voulue, entre le cercle et l'enveloppe du tambour, au point où elle doit sortir par l'attraction d'une série de paires de cylindres de rotation 1, 2 et 3, entre lesquels elle passe avant de former le rouleau R autour de l'axe *i*. Cette partie de la machine n'offre rien dont il ne soit facile de se rendre compte à l'inspection de la figure ; il est bien évident en effet que la formation du rouleau R est obtenue par le déplacement successif du petit axe *i* dans des coulisses, et que la tension de la nappe a lieu par l'action des cylindres presseurs 3, qui rappellent le système de pression généralement usité.

Si de ces points nous revenons à la disposition du tambour M, nous remarquons une partie additionnelle *l* qui n'existe pas dans les autres organes de ce genre ; cette surface ou palette courbe *l* est une espèce de porte en fer-blanc, faite pour s'appliquer contre les vides du tambour à la partie où la nappe doit s'en détacher. Elle a pour but de supprimer le vide en ce point et par conséquent l'obstacle qui pourrait s'opposer à l'action des cylindres délivreurs. La palette est fixée à l'extrémité d'un bras de levier *m*, adapté à une espèce de courbe ou coussinet qui embrasse la partie inférieure de l'axe du tambour. Le système est mis en équilibre au point voulu par un contrepoids *n* placé à l'extrémité du bras.

Nous avons cru devoir donner cette disposition à cause de son originalité, quoique la pratique l'emploie rarement, et qu'elle ne paraisse pas avoir d'avantages sur les batteurs usuels. Nous donnons également la description du batteur suivant, bien que la même observation lui soit applicable.

§ 7. — Batteur allemand.

Les figures 1 et 2 de la planche V sont : la première, une coupe verticale sur la longueur, et la seconde un plan horizontal vu par-dessus, d'un batteur inventé en Allemagne et construit à Chemnitz.

Les particularités de ce frappeur consistent dans l'adaptation de l'alimentation à auge, imaginée par Bodmer il y a plus de quarante ans ; quant à l'assemblage des frappeurs au volant et à la construction spéciale de celui-ci, nous ne ferons que mentionner les organes et les dispositions ordinaires.

Le coton pesé ou en nappe, à la sortie d'une ouvreuse précédente, est étalé sur la toile sans fin A, commandée par les cylindres B et les rouleaux F, d'où les fibres sont attirées par la paire de cylindres cannelés H, à la suite desquels se trouve l'alimentation à auge, c'est-à-dire un hérisson K à rubans de cardes ou mieux encore à dents, tournant dans une cavité cylindrique, placée elle-même au sommet d'un plan incliné L.

Cette disposition permet, d'une part, d'agir sur des fibres de longueurs variables, parce qu'elles peuvent glisser en s'échelonnant jusqu'au contact de l'organe frappeur; de l'autre, de rejeter, dès le commencement du travail, les ordures les plus grossières, qui peuvent s'échapper tant par le plan incliné L, qu'à travers les barreaux d'une première grille placée tout près et concentriquement à la circonférence du volant MN. Les frappeurs FF′, etc., sont des règles assemblées au volant par des vis. Des vides sont pratiqués à cet effet pour faciliter le serrage des écrous représentés dans la figure 1.

Les filaments, projetés dans le canal évasé qui se trouve à la suite du premier volant, sont débarrassés d'une partie des impuretés et de la poussière qui passent à travers les barreaux de la grille P placée au fond du canal. A la suite de ce canal, les filaments sont formés en nappe par le tambour à toile métallique R, au-dessous duquel se trouve aussi un réservoir d'impuretés s, disposition qui diffère de celle des batteurs ordinaires.

Ce premier tambour à toile métallique est suivi d'une double paire de cannelés alimentaires, V, H, toujours pour mieux saisir la nappe, surtout pour lui faire subir un faible étirage et bien la dresser. Cette alimentation est suivie à son tour d'une alimentation à auge comme la première, d'un second

volant et d'un second tambour en toile métallique, identiques aux premiers dans leur exécution et disposition. Enfin, à la fin de la machine se trouvent les cylindres délivreurs *u* V, les presseurs *zz*, l'axe enrouleur *c*, les rouleaux compresseurs et renvideurs *ab* et enfin le système de levier à pression qui agit sur l'axe du rouleau de la nappe, par l'intermédiaire de la crémaillère *d* et de son pignon. Le levier à contre-poids K est chargé d'exercer la pression pendant l'enroulement. On peut neutraliser son action lors de l'enlèvement du rouleau en appuyant sur la pédale *i* du levier, dont l'effet est de relâcher une courroie de tension qui agit sur la gorge d'une poulie *g*.

La figure 3 de la planche V donne en détail les parties principales de ce système de pression :

d, la crémaillère de l'axe du rouleau de coton ;

e, galet de roulette pour amoindrir le frottement ;

f, pignon de la crémallière ; il y en a un de chaque côté de la machine ;

g, poulie de tension, espèce de frein ;

h, courroie de tension ;

lm, points d'attaches de la courroie ;

i, levier articulé ;

k, contre-poids presseur.

La machine est disposée comme toutes celles de ce genre, pour opérer progressivement et effectuer deux fois de suite le battage sur la même nappe qui abandonne chaque fois une partie des corps étrangers que contiennent les filaments ; chaque organe ayant à sa partie postérieure un réservoir de poussière placé sous sa grille respective, et communiquant en outre, comme à l'ordinaire, avec un système énergique de ventilation correspondant aux cheminées TT. La machine est fermée de toutes parts ; on y place des carreaux en glace à des ouvertures W, afin de pouvoir se rendre compte de ce qui se passe à l'intérieur et si l'opération marche dans les conditions voulues. Les transmissions de mouvements sont indiqués dans le plan, fig. 2. Sans entrer dans les détails de toutes les commandes intermédiaires, qui sont à peu près les mêmes que

celles données au paragraphe 6, nous ferons remarquer leur point de départ. La poulie *s* reçoit la courroie de l'arbre moteur, elle commande en même temps le premier volant M, à une vitesse de 1,400 à 1,500 tours à la minute, elle actionne la seconde poulie *t*, dont une courroie transmet le mouvement à la poulie *u* du second volant, qui a une vitesse de 1,600 à 1,700 tours dans le même temps. L'on fait passer une nappe de 0^m,70 de largeur sur 1^m,40 de longueur, pesant en moyenne 700 grammes.

Le nombre de passages à faire subir à la matière varie, toutes choses égales, avec ses caractères et son état de pureté. Pour les cotons des États-Unis, plus faciles à traiter que ceux de l'Inde, un passage à l'ouvreuse et deux aux batteurs suffisent; il est presque toujours nécessaire de doubler le nombre des passages pour ceux-ci, mais on est loin d'être fixé et d'avoir une méthode générale, elle varie en quelque sorte avec les filateurs. Les déchets sont également très-différents, ils sont quelquefois, pour la même matière, au maximum de 5 à 7 pour 100, d'autres fois de plus du double, et cela se conçoit, les déchets résultant, d'une part, de la nature et de l'état de pureté de la matière, de l'autre, des ruptures occasionnées dans son traitement. Un règlement imparfait des organes et la prolongation anormale de l'action augmentent évidemment la perte occasionnée par les chocs insolites. Nous avons déjà fait remarquer l'importance de la distance entre l'extrémité des frappeurs et des cylindres cannelés. Il est bon également que la marche de la nappe ne soit pas trop lente, afin de ne pas fatiguer le coton en prolongeant l'action sur les mêmes points. Les doublages doivent avoir le même but. La méthode qui nous a paru donner les meilleurs résultats pour le coton de l'Inde avec l'outillage actuel, est la suivante :

§ 8. — Combinaison des battages pour le coton de l'Inde.

Les fibres sorties du local des mélanges sont successivement soumises aux opérations suivantes :

1° A une *ouvreuse*, composée d'un volant à quatre frappeurs, à la suite duquel sont placés deux tambours métalliques ;

2° A un deuxième passage de la même nappe à la même ouvreuse ;

3° Au *batteur étaleur* à deux volants, de trois frappeurs chacun ;

4° A un *batteur doubleur*, composé d'un volant à trois frappeurs, etc., sur la toile sans fin duquel on superpose trois nappes. Il est, par conséquent, alimenté par trois nappes de la précédente machine, mais dont le poids par unité de longueur reste constant, puisqu'il y a un étirage de trois environ, dans chaque batteur.

Nombre de chocs imprimés par l'ensemble des battages.

La vitesse des volants des frappeurs est la même de..	1500	tours.
Au premier passage de l'ouvreuse à quatre frappeurs leur nombre est de.....	1500 × 4 =	6,000
Au deuxième.....	1500 × 4 =	6,000
Au batteur étaleur.....	1500 × 3 × 2 =	9,000
Au batteur doubleur.....	1500 × 3 =	4,500
Total des chocs reçus par une même partie		25,500

Ces 25,500 coups sont appliqués sur l'étendue de la nappe qui passe en une minute, soit 1,563 millimètres d'après le tableau précédent. Ces 1,563 millimètres pèsent en moyenne $0^{k},780$ grammes, il s'ensuit que chaque gramme de filaments reçoit près de 20 chocs d'une règle d'un poids sensible, agissant au bout d'un bras de levier de $0^{m},25$. Une des matières les plus délicates supporte donc une action à laquelle des corps bien

plus solides ne pourraient résister; il suffit de se rappeler la fable du *Chêne et le Roseau* pour s'expliquer cette anomalie apparente.

Mais, quoique ces filaments, plus ténus encore que le roseau, plient et ne rompent pas toujours, il est évident qu'ils ne peuvent supporter cette action des battages sans être fatigués considérablement et sans occasionner un déchet dont une fraction est la conséquence du mode d'opérer.

§ 9. — Production du batteur.

Connaissant le poids de la nappe par unité de longueur, il suffira de multiplier ce poids par la vitesse de livraison : soit p, le poids d'un mètre à la sortie, v la vitesse, $p \times v =$ la production par minute. Admettons la moyenne de 700 grammes comme poids du mètre, soit $4^{m},00$ la vitesse à la sortie, le rendement par minute sera $4^{m},00 \times 0^{k},700 = 2^{k},800 = 168$ kilogrammes à l'heure, en un passage, ou 84 kilogrammes, si le coton est passé deux fois, comme cela a lieu généralement; ce calcul donne par conséquent 1,008 kilogrammes par jour de douze heures. La pratique compte en moyenne sur un produit de 1,000 kilogrammes.

§ 10. — Inconvénients des battages, et moyens proposés pour les atténuer. — Préparations mixtes.

Nous venons de démontrer que la petite surface du coton qui passe à chaque instant dans les batteurs reçoit, dans les divers passages qu'on lui fait subir, en moyenne 25,000 coups de règle. Vingt-cinq mille chocs indiquant une absorption considérable de force, imprimés à une matière aussi susceptible, lorsqu'il serait rationnel de pouvoir la désagréger sans le concours de la force brutale pour conserver l'intégrité de ces qualités, est-ce là un mal indispensable et inévitable? Remar-

quons d'abord qu'une filature, établie sur les lieux de la récolte, pourrait l'éviter en grande partie. Il suffirait d'égrener des filaments sans les comprimer, pour faciliter d'autant leur désagrégation.

Quoi qu'il en soit, les inconvénients du battage actuel sont hors de doute, aussi les praticiens les plus habiles se sont-ils efforcés de trouver des moyens de le remplacer ou au moins d'en atténuer les effets par un nombre moindre de passages au batteur, ainsi que nous venons de le voir par le système Risler où il y a déjà une économie de force motrice et un bon nettoyage sans tant fatiguer les filaments courts. Le démêlage et le peignage de Josué Heilmann ont atteint le but dans la préparation des filaments longs des cotons de la Géorgie, d'Égypte, d'Algérie, etc. Parmi les divers autres moyens imaginés pour les filaments courts, il faut citer, entre autres, l'*épurateur* de M. G. Risler, de Cernay, et le *batteur cardeur* de M. Leyherr, filateur à Laval, imaginés, le premier, il y a une vingtaine d'années, et le second, en 1856; tous deux ayant rendu des services réels, et renfermant des points dignes d'être appréciés, nous allons les décrire successivement.

§ 11. — Épurateur Risler, pl. VI.

L'apparition de l'épurateur à l'Exposition universelle de Londres en 1851, a produit une véritable sensation dans le monde des filateurs, surtout en Angleterre. Il a été distingué par une grande médaille (*council medal*). Or, une machine française pour le coton, appréciée sur le sol natal de l'industrie cotonnière et qui fonctionne depuis lors à la satisfaction de ceux qui l'emploient, qui de plus a été l'objet d'un rapport flatteur et d'un prix de la part de la Société industrielle de Mulhouse, mérite d'être connue, ne fût-ce qu'au point de vue de l'histoire de l'industrie.

Le but de la machine dite *épurateur* est de se substituer en partie et avantageusement aux battages, tant sous le rapport

de la conservation des qualités de la matière première que sous celui de l'économie du travail.

Le principe de la machine consiste en un tambour travailleur principal, et en un grand nombre d'organes alimentaires et délivreurs chargés de fournir et d'enlever les fibres. Ce tambour est garni à sa circonférence, alternativement d'une plaque d'aiguilles droites d'une certaine longueur et finesse, formant des espèces de brosses métalliques flexibles et élastiques, et d'aiguilles en crochets comme celles des rubans de cardes. Ce tambour est alimenté par quatre ou cinq organes et autant de paires de cylindres cannelés placés sur la demi-circonférence qui doit recevoir cette alimentation, par les rouleaux préparés à une machine précédente, à un batteur ordinaire. Au-dessous de chaque organe alimentaire, se trouve une espèce de grille ou récepteur des corps étrangers. Le tambour à aiguilles et la partie supérieure se réunissent par une règle droite à angle aigu, qui reçoit les ordures projetées par la force centrifuge du grand cylindre et facilite leur départ. Le coton travaillé est enlevé de ce tambour par trois organes déchargeurs, dont les rubans se réunissent en un seul rouleau.

M. Risler a cherché à utiliser l'action énergique de la force centrifuge des brosses pour nettoyer les fibres sans les détériorer par le choc. Il a de plus, dès ces premières préparations, fait subir un commencement de changement de direction aux filaments, par la combinaison des deux sortes de dents. Les alimentations et les organes délivreurs multiples, qui ont pour but de diviser et de fractionner l'action des organes, sont également une heureuse innovation : elle permet d'agir sur une masse plus forte, sans amoindrir l'effet de la désagrégation.

La figure de la planche VI est une coupe longitudinale passant par un plan vertical, mettant en évidence tous les organes de la machine, commandée comme le sont ces machines en général. Nous nous bornons, par conséquent, à donner les dimensions et les vitesses des parties principales, sans entrer

dans les détails des transmissions, qui demanderaient plusieurs figures et compliqueraient la description sans utilité :

T, grand tambour démêleur et cardeur, d'un diamètre de $1^m,20$, tournant avec une vitesse d'environ 260 tours à la minute,

La garniture de ce tambour consiste dans des rubans de cardes ordinaires *a* et des espèces de brosses métalliques à aiguilles droites *b*. Huit brosses semblables sont placées équidistantes entre les garnitures de cardes *a* autour de la circonférence du tambour T.

O, O, O, O, quatre paires doubles de cylindres alimentaires fournissant le coton au grand tambour. Chacun de ces cylindres a un diamètre de $0^m,04$ et fait deux tours à la minute, leur développement est par conséquent $0^m,251$ dans le même temps pour chaque alimentation, et $1^m,004$ à la minute pour les quatre. Si on admet un poids de $0^k,156$ par mètre [1], la machine travaillera 156 grammes de coton par minute, ou $9^k,360$ l'heure, représentant un résultat théorique de $112^k,320$ en douze heures effectives.

Chaque groupe de cylindres alimentaires est précédé d'un système de rouleaux développeurs *a'* de la nappe, pour faciliter son déroulement et sa livraison aux cylindres. Une auge courbe *g* en fer-blanc, placée sous chaque système d'alimentation, reçoit la poussière et les corps étrangers détachés par des lames *l*, superposées aux garnitures du grand tambour.

HH, cylindres délivreurs complétement garnis de rubans de cardes, dont l'inclinaison a la même direction que celle des dents des rubans du tambour T. Ces cylindres H ont un diamètre de $0^m,320$ chacun, et font 4 tours 1/2 par minute.

h, troisième dépouilleur plus petit, placé à la suite des deux précédents.

B, toile sans fin, servant à recueillir une certaine partie des filaments du grand tambour, pour les livrer aux organes cardeurs placés à la suite.

[1] Ce poids correspond à la moyenne d'un ruban simple sans doublage préparé pour passer à l'épurateur.

n et t, cylindres cardeurs, dont il vient d'être question.

y et y', cylindres débourreurs des organes n et t.

p, p, p, p, peignes délivreurs, à mouvement alternatif de va-et-vient pour détacher les filaments des cylindres cardeurs.

K, rouleau en bois qui reçoit les nappes cardées détachées par les peignes, et qui se réunissent entre les délivreurs x, x', x'', par des dispositions qui n'ont rien de particulier.

Le mécanisme pour former la nappe uniforme autour du rouleau K, par l'action des cylindres F, ayant été décrit pour les batteurs, nous n'avons pas à y revenir.

Nous ferons seulement remarquer, dès à présent, que cette machine présente de l'analogie, dans sa forme générale et certaines de ses parties, avec les cardes décrites plus loin. Elle en diffère néanmoins : 1° par l'absence de chapeaux, l'un des caractères des cardes : 2° par la combinaison d'une garniture spéciale, formée alternativement par des cardes et des espèces de brosses métalliques signalées précédemment; 3° par une inclinaison spéciale des dents de cardes, pour favoriser l'action ; 4° par la multiplicité des alimentations, le fractionnement de la masse, qui permettent de faire rendre la quantité considérable de travail indiquée ci-dessus, sans nuire à la qualité de la matière préparée.

Les autres détails de cette machine se retrouvant dans les cardes décrites plus loin, nous n'avons pas à y insister.

§ 12. — Batteur Leyherr.

L'appareil auquel M. Leyherr donne le nom de *batteur cardeur* a également pour but de nettoyer et d'ouvrir le coton de manière à lui faire éprouver le moins de fatigue possible. Chargé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale de rendre compte de la valeur de cette invention, nous l'avons fait dans les termes suivants :

« Les machines à chocs dont on se sert pour nettoyer et éplucher toutes les espèces de cotons, sauf les longue-soie, sont

critiquées avec raison, quoique généralement en usage. Comment l'action des frappeurs, qui fait vibrer toutes les parties de la machine et ébranle les ateliers où elle agit, ne détériorerait-elle pas plus ou moins les fibres déliées qui y sont directement exposées ?

« M. Leyherr s'est proposé de modifier ces premières préparations du coton au moyen d'une machine de son invention, qu'il soumet à votre appréciation.

« Il substitue l'action délicate d'une espèce de démêlage au travail brutal des frappeurs. Ce démêlage ou ébauche de peignage s'obtient par une quantité considérable d'aiguilles (50,000 environ), qui rayonnent autour d'un cylindre fermé de toute part et animé d'une rotation de 1,000 à 1,100 révolutions à la minute. Comme ces nombreuses pointes seraient bientôt détériorées par l'emploi d'un appareil alimentaire, ordinaire, l'inventeur a également modifié cet organe. Au lieu d'une paire de cylindres cannelés lamineurs, il n'emploie qu'un seul rouleau tournant dans une auge pour faire glisser les filaments amenés par une toile sans fin et les offrir à la prise des dents ou aiguilles. La distance entre les extrémités de celles-ci et l'appareil alimentaire peut varier, afin de pouvoir être réglée sur la longueur des brins. Les aiguilles, dans leur rotation, divisent la masse duveteuse, se la répartissent, l'enlèvent ainsi isolée, l'agitent et facilitent le départ des corps étrangers, des boutons, etc., que leur plus grande densité entraîne et fait tomber dans une cavité ou caisse correspondant à une ouverture pratiquée à la suite de l'appareil alimentaire. Le coton, ainsi dispersé sur les aiguilles doit, à chaque révolution, être recueilli, condensé et transformé en nappe ; cette seconde partie de l'opération a lieu dans la machine Leyherr identiquement comme dans les batteurs ordinaires. Une aspiration intérieure a lieu par un ventilateur agissant dans le sens de l'axe d'un cylindre creux fermé de toute part par une toile métallique et placé à la suite du cylindre à aiguilles. Ce courant appelle les fibres sous le tambour métallique, qui les moule à son extérieur par une rotation lente, pendant que la poussière se dégage

au moyen d'un tube ou canal spécial. Contrairement aux dispositions en usage dans ces sortes d'appareils, le courant d'air forcé n'agit que sur le coton débarrassé en grande partie des substances étrangères, l'aspiration du ventilateur ne commençant à exercer son influence sur le cylindre à aiguilles qu'au point opposé à celui où la séparation des fibres et des substances étrangères s'effectue. Cette ingénieuse division de l'aspiration en deux temps n'existe pas en effet dans les batteurs ordinaires ; le courant d'air y exerce son action sur la masse de la matière et l'entraîne plus ou moins mélangée d'impuretés.

« Les divers organes qui composent la machine de M. Leyheer, examinés isolément, ne sont pas absolument nouveaux ; même le cylindre à aiguilles et son mode alimentaire particulier avaient déjà été proposés, il y a une vingtaine d'années au moins, par M. Bodmer, auquel la filature de coton doit bien d'autres perfectionnements plus ou moins appliqués. Mais la manière dont M. Leyherr a groupé et fait communiquer les organes entre eux et dont il a séparé l'action de la force centrifuge de celle du courant d'air forcé constitue une nouveauté rationnelle dans une direction de ce travail qui laisse encore à désirer. Ces explications nous paraissent suffisantes pour faire comprendre les caractères et les tendances de la nouvelle machine, qui marche sans efforts brusques, sans grande consommation de force motrice, et donne des produits mieux et plus économiquement préparés qu'aux batteurs ; aussi est-elle déjà en usage dans un certain nombre de filatures, quoique son origine remonte à deux ans à peine. »

Légende de la planche VII, figures 1 et 2, représentant la machine dite batteur cardeur *de M. Leyherr.*

Fig. 1. Vue de profil de la machine.

Fig. 2. Section longitudinale.

A, cylindre portant les aiguilles.

B, toile sans fin amenant les filaments au cylindre A.

1 et 2. Rouleaux entre lesquels passent les filaments au sortir de la toile sans fin.

3. Cylindre sous lequel passent les filaments amenés dans une auge circulaire et qui livre la matière aux aiguilles.

C et D, cavités qui reçoivent les corps étrangers, nœuds, boutons, etc., séparés par l'action du cylindre à aiguilles.

E, toile sans fin sur laquelle arrivent les fibres au sortir du cardage; ils sont aspirés par un ventilateur agissant dans le sens de l'axe du tambour creux F.

F, tambour creux en toile métallique, qui lamine les fibres sur la toile et les rassemble en nappe.

Nous ne décrivons pas les autres organes de la machine, qui ne présentent rien de particulier et ressemblent à ceux des machines ordinaires à réunir ou à des batteurs déjà décrits.

§ 13. — Batteur Edward Lord [1].

Les modifications que présente le batteur de M. Lord, constructeur de machines dans le Yorkshire, ont également pour but d'améliorer l'appareil alimentaire, de façon que les quantités de matières livrées aux frappeurs, ou à tout autre organe, soient constantes dès leur premier passage aux machines. Dans l'état actuel des choses, la pesée du coton à la sortie du magasin est comme nous l'avons vu étalée à la main sur la toile sans fin. L'épaisseur de la couche ainsi formée peut varier malgré tous les soins de l'ouvrier. Il en résultera évidemment des irrégularités dans la nappe, formée d'ordinaire à la sortie des premières machines à préparer. Ces irrégularités influent à leur tour sur les résultats des opérations suivantes. L'homogénéité dans les préparations, recherchée avec tant de raison, devient plus difficile à atteindre. Afin d'obtenir une masse alimentaire régulière dès le début, M. Lord a imaginé un mécanisme différentiel placé sur l'axe du cylindre alimentaire, qui imprime à celui-ci une accélération ou une diminution de vitesse lorsque la partie de la couche qui passe a un poids moin-

[1] Cette machine est souvent désignée sous le nom de batteur à pédales.

dre ou supérieur au poids normal déterminé à l'avance. Il y a par conséquent une relation entre l'appareil alimentaire et sa commande. La description suivante fera comprendre cette ingénieuse disposition.

Les figures 1 et 2, pl. VIII, donnent des coupes verticales d'une ouvreuse et d'un étaleur auxquels l'on a adapté le mécanisme régulateur d'alimentation. Les figures 3 et 4 sont des détails de ce mécanisme. Il suffit de rappeler en quelques mots l'ensemble des organes qui composent ces machines munies d'une alimentation spéciale. Le cylindre ouvreur O, fig. 1, reçoit le coton en couche plus ou moins mince livrée entre une paire de cylindres cannelés *gg*. Ceux-ci le prennent à la toile sans fin T, commandée d'une façon quelconque. La vitesse de ces cylindres *gg* variera conformément à l'indication précédente pour maintenir une alimentation à poids constant. A la suite du compartiment dans lequel se meut l'ouvreur O se trouve le canal N avec une grille *l'*, semblable à celle *l* placée à la partie inférieure du cylindre O. Le coton ouvert est appelé entre les tambours en toile métallique ou tôle perforée MM', sous lesquels agit le ventilateur V, dont les fonctions, déjà décrites dans l'exposé des batteurs ordinaires, sont les mêmes ici. Enfin une paire de délivreurs *nn'* rendent les fibres en nappes sur une toile sans fin inclinée de sortie T.

La figure 2 montre un appareil alimentaire du même principe, et modifié dans sa disposition appliquée à un batteur-étaleur à compression et à un frappeur à trois règles, identique dans ses organes à celui déjà décrit et représenté fig. 3, pl. IV. Nous pouvons par conséquent nous borner à décrire l'appareil alimentaire nouveau.

La disposition de l'appareil alimentaire pouvant être modifiée, nous nous arrêterons à celle de la figure 2 pour exposer l'application du principe.

Les filaments amenés par la toile sans fin T passent sous un petit rouleau *q* pour se rendre sur le levier concave ou auge *e* et sous le cylindre cannelé alimentaire *b*. C'est par conséquent la distance entre ces deux organes *b* et *c* et la vitesse du premier

qui règlent la quantité de substance fournie. Elle variera d'une part avec l'intervalle entre ces deux éléments, et de l'autre avec la vitesse plus ou moins grande du cannelé. Il y a un cannelé unique sur toute la largeur de la machine. Mais l'auge *c* est formée d'une série de barres concaves juxtaposées *c* et enfilées toutes dans l'arbre *d*. La vue de face de l'appareil alimentaire (fig. 4) indique clairement cet agencement des barres concaves *c* sur l'arbre *d*. Chacune de ces barres *c* est assemblée à un levier recourbé *c'* qui forme une espèce de queue chargée par un poids ou réglée en équilibre de toute autre façon. La figure 3 donne la disposition générale de cette partie dans une coupe verticale passant par l'appareil alimentaire; *f* et *h* sont des cônes mus par la poulie *ff'* recevant l'action du moteur et la transmettant à la courroie *h'* par l'entremise des cônes. La vitesse du cône *h* augmente ou diminue suivant la position de la courroie sur la circonférence. Cette variation de vitesse est transmise au cylindre alimentaire *b* par une vis sans fin *g'* placée sur l'arbre du cône *h* engrenant avec la roue différentielle *b'* portant sur sa joue la roue b^2 engrenant avec la roue b^1 [1]. La variation de vitesse de l'arbre des cônes *hh* se transmettra par conséquent au cylindre alimentaire *b*. Il reste à expliquer les conditions de ce changement de vitesse, et par conséquent les causes des déplacements de la courroie *h'* sur les diamètres des différentes grandeurs des cônes.

Mécanisme régulateur de la vitesse du cylindre alimentaire. — Voir les détails, fig. 3 et 4. La courroie *h'*, directrice intermédiaire du mouvement, est guidée par la fourchette *i*, assemblée au levier, articulée aux points j^1. L'extrémité ou la queue *c'* de l'auge *c* est terminée par une entaille, comme celle du levier d'une romaine. Chacune de ces prolongations *c'* reçoit une tige verticale ou un barreau *l*, dont l'extrémité, évasée en palette, forme un contre-poids. Entre ces barreaux *ll'* des tiges *m* sont suspendues à une traverse ou rail supérieur

[1] Cette partie de la disposition étant identique au mouvement différentiel des bancs à broches, nous nous bornons à l'indiquer ici, en renvoyant pour les explications de détails à la description de ces machines.

n. Ces tiges m, arrondies à leur extrémité inférieure m', sont maintenues dans leurs positions respectives entre les barreaux l par le rail n'. Le dernier barreau l, sur la gauche, fig. 4, est maintenu fixe à sa position au moyen d'une vis de pression m^2, passant à travers le cadre sur toute la largeur. Et la dernière m, de chaque côté de cette espèce de grille, reçoit une rainure dans laquelle est assemblé le galet o^2, o', faisant partie d'une traverse horizontale o', o^2 relié au levier coudé p, dont le bras horizontal supérieur porte la fourche i, embrassant la courroie h' du cône.

Fonctionnement de l'appareil. — La position de la courroie h' est celle correspondant à l'alimentation normale d'un poids constant pour chaque instant, lors même que certaines fractions c de l'auge seraient plus ou moins chargées, la courroie ne bougera pas si le poids de la couche sur toute la largeur reste invariable. Il y aura, dans ce cas, certains leviers e' abaissés, et d'autres élevés ; les parties déprimées et surélevées se compenseront par conséquent. Mais si le coton arrive en trop grande quantité, de façon à influencer l'alimentation et à augmenter le poids normal, le débit doit être instantanément réduit. Il l'est, en effet, par le ralentissement du mouvement du cylindre alimentaire b, par suite de la translation de la courroie h' sur un plus grand diamètre du cône commandeur h. Ce déplacement a lieu de la manière suivante : l'augmentation du poids du coton entre les cylindres b et les auges c a lieu par une surélévation d'épaisseur dans la couche qui fait élever le levier c' autour de l'articulation d. Ce mouvement, en soulevant les extrémités pesantes l', agit sur le barreau pour le faire incliner légèrement vers la droite, fig. 4 (l'inclinaison dans le sens opposé étant empêchée par le serrage de la vis m^2). L'action combinée des contre-poids l' et de la dernière tige m agit sur le galet o' et le levier coudé p fait monter ce levier, porteur de la fourche et de la courroie h' ; celle-ci vient, par conséquent, embrasser un diamètre plus grand du cône et ralentir le mouvement de proche en proche, et par conséquent celui du cylindre b. Lorsque, au contraire,

le poids du coton devient trop faible dans l'appareil alimentaire, les leviers c', au lieu de s'élever, s'abaissent : ils agissent alors en sens opposé du précédent sur les barreaux ; ceux-ci, au lieu de s'incliner à droite, prennent la direction opposée vers la gauche. Le levier p, avec sa fourche et sa courroie, au lieu de se déplacer de haut en bas, marche dans le sens opposé et amène la courroie sur un diamètre plus petit, dans le but d'accélérer la rotation du rouleau alimentaire b.

Le même principe du mécanisme peut affecter diverses dispositions ; dans la figure 1, les transmissions sont indiquées par des lignes ponctuées et des chiffres, de 1 à 7. Le système opère simultanément sur l'appareil alimentaire et la nappe de sortie.

Au lieu de disposer l'auge de façon à donner aux leviers c' une direction horizontale, on peut également disposer l'appareil de manière qu'ils agissent verticalement, l'action devient alors plus directe.

CHAPITRE XXII

PRÉPARATIONS DES FILAMENTS COURTS. PREMIER DEGRÉ, DEUXIÈME PÉRIODE.

§ 1. — Cardage. — Considérations générales.

Les fibres provenant des opérations pratiquées jusqu'ici restent plus ou moins vrillées et présentent pour la plupart des inégalités, des boutons ou des nœuds sur leur longueur ; leur disposition est irrégulière, elles retiennent encore une notable quantité d'impuretés et laissent à désirer sous le rapport de l'homogénéité de la masse, quelle que soit d'ailleurs l'excel-

lence des moyens dont on s'est servi et les soins apportés aux préparations précédentes.

Développer les fibres, les redresser complétement, faire disparaître les inégalités, les nœuds, les boutons, etc., les ranger parallèlement entre elles, les échelonner par une première action de glissement, les nettoyer, les épurer, enfin les condenser, pour continuer à les transformer en un ruban homogène continu, tel est le but du cardage. Pour que le résultat soit convenable, il faut opérer avec la plus grande régularité, d'une manière identique et uniforme, atteindre tous les filaments dans les mêmes conditions, sans amoindrir en aucune façon ni leur ténacité ni leur élasticité. Les moyens employés pour arriver à ce résultat consistent, en principe, à faire passer la nappe préparée entre deux surfaces hérissées de pointes plus ou moins fines, d'une même hauteur et également espacées entre elles. Ces aiguilles font un certain angle avec la verticale qui passerait par le point où elles sont implantées dans la surface, afin de leur donner plus de résistance à l'action.

Soit A, fig. 1 et 2, pl. IX, une surface en bois sur laquelle se trouve clouée une bande de cuir, de toile ou de caoutchouc garnie d'aiguilles (de là le nom de *garniture* donnée à la bande), alimentée d'une couche de filaments *c* uniformément répartis entre les aiguilles *a* ; soit B, une seconde surface, entièrement semblable à la première, les aiguilles de l'une se présentent en face des intervalles laissés entre celles de l'autre, et leur inclinaison est en sens opposé (fig. 2) ; si l'une d'elles, la surface supérieure par exemple, se meut, elle agit comme un peigne en action, force une quantité plus ou moins considérable de filaments à cheminer entre les rangées d'aiguilles des deux garnitures. A peine le mouvement est-il commencé, que la substance se partage entre le double jeu de pointes où elle est progressivement désagrégée, épurée et ses fibres redressées, d'une façon d'autant plus complète que les aiguilles sont plus fines, plus rapprochées et animées de la vitesse la mieux appropriée aux caractères de la matière sur laquelle elles agissent. Au commencement du cardage, les fibres ne

sont pas régulières, elles présentent, au contraire, des directions en tous sens ; les unes sont libres entre les aiguilles, les autres y sont fixées par des croisements simples ou des boucles ; ce n'est qu'après une série de courses, ou mouvements réitérés de la surface cardante, qu'il est possible de les amener toutes à un certain parallélisme entre elles, après qu'elles ont subi un redressement plus ou moins complet, dans leurs entraînements et déplacements successifs. Les contacts multipliés, les vibrations fréquentes et les frottements continuels éprouvés par les filaments, de l'entrée à la sortie de la machine, leur font subir, en outre, une action analogue à celle du van et de la fourbissure combinés, pour les redresser et les séparer des corps étrangers qui y adhèrent mécaniquement.

La nature de ces moyens et les caractères délicats du produit disent assez les soins et les ménagements à apporter dans la transformation, et la convenance de ne la faire subir à la substance qu'après un premier degré de préparation où les éléments mis en œuvre soient moins susceptibles. Les aiguilles seraient, en effet, bientôt hors de service, et les nappes très-imparfaitement cardées si le coton, en leur arrivant, n'était pas déjà ouvert et sensiblement débarrassé des principales impuretés qu'il contient toujours à l'état brut, tel qu'il est livré aux ateliers.

La direction relative des aiguilles des deux surfaces est loin d'être indifférente pour l'action à produire. Afin d'atteindre les résultats voulus, il est indispensable que les pointes des aiguilles des deux surfaces agissent en sens opposé ; ces directions inverses facilitent les échanges, les déplacements et le tirage des fibres de la masse. Leur transport dans un même sens les fait, au contraire, cheminer en masse dans une direction unique, de là un moyen simple pour enlever la matière cardée. La figure 1, pl. IX, indique une disposition propre à produire cet effet ; la direction des aiguilles des deux surfaces et leur mouvement ayant le même sens, la couche, ne rencontrant plus d'obstacle, sort progressivement sous la forme d'une nappe parallèlement à l'action.

Il est également important que les fibres de cette nappe soient aussi bien nettoyées que parfaitement dressées, attendu qu'il devient désormais difficile de remédier à une épuration imparfaite dans les préparations suivantes. Il faut donc que, dès le cardage, les filaments soient complétement nettoyés, égalisés, redressés, rangés et enlevés en masse homogène, sans cependant être fatigués ni altérés en aucune façon par l'action réitérée des aiguilles métalliques aiguës. La réalisation de l'ensemble de ces conditions rend le problème du cardage l'un des plus difficiles de la filature. Le mode d'exécution des surfaces cardantes, la finesse des aiguilles, leur rapprochement, leur nombre par unité de surface, leur qualité, la manière de les fixer, leur disposition réciproque, leurs vitesses relatives, la forme la plus convenable de chacun des organes pour atteindre sûrement et économiquement le but, sont autant de points à considérer. Pendant longtemps on se préoccupa principalement de la disposition de l'outil, afin de le rendre automatique, et de la substitution d'une nappe continue et indéfinie au fractionnement du produit. C'est ainsi que le cardage à la main, encore usité par les matelassières, s'est exercé à la *carde à bloc*, ou *stock carde*, qui diffère des premières par des surfaces au moins doubles et par l'immobilité de la carde inférieure, fixée sur un bloc ou point d'appui pour laisser la possibilité à l'ouvrier de manœuvrer des deux mains l'outil supérieur mobile. Malgré l'augmentation de surface et la facilité de la manœuvre, ce système devint bientôt insuffisant. On eut alors l'idée de faire des cylindres ou tambours en bois garnis d'aiguilles, tournant sur un axe horizontal sous une couverture concave, également garnie de dents; celles du tambour et de la couverture, placées dans des directions opposées, se touchent presque par leurs pointes. Le coton était distribué à la main sur le tambour, transmis par lui aux dents de la couverture des chapeaux; l'échange des filaments a lieu dans ce cas avec une efficacité d'autant plus grande, que la force centrifuge développée par le cylindre tournant aide sensiblement au net-

toyage. Le double avantage de l'économie de la place et de la facilité de l'épuration obtenu par la substitution du cylindre cardeur à la surface plane se démontre spontanément. L'enlevage de la matière travaillée se faisait dans les premiers temps à la main au moyen d'une carde, avec laquelle on dépouillait le cylindre. On eut bientôt l'idée de la détacher par un hérisson suivi d'une paire de cylindres. A qui appartient cette idée féconde ? on ne le sait. On est plus heureux pour l'appareil alimentaire dit *toile sans fin*. Les Anglais le font remonter à 1772 et l'attribuent à John Lees. Le peigne détacheur de la nappe a été, dit-on, inventé par Hargrave, et date de la même année. Ce mécanisme est venu avantageusement se substituer au cylindre dépouilleur qui devenait impossible à cause de son action sur les garnitures et de l'intermittence du travail résultant de son application. La carde ainsi composée, avec les appareils alimentaire et dépouilleur, donnait de petits rouleaux de coton ; le tambour étant garni de plaques espacées, la nappe se trouvait divisée entre chaque plaque, roulée et détachée par le peigne sous la forme de petits cylindres de coton de $0^m,025$ de diamètre sur $0^m,50$ de longueur, désignés sous le nom de *loquettes*. On obtint un boudin sans fin en substituant des rubans continus de cardes cloués circulairement et juxtaposés au tambour aux plaques espacées et fixées suivant des génératrices. A l'époque où l'on commença à appliquer ce moyen, il était d'autant plus important de bien carder, que le boudin passait directement de la carde au métier à filer.

Dès la fin du siècle dernier, la carde possédait donc l'appareil alimentaire à toile sans fin, les cylindres cannelés, le grand tambour, les chapeaux, le petit tambour, le peigne détacheur et les rouleaux délivreurs [1]. Les progrès apportés depuis lors aux machines à carder ont eu principalement en vue des modifications de détails, des améliorations dans la construction, une étude plus complète du réglage des diverses parties

[1] Voir à cet égard un programme de prix proposé par le ministre de l'intérieur Chaptal, le 22 messidor an IX ; on y trouve le dessin d'une machine à carder construite par Richard Varlet.

et des moyens d'entretien de la machine. Les perfectionnements de ces divers points, secondaires en apparence, ont néanmoins une très-grande importance.

Quels que soient d'ailleurs les progrès réalisés, une carde se compose toujours de cylindres tournants seulement, ou de cylindres et de chapeaux fixes, garnis de rubans de cardes à aiguilles ajustées sur la circonférence des cylindres et sur la surface concave des chapeaux. La figure 3, pl. IX, représente une coupe verticale des organes fondamentaux d'une carde de ce genre débarrassée de l'appareil alimentaire et dépouilleur. L'organe cardeur principal est un grand tambour T, dont la direction du mouvement et des dents *d* est indiquée par une flèche.

Autour de ce tambour sont groupés, d'abord les cylindres hérissons A, B, C, garnis d'aiguilles de cardes, dont la direction des flèches indique celle des mouvements. Le détail de l'ensemble de cet organe est donné figure 4 où l'on voit une fraction du grand tambour avec les organes A et C. A la suite de ces hérissons se trouve un certain nombre de chapeaux H, dont le sens des dents est opposé à celui des dents du cylindre T, enfin le dernier cylindre D est placé un peu plus loin, à peu près vers le milieu de la circonférence de l'organe T. Supposons les dents du hérisson A garnies de filaments, tous les cylindres doués d'un mouvement de rotation autour de leurs axes respectifs, et placés à des distances convenables, il en résultera, par suite des directions relatives des dents, que celles du grand tambour T dépouilleront celles des hérissons A. Une fois garni de ces fibres, le cylindre T les offre au cylindre C, qui les lui enlève en les étirant plus ou moins, si leur vitesse est convenablement établie. Celui-ci en sera dépouillé à son tour par le même motif, et les restituera au grand tambour T. La continuité du mouvement et la force centrifuge développée du grand tambour projettent les filaments dans les aiguilles des quatre organes et en reprennent à ceux-ci une portion qui s'y est engagée dès que l'action a commencé. L'effet se continue jusqu'au petit tambour D, dont les

dents se garnissent de fibres à leur tour. La forme parfois plus droite et plus longue des aiguilles de ce dernier et surtout la rapidité de son mouvement facilitent le détachement de la matière cardée placée entre leurs extrémités ; la nappe sera ainsi plus ou moins bien cardée, en raison de l'état de toutes les parties de la machine et du réglage des divers organes, c'est-à-dire suivant que les surfaces cardantes seront combinées de manière à réaliser toutes les conditions qui leur sont imposées.

Une lacune dans l'une de ces conditions laissera infailliblement des traces dans la masse des fibres. La garniture surtout, c'est-à-dire le revêtement des organes par les rubans cardeurs, doit être constamment en parfait état. Il est à peine besoin d'insister également sur la nécessité d'équilibrer avec soin les cylindres de rotation, afin que tous les points de leurs masses tournent mathématiquement ronds. Les distances entre les divers organes devant être aussi rapprochées que possible, un défaut d'équilibre les expose à des contacts qui déforment ou abîment les dents. Cette condition exige à son tour un parallélisme parfait entre les génératrices correspondantes des cylindres sur toute leur longueur, c'est-à-dire entre leurs tourillons, sur la largeur de la carde. Plus les garnitures, en général, seront rapprochées, et plus le travail sera facilité. Il est bon en outre de donner aux chapeaux une légère inclinaison dans la direction de la marche des fibres, de manière que le lieu de leur sortie de chaque chapeau représente l'ouverture la plus étroite d'une espèce de trémie. La condensation ou formation progressive de la nappe, et le redressage ou espèce de peignage des filaments, par un glissement convenable, dépendent surtout du moulage entre ces espèces d'entonnoirs formés par la disposition inclinée des chapeaux, et des vitesses relatives imprimées aux corps tournants. La vitesse doit se produire dans une certaine limite : exagérée, l'action deviendrait trop énergique sans nécessité, la force centrifuge pourrait occasionner un déchet préjudiciable et de l'irrégularité dans la marche de l'opération ; insuffisante, le net-

toyage serait imparfait et la projection des fibres incomplète. La rotation du grand tambour doit servir de point de départ; une fois réglée d'après les considérations qui viennent d'être exposées et les données de l'expérience, celles des autres organes se détermineront d'après le degré d'étirage à faire subir aux filaments; si les vitesses angulaires entre le grand et les petits cylindres sont les mêmes, il ne se produira qu'un échange de fibres entre ces organes, une espèce de démêlage tout au plus; si la vitesse angulaire du principal organe cardeur est moindre que celle des cylindres A, B, C, ceux-ci ne seront qu'imparfaitement dépouillés, les dents se bourreront bientôt, et le cardage sera en quelque sorte impossible. Si, au contraire, la vitesse du grand tambour est sensiblement supérieure à celle des organes avec lesquels il est en rapport, et c'est toujours ce qui arrive, le travail se fera progressivement et dans les meilleures conditions. L'organe principal se garnit à chacune de ses rotations d'une couche mince qui sera attaquée, et alternativement restituée; enlevée d'abord par les organes tournants B, C, et ensuite par les chapeaux. Il en résultera un nettoyage préalable de la masse fractionnée entre les cylindres tournants, et une prise et reprise des fibres isolées depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la carde. Les différences de vitesse déterminent l'échelonnement de ces fibres et réalisent ainsi l'effet final de la carde à main. Lorsque les cylindres hérissons n'existent pas, ce qui se présente assez fréquemment, le nombre des chapeaux doit être plus grand, et leur garniture variable de finesse, c'est-à-dire que les réductions des aiguilles vont en augmentant du premier au dernier, afin de faciliter l'extraction des corps étrangers, et de ne pas abîmer les dents, ce qui arriverait si les garnitures des premiers étaient trop fines. L'absence de ces hérissons auxiliaires nécessite également une préparation plus soignée de la matière avant de la soumettre à la carde.

Quand le coton est cardé deux fois de suite, le premier passage a le plus généralement lieu sur des cardes à hérissons cylindriques, sans additions de chapeaux. Ce système permet

de bien nettoyer la matière, mais il ne range pas parfaitement les fibres de la masse. La combinaison de la carde mixte, exposée plus loin, satisfait en général mieux aux deux exigences.

Mais quelle que soit la combinaison des organes entre eux, la carde est toujours précédée d'un appareil alimentaire qui était autrefois exclusivement composé d'une toile sans fin amenant la matière à des cylindres cannelés, la fournissant eux-mêmes au tambour cardeur T. Les éléments de cette disposition sont représentés fig. 5. N, toile sans fin, *n*, *n*, les deux cylindres cannelés et T, fraction du grand tambour. Cette disposition a l'inconvénient de nécessiter des cylindres cannelés d'un diamètre très-petit, par conséquent peu solides, susceptibles de faire des barbes et de toucher la garniture, de l'abîmer si on veut trop la rapprocher des cylindres. Si au contraire, il y a un espace trop grand, l'alimentation manque de précision et de régularité. Ces défauts persistent malgré les variations de la dimension des cannelures des cylindres. Aussi, cette partie de la carde a-t-elle été l'objet de nombreuses recherches et de diverses modifications dont nous mentionnons les principales. On s'est surtout inspiré des principes indiqués depuis longtemps par Bodmer dont nous avons déjà parlé. Les fig. 6, 7, 8, donnent trois modifications du même principe ; au lieu de deux cylindres, c'est dans les trois cas un cylindre unique X, tournant tantôt sur une surface creuse, une espèce d'auge concave *v* et tantôt sous une sorte de chapeau creux. Quelquefois, comme dans la fig. 6, le cylindre est cannelé; d'autres fois, comme dans les fig. 7 et 8, c'est un hérisson cylindrique garni de rubans de cardes. Dans les trois cas les cylindres sont en contact et tangents au grand tambour T auquel ils sont chargés de livrer la matière. Les deux premières dispositions, fig. 6 et 7, sont appliquées plus ou moins en Angleterre. La disposition de la figure 7 est préférable à celle de la fig. 6, attendu qu'avec cette dernière le coton n'est pas fourni aussi régulièrement par le cylindre cannelé X que par le hérisson de la fig. 7. Le bourrage de la carde par l'entraînement de petits paquets, est plus facile avec le premier

qu'avec le second appareil alimentaire, mais celui-ci paraît encore moins efficace que la disposition fig. 8, imaginée par un industriel alsacien, M. Loos. La fig. 8 montre une disposition analogue à celle de la fig. 7, mais offrant des modifications et des perfectionnements importants. Ainsi, on remarque : 1° dans la garde du chapeau *v* une ouverture O percée sur la hauteur d'une garde tangentielle du grand tambour à carde T, laquelle ouverture reçoit la partie principale des ordures et des corps étrangers qui viennent tomber dans l'espèce de récipient A, partie extérieure du chapeau placé sur le hérisson alimentaire X. Celui-ci est commandé d'une façon quelconque ; on remarque dans la figure une roue à rochet *r* imprimant la rotation continue de cet organe alimentaire qui peut avoir sans inconvénient des dimensions relativement considérables, quoiqu'il puisse alimenter la carde aussi près que possible. Avec ce dernier organe alimentaire surtout, on évite l'usage des cylindres à petit diamètre et les inconvénients qui y sont inhérents, tels que le défaut de rigidité, courbure d'un cylindre, production de barbes ou gigots, interruption dans le débit, détérioration des garnitures, nettoyage imparfait, etc..., aussi ce mode d'alimentation se propage-t-il de plus en plus. Quant à l'organe délivreur de la carde proprement dit, qui détache la nappe seule sous forme d'éventail pour la transformer en ruban, sa disposition ne varie pour ainsi dire pas, c'est toujours, comme nous le verrons dans la description suivante, un peigne ou lame de scie à mouvement de va-et-vient, détachant la nappe du dernier organe de la carde, d'où cette nappe se dirige entre des cylindres et un entonnoir moulant, pour ainsi dire, la matière sous forme de rubans. Ces rubans, malgré leur cohésion, ont besoin d'être réunis pour les transformations ultérieures. Le mode de réunissage ou de doublage a varié assez souvent depuis l'origine de la filature automatique du coton. Nous donnons après avoir décrit les divers systèmes de cardes, les principales dispositions par lesquelles on opère actuellement cette partie importante de la filature dite *réunissage*.

§ 2. — Machines à carder.

La carde est peut-être, de toutes les machines de la filature, la plus étudiée, sinon la plus efficace. Sa forme générale, les matériaux dont elle se compose, ses organes principaux, leur groupement, leurs vitesses relatives, l'exécution et l'application des garnitures, le mode d'entretien, etc., sont constamment l'objet de modifications plus ou moins perfectionnées. Vouloir examiner toutes les espèces serait un travail aussi fastidieux qu'inutile, car elles peuvent se résumer en un petit nombre de dispositions fondamentales, ayant chacune des raisons d'être et des cas spéciaux où elles s'emploient avantageusement. Les principaux systèmes ou genres de cardes sont : 1° la carde à chapeaux fixes, la plus anciennement en usage pour le coton ; 2° la carde à hérissons, où les cylindres de rotation garnis de rubans de carde tiennent les places des chapeaux fixes ; 3° la carde mixte à chapeaux et à hérissons ; 4° la carde à rubans multiples ; 5° la carde à chapeaux cylindriques d'un mouvement à peine sensible ; 6° les cardes avec addition d'un mécanisme débourreur.

Nous n'établissons pas de distinction entre les cardes simples et doubles qui ne diffèrent entre elles que parce qu'elles n'ont pas la même largeur, ni entre les cardes en gros et en fin qui ne se distinguent l'une de l'autre que par la finesse des garnitures et la vitesse des organes en mouvement.

§ 3. — Carde mixte, pl. X.

Les figures de la planche X représentent une carde mixte, à hérissons tournants et à chapeaux fixes ; c'est l'un des systèmes les plus employés et les plus efficaces ; il peut à lui seul servir à faire comprendre les trois premières variétés : la carde à chapeaux fixes, celle à hérissons et enfin celle formée par la combinaison des deux séries d'organes, dont elle a reçu le nom.

La figure 1 de la planche donne une coupe verticale et la figure 2 un plan horizontal vu par-dessus. Si on suppose à la place des cylindres cardeurs FG une continuation de chapeaux fixes, on aura une carde dite *à chapeaux;* si, au contraire, l'on substitue à ces derniers une nouvelle série de cylindres FG à garnitures d'aiguilles sur la demi-circonférence supérieure, on la transformera en une carde à hérissons. L'exposé suivant leur est par conséquent applicable, dans certaines limites, à toutes trois.

Les parties à distinguer dans cette carde sont : 1° l'appareil alimentaire; 2° le grand tambour; 3° un cylindre briseur placé entre les deux organes précédents et leur servant d'intermédiaire; 4° un certain nombre de paires de cylindres, un grand et un petit; 5° une série de chapeaux fixes; 6° un cylindre peigneur; 7° un peigne délivreur; 8° les rouleaux d'appel avec leur entonnoir-guide; 9° un pot tournant lentement pour recevoir le ruban cardé; 10° des cylindres débourseurs XX.

Description générale.

L'alimentation de cette carde a lieu comme on l'indique dans la figure, par un rouleau venant d'une réunisseuse ou par des pots d'un premier cardage. Dans les deux cas les organes alimentaires ne changent pas, ils sont soit des cylindres cannelés soit l'un des systèmes décrits précédemment, soit comme ici un hérisson D tournant dans une auge courbe; ce hérisson développe la nappe du rouleau E, la dirige sous le cylindre H, dit *briseur*, garni de dents de cardes; son nom lui vient d'un travail préparatoire de nettoyage de la masse qui se rend au grand tambour A. Celui-ci, en tournant, présente la couche de filaments dont il est garni au cylindre cardeur G, désigné sous le nom de *travailleur*. Il en est dépouillé par le petit hérisson F dit *dépouilleur*, *nettoyeur*, *coureur*, ou *hérisson*, dont les filaments retournent au grand tambour, mais à un point différent de celui d'où il a été enlevé, puisque le grand cylindre est animé d'un mouvement circulaire continu. Les fibres,

ainsi enlevées et restituées par le premier jeu de cylindres, sont de nouveau travaillées de la même manière par la seconde paire de hérissons. L'échange de la substance entre ces divers organes s'effectue en vertu de la direction relative des dents et des mouvements, conformément aux principes exposés précédemment. Remarquons en outre que ce cardage, sous l'influence de la force centrifuge développée par la rotation des organes tournants, facilite singulièrement l'entier nettoyage des filaments, mais il laisse à désirer sous le rapport de leur rangement et de leur parallélisme, attendu qu'ils sont en quelque sorte agités dans tous les sens; c'est pour arriver plus sûrement au second but (au parallélisme) qu'on a disposé les chapeaux fixes à la suite des hérissons. Ces chapeaux sont ordinairement garnis de dents de plus en plus fines et de plus en plus serrées, à partir du premier jusqu'au dernier; cependant, en adoptant quatre paires de cylindres tournants, au lieu de deux, la matière peut être assez épurée pour que les garnitures des chapeaux soient toutes du même numéro. La direction des dents des chapeaux en sens opposé à celle des dents du gros tambour n'est pas indiquée, le vide laissé entre le tambour et les douves marque leur place. Lorsque l'organe A travaille, il arrive donc aux chapeaux, constamment garni de fibres qui ont reçu un commencement de cardage par les hérissons antérieurs. La force centrifuge chasse ces filaments vers les chapeaux dont les dents en retiennent une partie, l'autre est reprise par les points suivants du tambour, dont le passage continu opère un échange continuel du premier au dernier chapeau. La couche de fibres, ainsi sillonnée par des aiguilles d'une direction mathématiquement régulière, est actionnée sur des points de plus en plus rapprochés. Les fibres qui la composent sont, à la sortie du dernier chapeau, plus ou moins droites et d'un parallélisme déjà remarquable. Le cylindre peigneur B s'approprie alors cette nappe; il l'enlève sur une garniture dont les aiguilles sont plus longues et plus droites que celles des autres organes, afin qu'elle s'engage plus facilement à l'extrémité libre des dents, d'où elle est détachée par le peigne oscillant *e*, à lame de scie

sous forme d'un ruban dans un entonnoir qui la livre aux cannelés délivreurs à mouvement uniforme *kk*, pendant qu'un reste de poussière, que le coton pourrait contenir encore, est secoué par l'action de ce peigne, auquel la poulie *r* transmet le mouvement de va-et-vient par une petite manivelle et une bielle. Enfin, à la sortie des rouleaux délivreurs *kk*, le ruban est dirigé dans un pot *o* et s'y range symétriquement, grâce à un léger mouvement de rotation de ce pot [1].

La couche, presque translucide, considérablement amincie et allongée, telle qu'elle sort de la carde, est surtout la conséquence des glissements obtenus par la différence des vitesses relatives des divers organes de la machine. La nappe détachée par le peigne, transformée en ruban *x* par l'entonnoir R, se dirige sur un couvercle, passe dans un cannelé-guide *y*, et arrive dans le pot tournant *o* après avoir traversé un canal incliné *z*. Vue sur une plus grande échelle : figure 4. Ce canal est pratiqué excentriquement dans un couvercle concentrique au récipient O. Les deux parties, pot et couvercle, reçoivent, chacun séparément, un mouvement de rotation autour de leur circonférence respective. Il s'ensuit que le ruban est distribué excentriquement dans le cylindre, suivant des courbes à rayons variables dont la figure 3 donne une section horizontale.

Cette disposition du ruban rend son développement, aux opérations ultérieures, aussi facile que possible, sans occasionner de déchets sensibles. Les figures 4, 5 et 6 sont des détails de la transmission de mouvement de ce pot. La figure 4 est une coupe verticale de la partie supérieure du couvercle donnant la direction inclinée du canal *z*. Le couvercle dans lequel ce canal est pratiqué reçoit son mouvement de rotation par une roue d'engrenage droite *d*, *d*, clavetée sur l'arbre vertical V (fig. 4 et 5). Cet arbre donne également le mouvement à la partie inférieure du cylindre *o* par des transmissions droites, la circonférence à rebord D de la base extérieurement denté recevant

[1] Les deux petits cylindres XX placés à la partie de la circonférence inférieure du briseur H sont destinés à le débourrer ; nous y reviendrons en parlant des mécanismes débourreurs.

son mouvement du pignon V′, actionné par quelques intermédiaires convenablement disposés pour arriver à la vitesse voulue du cylindre tournant et indiqué dans le tableau des règlements de la carde. La figure 6 donne une vue horizontale des transmissions.

Cet arbre vertical V, point de départ des diverses transmissions du pot et du ruban, est commandé lui-même par un pignon-cône *a* (fig. 1), placé sur l'arbre à une certaine hauteur, à peu près aux deux tiers à partir de sa base. Ce pignon *a* reçoit le mouvement d'une autre roue-cône mue par les commandes générales. L'on a indiqué l'ordre dans lequel les diverses transmissions sont en relation par des numéros, de 1 à 21 ; dans le plan, fig. 2, pl. X, 1 et 2 présentant les poulies motrices fixes et folles, on pourra faire les transmissions par engrenages; quant aux roues à lanterne *m*, commandées par des chaînes sans fin, elles sont destinées à faire mouvoir les cylindres G. Les dimensions et vitesses des organes de la carde, indiquées dans le tableau suivant, sans être absolues, serviront à expliquer les différents caractères de l'action de la carde.

§ 4. — Tableau des dimensions et des vitesses des organes de la carde, pl. X.

ORGANES.	Diamètres.	NOMBRE de tours à la minute.	VITESSES à la circonférence.
	m.		m.
Rouleau alimentaire E	0,151	0,20	0,094
Cylindre alimentaire D	0,058	0,700	0,105
Cylindre briseur H	0,223	280,00	193,200
Grand tambour A	1,200	120,00	453,160
Travailleurs ou grand hérisson G	0,153	12,00	6,000
Dépouilleurs, coureurs ou petit hérisson F	0,083	320,00	83,200
Tambour peigneur B	0,600	6,00	11,10
Peigne détacheur P	»	480,00	»
Rouleau d'appel K	0,032	90,00	9,00
Rouleau d'appel K	0,032	127,00	12,70
Pot tournant D	0,255	2,20	»
Poulies motrices, 1 et 2	0,380	»	»
Largeur de la carde	1,000	»	»

Conséquences résultant des mouvements relatifs des divers organes de la carde.

Les chiffres du tableau donnent les rapports des différents mouvements des organes dont les fonctions ont été déterminées en principe (§ 1). Ils indiquent qu'une longueur de $0^m,105$ fournie chaque minute à la carde se trouve tout d'abord étendue sur une surface de $193^m,200$, divisée en 280 couches successives embrassant la circonférence du cylindre briseur. Il en résulte une désagrégation ou division proportionnelle de la substance en passant de l'appareil alimentaire à l'organe H. L'action se continue de celui-ci au grand tambour A, avec une augmentation dans le rapport de leurs vitesses relatives; la surface cardante développée par ce dernier est de $453^m,160$. Après cette désagrégation, les fibres en partie nettoyées et échelonnées, sont condensées de nouveau et ramenées à une surface de 6 mètres développés par le premier travailleur; cette couche reformée est désagrégée à son tour par le premier coureur F qui prend la substance au travailleur G, afin de la restituer au grand tambour avec une vitesse représentée par un développement de $83^m,200$. Ces actions réciproques ont lieu identiquement, autant de fois qu'il y a de paires de travailleurs et de nettoyeurs. Ils ne sont qu'au nombre de deux dans la carte de la planche X, mais on en adapte souvent quatre pour multiplier davantage encore l'action et arriver à une épuration plus complète.

L'organe principal, le tambour A, se présente aux chapeaux garni d'une couche de filaments assez nets au point de vue du nettoyage, mais laissant à désirer sous le rapport du rangement et du parallélisme, plus particulièrement réalisés par leur passage entre les aiguilles fixes des chapeaux, auxquelles le grand tambour les livre par l'action de sa force centrifuge, et les reprend par celle du contact de ses propres aiguilles avec les extrémités flottantes des filaments. L'organe principal arrive ainsi chargé de la substance préparée en présence du cylindre-

peigneur ou détacheur B. La direction des aiguilles et du mouvement de celui-ci lui permet de s'approprier la couche cardée, avec une vitesse ralentie de 11 mètres environ; la couche sur sa périphérie se trouve par conséquent formée sous une épaisseur suffisante pour être détachée d'une façon continue. Le peigne à mouvement circulaire de va-et-vient produit ce détachement de la manière la plus complète, grâce à la rapidité de son action. La nappe qu'il extrait vient se condenser dans un entonnoir, elle est dirigée sous forme de ruban entre les rouleaux d'appel, en fournissant une longueur de $12^{m},70$. Ainsi, la longueur de 105 millimètres, après avoir été échelonnée successivement jusqu'à fournir un développement de $453^{m},16$, a été ramenée à une longueur finale de $12^{m},70$ représentant encore un étirage de cent vingt fois la longueur initiale.

§ 5. — Considérations sur l'alimentation de la carde.

Pour des vitesses déterminées de la machine, la désagrégation sera d'autant plus complète, que la quantité passée dans l'unité de temps sera moindre; et pour un poids constant, l'action sera proportionnelle aux vitesses des cylindres cardeurs. Ces vitesses devant être comprises dans une certaine limite conformément aux principes énoncés (§ 1), on peut admettre que le degré de perfection obtenu est proportionnel à la vitesse des organes et en raison inverse de la quantité de substance fournie dans l'unité de temps. Il est important de ne pas perdre cette considération de vue, afin de ne pas outrer les charges sur la toile sans fin, dans le but d'obtenir un rendement plus fort au détriment de la qualité du travail.

On peut souvent appliquer aux machines l'adage si connu, que l'on ne vit pas de ce que l'on mange, mais de ce que l'on digère. Il ne suffit pas en effet de les bourrer le plus possible pour en obtenir un bon résultat. L'alimentation de la carde doit d'ailleurs varier en raison des caractères des substances et de leur degré de préparation préalable. Naguère encore, lors-

qu'on opérait exclusivement d'après des errements que nous pourrions appeler ceux de l'*école française*, l'alimentation était bien moindre de ce qu'elle est devenue depuis les progrès de ces dernières années et les nécessités récentes d'augmenter les productions. On appliquait alors les règles suivantes, et le poids de coton pour 1 mètre courant de toile sans fin était :

Pour des fils du n° 20 à 50 obtenus avec des cotons du Levant, de Souboujac, de Macédoine, etc.	175	grammes.
Pour du n° 30 à 50 en coton Louisiane, Géorgie, courte-soie Caroline	156	—
Pour du n° 50 à 70 en coton Louisiane, Géorgie, courte-soie Caroline et Castellamare	132	—
Pour du n° 50 à 90, Fernambouc, Baïa, Bourbon, Martinique	95	—
Pour du n° 70 à 90, Jumel, Géorgie, longue-soie	80	—

C'est-à-dire que le poids et la production sont en raison inverse de la longueur des fibres et des finesses des fils à produire. Il est d'ailleurs bon de faire remarquer que le cardage n'est souvent qu'une préparation du peignage.

On peut néanmoins opérer sur une alimentation constante, en modifiant les rapports des vitesses entre les divers organes, entre les alimentaires, le grand et le petit tambour. Ainsi, au lieu de faire varier les poids sur la toile sans fin conformément aux indications qui précèdent, on alimente alors toujours avec la même quantité, et l'on fait varier les vitesses dans les rapports suivants :

1er cas,	vitesse de l'alimentaire	1,	du gros tambour	121,	du petit	5.
2e	*id*	1,	*id*	99,	*id*	4,5.
3e	*id*	1,	*id*	81,	*id*	4,25.
4e et 5e	*id*	1,	*id*	68, 67	*id*	3,75.

Ces modifications s'obtiennent par le changement du pignon placé sur l'axe du grand tambour, dont le nombre de dents sera successivement de 18, 20, 22 et 24.

Avec les quantités d'alimentation et les vitesses qui viennent d'être indiquées, la production est faible, le matériel considé-

rable et le prix de revient du travail trop élevé. Pour arriver à augmenter le rendement de la carde sans trop nuire à la perfection du résultat, on a amélioré les préparations préalables et augmenté les vitesses relatives, comme le démontrent les chiffres du tableau. Mais ces dernières modifications ne sont possibles qu'à la condition de faire précéder les chapeaux fixes de hérissons cardeurs et nettoyeurs, et surtout en maintenant les garnitures dans un parfait état d'entretien, par les moyens automatiques décrits plus loin.

Ces diverses modifications ont permis d'augmenter les rendements de la carde dans une proportion notable.

§ 6. — Production de la carde.

La carde rend évidemment dans l'unité de temps, un poids représenté par la surface de la nappe, divisée par la quantité d'étirage inscrit dans le tableau : si donc on a une surface de 1 mètre carré, 600 grammes de matière, un étirage de $12^{m},70$ et l'alimentation de 0,105, le produit théorique sera $\frac{600}{12,70} \times 0,105 = 0,04945$ ou $35^{k},50$ par jour; dont il faut défalquer le déchet variant de 6,5 à 9 pour 100, suivant l'espèce de coton; au lieu de $35^{k},60$ le rendement sera de 32,40 à 33,29, suivant la qualité de la matière cardée. Cette production pourrait augmenter avec l'accélération de vitesse des organes, mais alors on serait exposé à des déchets plus considérables que le maximum indiqué ci-dessus, et la perfection du produit, si difficile à obtenir, pourrait également en souffrir. Pour que le résultat soit convenable il faut, en outre des conditions signalées plus haut, avoir égard aux points auxiliaires dont il va être question.

Des garnitures et de leurs numéros. — Nous avons déjà dit que la surface flexible dans laquelle les aiguilles des cardes sont *boutées*, peut être en cuir, en toile ou en caoutchouc. Cette dernière substance tend à remplacer la première, naguère encore la plus usitée, et qui a l'inconvénient de se couper;

une égale épaisseur et un certain degré d'élasticité lui font préférer le caoutchouc. Mais les garnitures de ce genre pour offrir les avantages cherchés ont besoin d'attention particulière dans leur fixage, leur aiguisage et leur réglage, il est donc bon d'en dire quelques mots. Les garnitures en caoutchouc demandent à être placées dans un endroit chaud pendant quelques jours avant leur emploi; quand on les pose il faut les tendre autant que possible, sinon les dents cèdent à la moindre pression, travaillent mal et sont toujours mal aiguisées parce qu'elles subissent la pression de la pierre d'émeri.

Il est bon en outre, lorsqu'une carde est garnie, pour égaliser la hauteur de toutes les aiguilles, de la faire marcher en sens inverse de la direction de ses dents en appuyant dessus très-légèrement une planche de bois tendre de façon que par les vibrations toutes les dents prennent leurs places normales. La carde ainsi disposée, quel que soit d'ailleurs le système employé, on procède à l'aiguisage par l'un des moyens décrits plus loin dans un paragraphe spécial. Nous compléterons celui-ci par la désignation des numéros des fils métalliques et des réductions des aiguilles des garnitures.

Les garnitures, plaques ou rubans, portent des numéros en rapport avec les finesses et le nombre des aiguilles par unité de surface, croissant en raison de l'élévation du numéro; les titres les plus courants des aiguilles de ces garnitures sont les numéros 18, 24, 26, 28, contenant par décimètre carré depuis 2,600 jusqu'à 4,600 aiguilles, conformément aux réductions suivantes :

N° 18	contient	par centimètre carré	26	aiguilles.
20	—		30	—
22	—		37	—
24	—		42	—
26	—		46	—
28	—		50	—

Dans le système dit *à chapeau*, la garniture des gros et petits tambours est en numéro 24, et celle des chapeaux va en augmentant du premier jusqu'au dernier; c'est-à-dire que les pre-

miers qui reçoivent le coton du gros tambour sont en numéro 18, et les derniers en numéro 24.

Lorsqu'on carde deux fois, la garniture du numéro 24 est remplacée par celle du numéro 26. La garniture 18 reste invariable pour les mêmes organes des deux cardes.

Cette progression dans les numéros des garnitures est également observée dans les cardes à hérissons, dont la finesse et le nombre des aiguilles vont en augmentant du premier jusqu'au dernier hérisson.

Dans les cardes mixtes, tous les chapeaux pouvant être considérés comme des organes finisseurs, et les hérissons qui les précèdent comme remplissant les fonctions de la carde en gros, on se borne à faire seulement la différence précédemment indiquée (§ 1) entre la garniture des différentes espèces d'organes.

La durée des garnitures, également bonnes et bien appliquées, peut varier considérablement suivant les soins dont elles sont l'objet et la nature des matières qui leur sont soumises. La durée moyenne, pour le cardage ordinaire des cotons écrus, est de quatre à cinq ans; elle est à peine de quinze mois lorsqu'elles cardent des cotons teints qui les fatiguent considérablement.

§ 7. — Combinaisons diverses des organes de la carde.

Les fonctions des chapeaux et des hérissons ont été suffisamment spécifiées dans ce qui précède, pour que l'on puisse apprécier *a priori* les avantages et les inconvénients d'une carde, à laquelle concourt exclusivement l'une ou l'autre de ces sortes d'organes. Le travail de la carde à chapeaux est nécessairement lent, et comme l'action de l'étirage et du *parallélisage* prédomine sensiblement sur celle du nettoyage, les fibres ont besoin d'être préalablement soumises à une préparation particulièrement soignée. La carde à chapeaux, telle qu'elle a été presque exclusivement employée pendant long-

temps, et telle qu'on la retrouve encore dans les ateliers établis depuis plus de huit ou dix ans, est donc une excellente machine, à la condition qu'on l'alimentera avec une substance dans un état de pureté presque parfait, que l'on pourra se contenter d'un rendement relativement faible, et qu'enfin on aura le soin de nettoyer, de débourrer les chapeaux d'une façon constante et le grand tambour le plus souvent possible pour les débarrasser des impuretés et de la bourre dont ils sont le réceptacle forcé ; sans ce soin indispensable, l'action des surfaces cardantes serait bientôt neutralisée et le produit imparfaitement préparé.

Lorsqu'aux chapeaux fixes on substitue entièrement les hérissons, l'inconvénient du bourrage des organes s'amoindrit sensiblement ; la rotation les dégageant, le départ des corps étrangers et, par conséquent, le nettoyage, se font facilement. Mais l'action du dressage, et surtout du *parallélisage*, laisse à désirer. La carde mixte qui vient d'être analysée, a donc l'avantage de combiner les bons effets des deux systèmes ; pendant la première période du travail, ce sont les hérissons, et dans la dernière les chapeaux qui opèrent ; l'on peut ainsi réunir le résultat des deux systèmes, si le nombre des éléments, hérissons et chapeaux est convenablement combiné. La fig. 3, pl. IX, et les fig. 1 et 2 de la pl. X donnent : la première, le principe, et les autres la carde complète précédemment analysée ; cette disposition est convenable pour de bons cotons ordinaires d'Amérique bien préparés ; mais pour des cotons de l'Inde, par exemple, si difficiles à nettoyer, qu'on ne peut presque pas débarrasser des boutons qui y adhèrent, il vaut mieux augmenter le nombre de paires des hérissons, les porter à quatre, et diminuer celui des chapeaux de quatorze à douze, par exemple. Il est bon également de diminuer d'un quart environ l'épaisseur de la nappe d'alimentation que l'on donne à de bons cotons courts. Remarquons que cette combinaison des hérissons et des chapeaux est loin d'être nouvelle en principe ; une des plus anciennes filatures de France, celle d'Ourscamp, avait des machines à carder ainsi disposées, si ce n'est que les

hérissons n'étaient pas recouverts comme dans les cardes actuelles. Il est probable que l'on avait renoncé à cette disposition plutôt parce que l'on attribuait à un vice du système quelques imperfections dans les résultats provenant d'un défaut dans l'exécution ou le réglage des organes. Le réglage, en effet, doit être exécuté avec un grand soin, de façon à réaliser avec une précision parfaite les conditions indiquées précédemment. On est parvenu aujourd'hui à une exécution si précise, que les cardes entièrement à hérissons marchent assez bien pour pouvoir être exclusivement employées pour le cardage destiné aux numéros bas; c'est du moins là le système généralement préféré, au point de vue de l'économie, surtout en Angleterre. La carde mixte, tout en produisant un peu moins, paraît cependant préférable, surtout pour la préparation des cotons destinés aux numéros moyens jusqu'au n° 50, parce que ses résultats sont plus parfaits. Ils sont en général assez satisfaisants, lorsque l'outillage est en bon état, pour qu'un seul cardage suffise; on paraît renoncer presque généralement au double cardage, non-seulement par économie, mais surtout parce que la prolongation de l'action des aiguilles, lorsque le travail a atteint une certaine limite, est plus fâcheuse qu'utile. Cette remarque est surtout vraie pour le coton de l'Inde, dont on poursuit en vain parfois le cardage outre mesure, dans l'espoir d'enlever des boutons microscopiques et des débris de feuilles sèches qui s'attachent si intimement aux fibres qu'ils y restent. Les fils en conservent souvent des traces et permettent de reconnaître à première vue, la matière première qui les compose. Cependant le nombre des cardages varie presque toujours avec l'assortiment en raison des qualités et finesses des fils à produire. (Voir chap. XIX.)

§ 8. — Carde mixte de M. Peynaud.

M. Peynaud père avait imaginé, en 1852, une carde que nous avons vue fonctionner et qui mérite d'être signalée

sous le rapport de sa simplicité et de ses bons résultats. C'est une carde mixte à trois paires de hérissons, c'est-à-dire trois paires de travailleurs et de débourreurs. Le grand tambour, de $0^m,70$ de diamètre seulement, décrit un chemin de 351 mètres à la minute, celui du petit est de 16 mètres. Cette carde produit un rendement considérable, d'un produit qu'on dit excellent, sans que la machine soit plus fatiguée qu'à l'ordinaire. Ces résultats sont principalement attribués au parfait état dans lequel sont maintenues les garnitures du gros cylindre par un hérisson débourreur, placé à la partie inférieure de cet organe.

§ 9. — Carde à double ruban.

M. Risler qui s'est s'occupé avec tant de persévérance et de succès de la préparation des matières textiles, a imaginé une carde à hérissons à double alimentation et à double ruban, dont le mode d'opérer participe par conséquent de l'épurateur et de la carde ordinaire, en évitant les inconvénients signalés d'une trop forte alimentation. Au lieu des quatre nappes d'alimentation de l'épurateur, cette carde n'en a que deux, l'une sort à l'état de matière préparée dans les conditions d'un cardage ordinaire, l'autre, à l'état de cardage en fin ; les deux produits peuvent être réunis en un seul ruban ou séparés à volonté. La préparation combinée donne une qualité moyenne ; séparée, elle fournit deux qualités plus tranchées. Dans le premier cas, et en supposant la carde alimentée par les nappes directes du batteur, l'un des cardages est propre à concourir à des fils du n° 10 au n° 25, l'autre du n° 25 au n° 40 ; dans le second cas, du n° 25 au n° 30. Si l'on voulait s'en servir comme d'une carde en fin ordinaire, et l'alimenter, par conséquent, avec un rouleau du premier cardage, le premier produit serait propre à des n^{os} 30 à 50 et le second à des n^{os} 40 à 60. Outre l'avantage ci-dessus signalé, offert par cette disposition, il

peut y en avoir, dans certains cas, à diviser les qualités et à fractionner la masse. Comme la carde en question est d'ailleurs très-simple dans sa disposition, nous nous bornons à en donner une coupe verticale, fig. 1, pl. XI.

Deux appareils alimentaires, formés chacun d'une double paire de cylindres cannelés C, B, reçoivent les rubans des rouleaux placés en avant comme à l'ordinaire, au-dessus des deux cylindres développeurs D, D. Ces deux systèmes d'alimentation fournissent directement le coton au grand tambour T, muni d'une grille g à sa partie inférieure; à la demi-circonférence supérieure de celui-ci sont placés les cylindres hérissons E, E′, F, F′ O, H, H′ : ce sont des espèces de chapeaux tournants convenablement emboîtés. A leur suite sont disposés deux peigneurs d'égale dimension, dont deux peignes P, P, à mouvement de va-et-vient, détachent deux nappes R, qui se rendent entre deux rouleaux délivreurs r, r, après avoir passé chacun dans un entonnoir, pour se réunir dans un même pot, O, ou être reçus séparément dans deux récipients tournants. Les noms de chacun de ces organes suffisent pour se rendre compte de leurs fonctions ; leurs dimensions et leurs vitesses sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau des dimensions et des vitesses de la carde à double alimentation et à deux peigneurs.

ORGANES.	Diamètres.	NOMBRE de tours à la minute.	VITESSES à la circonférence.	OBSERVATIONS.
	m.		m.	
Rouleau alimentaire D.	0,15	0,16	0,07	* L'étirage de 0m,07 à 0m,14 n'a pour but que d'assurer le dressage des fib., et d'empêcher l'accumulat. de la matière entre les cannelés.
Cannelés C	0,032	0,70	0,07 *	
Cannelés B	0,032	1,40	0,14	
Grand tambour. . . .	1,00	150,00	471,00	
Chapeaux FF′. . . .	0,15	0,50 par h.	La rotation lente de ces chapeaux cylindriques n'a lieu que pour présenter les parties embourrées à l'action du débourrage.	
— FF′. . . .	0,15	0,65		
— G.	0,15	0,85		
— H et H′. .	»	1,00		
Peigneur A.	0,40	4,90	6,154	

Le réglage des autres éléments, l'étirage et la production, reste ce qu'il est d'ordinaire; on le trouve dans les tableaux concernant la carde mixte (§ 4).

§ 10. — Conséquences de la rencontre des organes de révolution des cardes.

S'il est vrai que, malgré tous les soins apportés à l'exécution et à l'entretien des garnitures, il est impossible d'éviter certaines imperfections, telles que les bavures microscopiques par exemple, et que celles-ci à leur tour sont l'origine d'un cardage imparfait, il faut au moins chercher à atténuer ces inconvénients. Or, il est évident que si une ou plusieurs dents travaillent mal, il faut, autant que possible, que ces aiguilles imparfaites ne multiplient pas leur action aux mêmes points sur la même masse plus ou moins considérable des fibres. L'opération du cardage se résumant dans le fractionnement et dans la désagrégation progressive des couches, par les moyens déjà décrits, les filaments, toutes choses égales d'ailleurs, seront d'autant plus fatigués, que l'action des aiguilles aura été plus multipliée, c'est-à-dire qu'elles passent un plus grand nombre de fois dans la même couche ou que leur vitesse est plus grande. Si toutes les aiguilles étaient toujours en parfait état, il suffirait de bien régler l'opération pour arriver à un résultat au moins convenable. Mais si, comme cela est malheureusement inévitable, les pointes des garnitures présentent certains défauts déjà signalés, le seul moyen d'atténuer leur fâcheuse action est d'ordonner la marche des organes de façon que les aiguilles détériorées agissent le moins possible sur les mêmes points.

Pour rendre notre pensée d'une façon plus complète, supposons deux hérissons cardeurs de même diamètre et de même vitesse angulaire, tournant en sens opposé, pour agir sur une nappe de fibres dont on les aurait alimentés, et supposons encore une zone plus ou moins grande de la garniture, abîmée

d'une façon quelconque. Si ces points viennent se présenter plusieurs fois à la même partie de filaments, au lieu de les épurer et de les préparer convenablement, ils les détériorent. Si, au lieu de deux hérissons de même diamètre et d'une égale vitesse, leurs dimensions, vitesses et développements sont tels que les chiffres représentant ces quantités pour le grand soient exactement divisibles par ceux du petit, les inconvénients resteront encore les mêmes. Ils seront, au contraire, bien moins sensibles si la vitesse de la circonférence est représentée par un nombre premier. Il sera toujours facile de satisfaire à cette condition pour le développement du grand tambour. La vitesse à laquelle on le fait généralement tourner aujourd'hui produit de 450 à 500 mètres. Et 401, 409, 419, 421, 431, 433, 439, 443, 449, 457, 461, 467, 479, 487, 491, 499, etc., sont des nombres premiers. Or, $2 \pi rn$ représente ce développement, dans lequel r égale le rayon, n le nombre de tours à la minute; il sera donc facile, en déterminant l'un ou l'autre à volonté, de résoudre la question de façon que le produit de $2 \pi rn$ soit un nombre premier. Dans les cardes sans hérissons et à chapeaux fixes, lors même que le développement du grand tambour est un nombre premier, il est impossible d'éviter de multiplier les points de rencontre, puisqu'ils résultent de la rotation d'un corps contre une surface immobile. C'est là une des causes principales pour lesquelles les fibres sont en général plus fatiguées par le travail de la carde à chapeaux que par celui des autres systèmes, et surtout que par celui à hérissons, qui a l'inconvénient de ne pas pouvoir ranger les filaments et de faire des rubans d'inégale grosseur; c'est pour atténuer ces défauts, et profiter autant que faire se peut des avantages des deux modes déjà cités, que l'on a imaginé la carde mixte. La préférence donnée à cette dernière se justifie donc par des considérations diverses.

§ 11. — Cardage double.

Deux passages successifs du coton aux cardes deviennent, ainsi que nous l'avons vu, de plus en plus rares, à cause de l'augmentation de la dépense, et surtout de la fatigue que l'opération fait éprouver aux fibres. Cependant, lorsque la préparation est destinée à des fils d'une certaine finesse, dépassant par exemple le n° 30, et pour des produits dont la pureté passe avant la ténacité, comme pour les fils de trame, on carde encore deux fois; le premier passage est dit *cardage en gros* et le deuxième *cardage en fin*. Les vitesses imprimées alors aux organes varient un peu pour les deux cardes. Elles sont naturellement plus élevées pour la première que pour la seconde, puisque cette dernière a besoin de développer moins de force centrifuge, sur des filaments déjà épurés, que celle qui commence le nettoyage. L'étirage est également supérieur dans la première, les garnitures de la seconde sont au contraire deux numéros plus élevés. Voici, d'ailleurs, les limites dans lesquelles sont comprises les vitesses de ces deux cardes :

	Diamètre.	Nombre de tours à la minute.
Grand tambour	0m,95	137,50 à 124,30
Petit tambour	0 ,32	4,53 à 4,35
1er cylindre alimentaire	0 ,032	1,24 à 1,11
2e cylindre alimentaire	0 ,032	1,84 à 0,87
Rouleau d'appel	0 ,061	27,00 à 26,10

Les numéros des garnitures sont : 18 et 24 pour la carde en gros, 18 et 26 pour celle en fin.

En effectuant les calculs des étirages conformément aux exemples précédemment donnés, on trouve un étirage de 82,24 pour le premier cardage, et de 59 à 60 pour le second.

Avec ce système, où la vitesse à la circonférence du grand tambour de la première est de 405m,62 et celle de la seconde de 366m,68 seulement, pour faire moins de bourre dans les chapeaux, moins de déchet, et ménager la matière, la produc-

tion pratique de chacune de ces cardes atteint, au maximum 25 kilogrammes en douze heures de travail.

Excepté le cas que nous venons de signaler, on se contente rarement aujourd'hui d'une semblable production, elle est cependant la moyenne pour des établissements qui n'ont pas dix années d'existence; mais pour des filatures montées d'après le système mixte, 35 à 40 kilogrammes sont les productions moyennes ainsi qu'il résulte du paragraphe 5.

§ 12. — Débourrage automatique.

Il suffit d'avoir suivi le mode d'action d'une carde quelconque, pour comprendre que le nettoyage des garnitures, leur débourrage ou enlèvement de la bourre qui se fixe dans ces milliers d'aiguilles, doit être placé au nombre des soins les plus impérieux pour maintenir la machine en bon fonctionnement. Les aiguilles des chapeaux surtout, ne pouvant donner aucune issue aux corps étrangers, ou petites fibrilles qui se dégagent dans le travail et se fixent à leurs racines, ont besoin d'être nettoyées si souvent, qu'une personne est spécialement préposée à ce soin. La netteté des garnitures des cylindres tournants n'est pas moins indispensable, mais la force centrifuge développée par leur rotation en dégage une partie des impuretés, et leur débourrage à fond n'a pas besoin d'être pratiqué aussi fréquemment. Cependant on s'est parfaitement trouvé d'appliquer, depuis quelque temps, des hérissons débourreurs supplémentaires (on l'a vu pour la carde Peynaud, § 8), à la partie inférieure du grand tambour, semblables aux hérissons XX, placés sous le briseur H, fig. 1, pl. X, et dont la fonction consiste dans le nettoyage du cylindre cardeur. Le gros tambour, à cause de sa forme et de sa surface étendue, s'encrasse moins et peut être également débourré, en partie du moins, par un hérisson. Il suffit, pour le nettoyer complétement, de l'arrêter deux ou trois fois par jour pour du coton d'Amérique, mais le coton des Indes exige de six à huit dé-

bourrages. Afin d'éviter ces arrêts et de maintenir la surface cardante de cet agent fondamental en parfait état, MM. Higgins ont à leur tour imaginé un mécanisme des plus simples, des plus ingénieux et des plus efficaces, qui se propage chaque jour. Il consiste dans la disposition d'un cylindre hérisson cardeur à la partie inférieure du gros tambour. Ce hérisson a une double fonction, il doit agir comme travailleur et nettoyeur; à cet effet, son mouvement change alternativement de sens et de vitesse angulaire; lorsque sa vitesse est plus grande que celle du gros tambour, et que la rotation s'effectue dans la direction voulue, ce cylindre se trouve entièrement débarrassé de ses fibres sur la surface en contact avec le hérisson. Dans le cas contraire, lorsque la vitesse du petit cylindre est moindre, c'est le gros tambour qui reprend les fibres en les travaillant.

Ces changements de mouvements du hérisson sont obtenus par le déplacement automatique d'une courroie de commande, sur deux cônes disposés en sens inverse dont l'un est calé sur l'axe du hérisson. La commande est celle généralement en usage pour obtenir un mouvement différentiel. L'application spéciale que les auteurs en ont faite à une carde déjà munie d'un mécanisme débourreur des chapeaux rend le travail de l'entretien complétement automatique; il en résulte un produit et un rendement avantageux.

§ 13. — Débourrage des chapeaux fixes.

La difficulté et l'importance du problème du débourrage consistent surtout dans l'épuration complète et parfaite de la garniture des chapeaux par des moyens automatiques simples. Compliqués, ils deviennent trop coûteux et fonctionnent rarement avec toute la régularité désirable. La solution de ce problème présente surtout de l'intérêt au point de vue de la perfection du cardage qui reste constante avec les outils en bon état. Le résultat devient médiocre ou mauvais dès que les surfaces cardantes sont plus ou moins obstruées; mais le trouble

apporté à l'état hygiénique par la dissémination des poussières dans l'air est atténuée aujourd'hui par la ventilation des ateliers. Le prix de revient du débourrage représente le douzième d'un homme par carde, un seul ouvrier suffisant à l'entretien de cent vingt chapeaux formant en moyenne douze cardes.

Les premiers mécanismes débourreurs remontent à plus de cinquante ans. Depuis, le problème n'a pas été abandonné et l'on a proposé plusieurs systèmes qui sont actuellement en présence. Ce n'est que depuis quelques années que l'industrie applique certains de ces mécanismes d'une façon continue et pratique. Ils peuvent se résumer en trois catégories fondamentales : 1° les débourreurs, agissant sur les chapeaux de la carde sans rien changer aux organes de celle-ci, et caractérisés par l'addition des moyens automatiques remplissant exactement les fonctions de la main, c'est-à-dire enlevant, au moment voulu, le chapeau à débourrer pour le faire passer sur une surface garnie d'aiguilles, le replacer, avancer pour reprendre un nouveau chapeau et opérer sur celui-ci comme sur le premier; ainsi de suite sur la série complète des chapeaux fixes; 2° les appareils dans lesquels un mécanisme nouveau est substitué à la garniture ordinaire formée par les chapeaux fixes; 3° les débourreurs automatiques, composés de chapeaux modifiés dans leur forme.

Le premier système, celui qui agit sur la carde telle qu'elle existe au moyen d'un mécanisme additionnel, est le plus ancien. M. Bodmer d'abord, en 1824, M. Dannery ensuite, en 1844, ont envisagé le problème de la même manière. La solution pratique est due à ce dernier inventeur, son appareil étant appliqué depuis un grand nombre d'années. Les résultats obtenus par cet habile directeur de filature ayant été assez efficaces pour que l'Académie des sciences lui ait décerné l'un de ses prix pour une amélioration apportée aux arts insalubres, nous avons pensé que nous devions donner son invention dans son ensemble et ses détails.

§ 14. — Carde débourreuse Dannery, pl. XII.

La figure 1 est une vue de profil de l'un des côtés de la carde munie du mécanisme débourreur.

La figure 2 la représente suivant un plan vertical passant parallèlement aux génératrices du grand tambour.

Les figures 3 à 11 donnent divers détails du mécanisme débourreur. Ce mécanisme remplit les fonctions suivantes :

1° Il soulève successivement chacun des chapeaux à des périodes déterminées, éloigne ces chapeaux des garnitures du grand tambour, dans la direction du rayon de celui-ci qui passerait par le milieu du chapeau actionné.

2° Il fait passer, sous la garniture du chapeau soulevé, une surface débourreuse qui opère dans un sens sur tous les chapeaux pairs, et sur les chapeaux impairs en sens opposé. C'est ainsi que tous se trouvent débourrés dans une allée et une venue.

3° Arrivé à l'extrémité de sa course, le mécanisme revient spontanément et automatiquement à sa position initiale.

Point de départ du mouvement. — Sur l'arbre du grand tambour se trouve une petite poulie l commandant par une corde en croix la poulie l' (fig. 5) recevant une rotation en sens contraire. Une disposition particulière les rend alternativement fixes et folles sur leur axe commun. Evidées à leur intérieur comme l'indique la coupe horizontale (fig. 7), elles renferment un manchon cylindrique, denté sur les deux bases opposées, et fixé sur l'axe de manière à pouvoir y glisser sur sa longueur. Le moyeu de ces poulies est lui-même dentelé comme le manchon, de sorte que celui-ci embrayé avec l'une, l'entraîne dans sa rotation et par suite l'axe et le pignon droit fixé à son extrémité ; l'autre poulie devient libre pendant ce temps et ne fait que tourner en sens contraire de la première sans produire d'action.

Or, ce pignon engrène avec la roue droite K (fig. 1), et lui

transmet un mouvement de rotation très-lent qui a pour objet de faire marcher les divers organes principaux du mécanisme.

L'axe o^1 de cette roue (fig. 10 et 11) est porté par un support de fonte, J^1 J^2, prolongé en col de cygne jusqu'à la partie supérieure de la carde et mobile avec tout le système autour de l'arbre du tambour. Pour que le mouvement se répète bien exactement des deux côtés, une roue K^1, engrenant avec la première, porte un arbre qui reçoit à l'autre bout une roue semblable (fig. 2), engrenant avec une seconde roue K du même diamètre que la première, et portée comme elle par un support analogue j^1 j^2, mobile également sur l'arbre du tambour et relié par sa partie supérieure avec le premier par une traverse en fonte y (fig. 2 et 6). Ces supports ont chacun une branche inférieure J qui est munie d'un contre-poids à lentille retenu à la place convenable par une vis de pression.

Les deux roues K portent chacune, vers leur circonférence dentée, un petit galet cylindrique, qui, au moment où il passe au-dessus de leur centre, soulève les cintres de fonte M (fig. 3, 5 et 9), auxquels sont attachées les tiges verticales p et avec eux, par suite, le chapeau de garde D. Tant que les galets sont en contact avec la surface intérieure de ces cintres, il est évident que le chapeau reste soulevé; c'est pendant ce temps que son nettoyage doit s'effectuer. A cet effet, sur la seconde roue K, l'auteur a ménagé une rainure courbe (fig. 4), dans laquelle se promène un galet qui fait partie d'une bride ou patte en fer à coulisse qui, du côté opposé à la face apparente, forme crémaillère droite, engrenant avec le pignon u (fig. 2). L'axe de celui-ci se prolonge sur toute la largeur de la machine, afin de porter deux autres crémaillères v couchées horizontalement

Ces crémaillères sont solidaires avec le débourreur destiné à effectuer le nettoyage, et qui pour cela est armé de rubans de carde dont les dents sont inclinées en sens contraire de celles des chapeaux. On peut aisément comprendre que, suivant la forme donnée à la rainure excentrique, qui se compose de deux portions circulaires et concentriques à l'axe de la roue,

et de deux portions courbes qui raccordent les premières, le galet, et par suite les pignons et les crémaillères, resteront en repos pendant un certain temps, puis se remettront en marche, et ainsi de suite.

Or, quand le chapeau est soulevé, comme nous l'avons supposé sur le dessin, le débourreur doit marcher, par conséquent, les pignons et les crémaillères agissent; dès que le nettoyage est effectué, le chapeau doit commencer à redescendre, et alors le débourreur et les pièces qui le font agir doivent s'arrêter, ce qui a lieu naturellement par la rotation continue des roues K. Des ressorts à boudin p' (fig. 2) tendent à presser sur les chapeaux pour que le mouvement de tension ne s'opère pas trop rapidement; les tiges de ces ressorts se terminent par de petits galets r qui ne laissent aucune empreinte. Mais lorsque ce changement a lieu, c'est-à-dire que le chapeau descend, il faut nécessairement que tout le mécanisme change de place, afin d'aller chercher un autre chapeau, le soulever comme le précédent et le débourrer de même. Ce résultat est obtenu par l'application d'une espèce de pignon à deux dents o (fig. 8), fixé sur l'axe de la première roue K, et qui engrène de temps à autre avec la denture z d'un croissant fixe en fonte L, rapporté et vissé sur la face extérieure de la carde. Il est facile de concevoir que lorsque ce pignon tourne, entraîné par la rotation de la roue K, et tant que l'une ou l'autre de ses dents ne sont pas en contact avec celles du croissant, le mécanisme est immobile, la roue et tout le système qui la porte ne changent pas de position; mais dès qu'une dent commence à s'engager entre deux dents consécutives du croissant, de ce que celui-ci est fixe, le pignon est nécessairement forcé de marcher et d'entraîner avec lui les roues, son support et tout ce qui en dépend; il en résulte que tout le système se transporte en pivotant autour du centre commun A.

Si le pignon ne portait qu'une seule dent, il est évident que le mécanisme ne marcherait alors que d'une quantité égale à la graduation du croissant, c'est-à-dire d'une quantité correspondante à l'espace qui existe d'un chapeau à l'autre; mais

comme il en porte deux, la seconde dent suivante, s'engageant à son tour dans deux autres dents du croissant, force le pignon, la roue et tout le mécanisme à continuer leur marche; de sorte qu'ils se transportent réellement à une distance déterminée par la largeur des deux chapeaux.

De cette façon, une moitié des chapeaux est nettoyée en faisant marcher ce mécanisme dans un sens, et une seconde moitié quand il revient sur lui-même. Pour obtenir le résultat avec plus de certitude, on applique d'une part, contre le pignon o un disque o' de même épaisseur que lui, et servant à guider le système lorsque la dent de ce pignon est en prise avec celles du croissant, en restant pour cela en contact avec les portions circulaires évidées de celui-ci, et de l'autre, à la face opposée de la carde un disque analogue porté par l'axe de la seconde roue K, et mis en contact avec les parties circulaires et également évidées d'un second croissant fixe L, qui ne diffère du précédent qu'en ce qu'il ne porte pas de dentures saillantes.

Après avoir atteint l'extrémité de sa course, le mécanisme revient sur lui-même. A cet effet, l'un des supports à col de cygne reçoit une fourchette courbe P (fig. 1 et 7), qui permet de pousser l'axe du manchon et du pignon d'une certaine quantité, dans le sens de la longueur. Cette fourchette est soutenue par un levier J', dont le centre est également sur l'arbre A, comme le col de cygne, et retenu dans sa position par un goujon fixe sur celui-ci (fig. 11); mais lorsque l'appareil est transporté à une position extrême, ce goujon rencontre une patte demi-circulaire à coulisse q (fig. 1), rapportée à chaque extrémité du croissant L, il force alors le levier J' à faire marcher la fourchette et par conséquent à changer la position de l'axe du pignon l^2; il en résulte naturellement que le manchon (fig. 7) se débraye de l'une des poulies l', et s'embraye immédiatement avec l'autre, parce que le changement est facilité par l'action des contre-poids suspendus au bout des tiges j. Aussitôt que cette opération est effectuée, les roues tournent en sens contraire, les deux poulies l, l' ne marchant pas dans le même sens.

La carde connue en France sous le nom de *débourreuse américaine* réalise le débourrage des chapeaux à peu près d'après les mêmes principes, mais son mécanisme a été un peu modifié, le constructeur ayant nécessairement profité des recherches antérieures faites dans la même voie. Cependant l'industrie anglaise est parvenue à perfectionner le système suivant et l'emploie fréquemment.

§ 15. — Carde débourreuse, chaîne sans fin, pl. XI.

La figure 2 donne une coupe verticale de la carde débourreuse à chapeaux mobiles à chaîne et sans fin à laquelle nous venons de faire allusion. La partie caractéristique du mécanisme consiste dans une chaîne sans fin articulée *e*, dont chaque anneau forme un chapeau garni de rubans de cardes. Des rouleaux-guides à encoches *g* et *h* pour recevoir les maillons de la chaîne la font cheminer avec la vitesse voulue.

La portion inférieure de la chaîne, en contact avec la circonférence supérieure du gros tambour, travaille comme à l'ordinaire, pendant que la partie opposée, dont les dents sont naturellement dirigées de bas en haut, rencontre le hérisson débourreur *s* animé d'un mouvement de rotation. Une fois nettoyée, l'extrémité des aiguilles rencontre une planche à émeri *n*, destinée à aviver et à égaliser leurs pointes. Pour fonctionner avec la précision voulue, le système est maintenu et dirigé de chaque côté du bâti dans des rainures ou coulisses où viennent s'appuyer les tourillons des rouleaux de la chaîne. Des vis de réglage K sont indispensables pour rajuster les surfaces qui doivent rester en contact lorsque l'usure ou toute autre cause vient à les déranger.

A la suite des chapeaux mobiles sont placés un plus ou moins grand nombre de hérissons cardeurs et débourreurs du gros tambour *opq*, puis le peigneur cylindrique *r*, le peigne détacheur, et enfin les rouleaux d'appel Ro, dirigeant le ruban dans un pot tournant ou tout autre récepteur. Cette carde, plus

particulièrement proposée par les constructeurs comme finiseuse dans le cas d'un double passage, se fait remarquer, en outre de l'appareil débourreur, par la place des hérissons *pqr*. Leur disposition à la suite des chapeaux est spécialement destinée au débourrage du grand tambour. Ils sont réglés en conséquence ; leurs tourillons peuvent se déplacer dans des guides et se rapprocher plus ou moins des garnitures.

La figure 3 est un détail de l'un des côtés du bâti, pour guider la chaîne sans fin portant les chapeaux articulés. La figure 4 donne sur une plus grande échelle l'un de ces chapeaux. Les vis K des figures 2 et 3 sont destinées au réglage dont il a été question précédemment.

Nous devons mentionner en passant l'emploi d'une chaîne à chapeaux de cardes identique à celle de la figure 2, pl. XI, mais placée à la circonférence du gros tambour, et fonctionnant par conséquent pour débourrer l'organe principal ; ce mécanisme doit être efficace dans ce cas, mais les hérissons débourreurs, plus généralement employés, arrivent bien plus sûrement au même résultat, et sont par suite préférables.

§ 16. — Carde débourreuse à chapeaux cylindriques, pl. XIII.

Les cardes à hérissons, d'un emploi exclusif et parfait pour le travail de la laine, ont dû être essayés depuis longtemps dans le cardage du coton, surtout à une époque où l'on se rendait moins bien compte de la différence des caractères des fibres textiles, et de la nécessité de modifier les moyens de les transformer.

De la disposition de la carde à hérissons proprement dite, se débourrant en partie elle-même, à celle des chapeaux cylindres à mouvement lent, il n'y avait qu'un pas ; aussi a-t-on essayé à plusieurs reprises, en France et en Angleterre, de substituer d'une part aux hérissons travailleurs et débourreurs, marchant à grandes vitesses, et aux chapeaux fixes de l'autre, un système

qui, par la forme circulaire des chapeaux, offre de l'analogie avec les premiers, quoique leur rotation excessivement lente puisse faire considérer la carde comme munie de chapeaux fixes, le mouvement de ces cylindres-chapeaux, n'ayant d'autre but que de présenter successivement une partie nouvelle au mécanisme débourreur automatique. Il y a diverses modifications de ce système. M. Noufflard, un directeur de filature à Rouen, s'est fait breveter pour une disposition de deux cardes sur le même bâti, réunissant par conséquent le cardage en gros et en fin, comme cela se pratique souvent pour le cardage de la laine, surtout dans les filatures anglaises.

Un assortiment complet de ce système fonctionne depuis plusieurs années sous les yeux de son auteur ; nous le reproduisons comme un type de ce genre de carde, qui a été également établi avec des variantes par divers constructeurs, notamment par la maison Schlumberger, de Guebwiller, Platt, de Oldham, etc.

La carde spéciale de M. Noufflard, breveté en 1856, est caractérisée par un débourrage automatique et une augmentation de production, dont il sera facile de comprendre les principes et les moyens après la description des figures 1 et 2 de la planche XIII, représentant : la première, une coupe verticale longitudinale, et la seconde, un plan des machines que nous avons vues fonctionner d'une manière régulière et satisfaisante.

Cette carde en représente deux de fait, placées l'une à la suite de l'autre sur un même bâti, les garnitures de la première sont celles d'une carde en gros, et celles de la seconde d'une carde en fin. Nous retrouverons d'ailleurs, dans chacune d'elles, les organes qui composent les cardes en général :

Un système alimentaire composé d'un cannelé tournant dans une auge et recevant le ruban du rouleau E, pour le faire désagréger par un briseur ou hérisson D, organes intermédiaires entre l'alimentation et le grand tambour C. La partie de la demi-circonférence supérieure est garnie de dix hérissons remplissant les fonctions de chapeaux ordinaires. Entre

les chapeaux circulaires tournants, sont placées des traverses L, sur toute la longueur de la carde. Ces traverses supérieures reposent simplement entre les chapeaux et sont enlevées pour le nettoyage du tambour; les traverses inférieures sont convenablement arrondies pour laisser passer les fibres et dégager les corps étrangers. Le coton, à la sortie de la première carde, se rend directement à la seconde par un appareil alimentaire spécial composé de deux hérissons G et H qui remplissent les fonctions des travailleurs et dépouilleurs ordinaires. Les directions relatives des dents des garnitures et celles des mouvements sont telles que d'après les principes du paragraphe 1, les fibres sont tirées et divisées dans leur transport du grand tambour C au travailleur G, puis ramassées et enlevées par le nettoyeur H, auquel le second grand tambour C′ les reprend, où elles sont cardées de nouveau sur une machine identique à la première, sauf quelques modifications dans les garnitures et les vitesses des organes de rotation. Le ruban est d'ailleurs cueilli et reçu dans un pot tournant, comme cela se pratique généralement aujourd'hui, conformément à la description précédente (§ 3).

Mécanisme débourreur. — Le débourreur est une espèce de chapeau garni d'une plaque de carde, commandé de façon à lui faire décrire un mouvement circulaire de va-et-vient. L'arc décrit a une amplitude égale à l'étendue de la courbe formée par l'ensemble des chapeaux. Le mouvement du débourreur M, tangentiel aux arêtes supérieures des chapeaux circulaires, le charge de bourre et d'impuretés dont il se débarrasse à son tour, par son contact avec une surface fixe *m*, garnie de rubans de carde. Le déchet extrait par ce débourrage tombe sur les couvertures circulaires des hérissons G et H, dont la partie extérieure des douves forme une espèce de plancher. Une même transmission actionne simultanément les mécanismes débourreurs des deux cardes du bâti. Deux bielles méplates en fer M^2 relient les bras M′ (fig. 2); ils sont indiqués en lignes ponctuées (fig. 1). Ces bras sont équilibrés par des contre-poids ou lentilles. Le mouvement circulaire de va-et-

vient imprimé lentement aux débourreurs est réalisé de la manière suivante : sur les deux extrémités de l'axe du grand tambour C est montée, sur chaque bout, une roue folle (fig. 2), contre laquelle est fixé le bras M′ correspondant ; cette roue commande, par une chaîne à la Vaucanson, un pignon *n* calé sur un arbre en fer placé à une petite distance du sol et régnant sur toute la largeur de la carde pour recevoir de l'autre côté du bâti un pignon semblable commandé de la même manière. L'arbre sur lequel est fixé le pignon *n* est prolongé pour recevoir un autre pignon engrenant avec la crémaillère O, reliée par une bielle O′ à un bouton de manivelle placé sur la roue d'engrenage O″. Celle-ci reçoit un mouvement circulaire continu très-lent de l'axe du tambour par l'intermédiaire du petit pignon *o*′, de la poulie placée sur son axe, commandée par une plus petite *d* placée sur l'axe du tambour C (fig. 2).

Ces combinaisons démontrent que la rotation de la roue O″ donne, au moyen de la bielle O′, un mouvement alternatif à la crémaillère O. Celle-ci fait donc tourner, tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé, l'arbre du pignon *n*. Ce dernier, par la chaîne déjà indiquée, transmet son action à la roue et enfin aux bras de leviers des débourreurs M (fig. 1 et 2).

Commande générale. — La courroie motrice embrasse le petit diamètre de la poulie P, placée sur l'arbre du tambour C, celui-ci, par une courroie allant de P en P′, actionne le second tambour C′. La poulie à gorge J placée sur l'arbre de la poulie P′ transmet, d'une part, le mouvement à la poulie J′, qui commande le peigne-détacheur, et de l'autre, d'abord le peigneur circulaire H′, et ensuite les rouleaux d'appel ou délivreur IK, le cannelé alimentaire et les chapeaux circulaires, par une série de roues droites et d'angles disposées ainsi qu'il suit : sur l'axe du tambour C′, du côté opposé à celui de la poulie P′, se trouve un pignon d'angle engrenant avec la roue conique *q* placée sur le petit arbre Q, dont l'extrémité du côté du peigneur reçoit un pignon-cône *q*′. Une petite roue droite, placée sur l'axe de l'une des deux roues coniques, transmet le mouvement à une autre roue droite Q′, engrenant avec celles

r et r', celle-ci commandant l'arbre des rouleaux d'appel K.

Cette roue Q′ commande encore le cylindre cannelé et les chapeaux circulaires L. A cet effet, elle engrène avec une roue droite folle placée à l'extérieur sur le côté du bâti, qui n'est pas représentée dans les figures : elle est placée parallèlement à la roue conique qui engrène avec le pignon d'angle r^2r^3. Le premier engrène avec un pignon d'angle claveté à l'extrémité de l'arbre K′ incliné diagonalement au bâti. L'extrémité opposée de cet arbre reçoit un pignon d'angle qui engrène avec la roue conique S, fixée sur le prolongement du cylindre cannelé alimentaire. Celui-ci porte en dehors du bâti, du côté opposé à la roue S, un pignon f' qui par l'intermédiaire des roues g et g' donne le mouvement au rouleau F′, qui développe la nappe du rouleau E.

Le cylindre alimentaire est encore muni d'une vis sans fin s qui engrène avec une petite roue droite à denture hélicoïde fixée sur l'axe S′ ; cet axe, par l'intermédiaire d'une paire de roues d'angle, donne le mouvement au premier chapeau du tambour. Celui-ci le transmet à tous les autres chapeaux avec une vitesse graduée de plus en plus lente au moyen de la série des petites roues l^1 et l^2, montées de l'autre côté du bâti.

La commande des chapeaux du second tambour est obtenue d'une manière analogue au moyen du second pignon r^3, fixé au moyeu de la roue R. Ce pignon met en mouvement, par une chaîne sans fin que les figures n'indiquent pas, un pignon semblable dont l'axe est muni d'une vis sans fin qui engrène avec une roue à denture hélicoïde fixée à la partie inférieure d'un arbre vertical placé sur l'un des côtés extérieurs du bâti. L'extrémité supérieure de cet arbre reçoit une vis sans fin qui commande le pignon placé sur l'un des bouts de l'arbre du premier chapeau, et dont l'autre bout est muni du pignon droit l^1, qui par l'intermédiaire des pignons l^2 donne le mouvement à tous les chapeaux circulaires L du second tambour C′. Ces diverses transmissions sont calculées de façon à réaliser les vitesses consignées dans le tableau suivant :

Tableau des dimensions et des vitesses de révolution de la double carde à chapeaux circulaires.

DÉSIGNATION des ORGANES TRAVAILLEURS.	Diamètre en mètre.	Circonférence en mètre.	Vitesse de rotation par minute.	Vitesse à la circonférence par minute.
	m.	m.	tours.	m.
Rouleau alimentaire F	0,140	0,439	0,750	0,330
Cylindre cannelé E.	0,060	0,188	2,000	0,376
Hérisson D	0,240	0,754	420,000	316,680
Premier tambour C	1,040	3,267	150,000	490,050
Chapeaux circul. 1er chapeau L.	0,116	0,364	0,050	0,018
Chapeaux circul. 2e — L.	0,116	0,364	0,025	0,009
Petit tambour G.	0,300	0,942	45,000	42,390
Fournisseur H.	0,115	0,361	156,000	56,316
Deuxième tambour C′	1,040	3,267	158,000	515,986
Chapeaux circul. 1er chapeau L.	0,116	0,364	0,017	0,006
Chapeaux circul. 2e — L.	0,116	0,364	0,013	0,004
Volant peigneur H′.	0,430	1,550	9,000	13,750
Rouleau d'appel K.	0,084	0,263	50,000	13,750
Débourreurs.	30, aller et retour, par minute.			

Ce qui frappe dans les données de ce tableau, c'est, d'une part, l'activité de l'appareil alimentaire introduisant et travaillant par conséquent $0^m,33$ de nappe à la minute. Si on lui suppose un poids moyen de $0^k,350$ au mètre courant, la production théorique de la carde sera par conséquent $0,350 \times 0,33 \times 60 = 6^k,930$ à l'heure, qui doit être réduite pratiquement de $5^k,50$ à 6 kilogrammes. Mais, d'un autre côté, l'étirage et la désagrégation y sont poussés moins loin que dans le cardage habituel, la mesure de cette action étant donnée par le rapport de $\frac{13,750}{0,33}$ ou $41^m,71$, différence de longueur entre l'unité de poids de la nappe à l'entrée et à la sortie de la carde. Le ralentissement de la vitesse entre le premier et le dernier chapeau est rationnellement établi en raison de la diminution d'embourrage à mesure que l'opération avance ; les modifications apportées aux cardes ordinaires depuis l'exécution de celle dont nous nous occupons et l'élévation de son prix, ont probablement empêché la propagation de celle-ci.

§ 17. — Débourreur automatique mû par un mécanisme Jacquart, pl. XIV.

Le mode de débourrage que nous allons décrire mérite une mention spéciale au point de vue historique et à cause de son originalité. Nous le plaçons après le précédent, parce qu'il a également pour but d'agir sur les chapeaux de la carde par un mécanisme additionnel ; mais là s'arrête l'analogie entre les deux appareils. Dans la débourreuse nouvelle imaginée par M. G. Risler, les chapeaux à douves changent de place, ils occupent celle ordinairement réservée au peigneur cylindrique. L'inventeur a eu l'ingénieuse idée d'utiliser le mécanisme Jacquart, pour déplacer, débourrer et replacer les chapeaux. C'est la première fois que le célèbre mécanisme est appelé à des fonctions autres que celles de sa destination primitive et spéciale ; d'autres modifications encore empruntées à l'épurateur pour les appliquer à la carde ordinaire, font de celle-ci, une machine toute nouvelle et fort originale. La figure 1re de la planche XIV en représente une section verticale ; les applications nouvelles sont : 1° plusieurs alimentations avec règle à auge pour sortir les feuilles et boutons, comme à l'épurateur ; 2° deux paires de hérissons cardeurs ; la disposition au-dessous du tambour permet à ces hérissons de laisser tomber beaucoup de feuilles et de boutons, tandis qu'aux cardes ordinaires ils sont placés au-dessus et ne rejettent pas les feuilles qui retombent parfois sur le grand tambour.

Ces hérissons sont entourés d'un couvercle que l'on peut ouvrir à la volonté pour enlever les impuretés.

La grille cintrée affecte à peu près la disposition de celle des batteurs nouveaux.

Le coton, après avoir subi un nettoyage aux alimentations, passe aux deux paires de hérissons A et B ; de là sur la nouvelle grille CC′, composée de règles en fer poli et plus rapprochées en C à droite qu'à l'extrémité gauche, et cela progressi-

vement suivant le sens indiqué par la flèche. La ventilation produite par le grand tambour fait passer le coton sur ces règles et laisse tomber feuilles, boutons et duvet court dans le récipient circulaire *dd'* placé directement au-dessous, avant d'aller anx chapeaux. Ce récipient est muni d'une porte *sd'* que l'on ouvre plusieurs fois dans la journée à l'aide d'un levier *f*, afin de retirer les déchets et ordures qui y sont enfermés.

Après cette grille viennent huit chapeaux D, placés concentriquement à la circonférence du grand tambour.

Ce nombre de huit peut être augmenté ou diminué à volonté.

Ces chapeaux sont maintenus aux deux extrémités par des tringles en fer E, leur servant de guides, directrices parallèlement à elles-mêmes. Chacun des chapeaux peut être retiré en arrière pour être débourré, et peut revenir à la place qu'il occupait avant de se déplacer, au moyen des ressorts à boudin *u*, qui les repoussent à leur position initiale.

L'appareil Jacquart ou *ratière*, en terme de tissage, qui commande en temps opportun le déplacement de ces chapeaux, est adapté à la partie inférieure, entre les deux flasques du bâti, moyennant l'addition d'une traverse *g*.

Les chapeaux sont réglés comme aux cardes ordinaires et peuvent s'enlever très-facilement. Pour chacun d'eux il y a un crochet de Jacquart H. A ce crochet est attachée l'extrémité d'une chaîne de Gall *h*, ou autre, dont l'extrémité opposée est fixée à un chapeau correspondant en passant sur un des galets *o*, pour que la traction du chapeau se fasse bien directement et facilite son voyage sur les traîneaux ou tringles E.

Le chariot *g* du Jacquart est animé d'un mouvement ascensionnel et descensionnel par la bielle I. Au mécanisme est fixé un couteau K, qui dans le mouvement de ce dernier peut agir sur les crochets H en présence, par l'effet des cartons percés *b*, agissant sur les aiguilles *m*, pour repousser les crochets ou les présenter suivant un certain ordre au couteau, d'après la disposition combinée à l'avance des trous ou chevilles placés dans le carton en face des aiguilles *m*. Les chapeaux voya-

gent donc à volonté et tous d'une quantité égale et à une même distance du tambour, puisque le chariot fait toujours la même course.

Pendant qu'un ou plusieurs chapeaux sont retirés, le peigne ou plaque P cintré, garni de rubans, servant à les débourrer, monte jusqu'à la hauteur du dernier chapeau, en passant entre ceux retirés en arrière et ceux restés en place, et redescendant, débourre les chapeaux que la mécanique Jacquart a éloignés, comme l'indique la position ponctuée du dernier chapeau, et ainsi de suite pour tous les autres.

Le mécanisme est combiné pour que les chapeaux restent retirés et immobiles en arrière quelques secondes, afin de laisser à la plaque à débourrer P le temps de faire sa course, aller et retour, et d'accomplir son travail.

Pour guider le mouvement de va-et-vient concentrique au tambour de la plaque débourreuse, il y a de chaque côté du bâti, deux rainures cintrées *p*, qui la maintiennent toujours bien parallèlement en lui servant de coursier.

Aux deux limites du peigne débourreur et sur une certaine étendue, sont fixées deux crémaillères cintrées O, engrenant avec deux pignons R fixés sur les deux extrémités d'un même arbre.

Cet arbre reçoit son mouvement de l'arbre principal T, qui actionne également le peigne débourreur.

La plaque débourreuse reçoit son mouvement d'embrayage par un mécanisme placé sur l'arbre 1. Arrivée à la hauteur voulue qui limite sa course, le mécanisme débraye, et le peigne redescend par son propre poids. Afin de prévenir le choc que la descente de la plaque pourrait occasionner, elle porte deux nervures en caoutchouc à ses extrémités. En descendant, la plaque débourre un contre-peigne disposé lui-même comme débourreur de la plaque, et agissant sur elle avant chacun de ses mouvements ascensionnels.

Le mécanisme d'embrayage et de débrayage, pour donner et suspendre le mouvement de la plaque, est analogue à celui des chapeaux.

La figure 2, pl. XIV, donne les détails de mouvements au moyen desquels les chapeaux sont manœuvrés pour être débourrés aux moments voulus. L'effet est obtenu par l'impulsion des cames M, placées et mues par un arbre recevant son action calculée sur un arbre commandé d'une manière quelconque à la vitesse voulue, par l'intermédiaire de la vis sans fin V et de la roue R. Ces cames ont pour fonction d'agir sur les saillies ou équerres e d'une pièce, dont l'une des extrémités tourillonne dans une petite glissière, assemblée à une fourche agissant sur le collet ou congé d'un demi-manchon d'embrayage O′, pour le faire engrener avec sa moitié correspondante. L'embrayage effectué, le mouvement est transmis de proche en proche par des roues d'angle à la roue J. Celle-ci actionne la bielle I du mécanisme Jacquart, conformément à l'analyse précédente.

Il résulte de cette disposition que l'on est maître de faire varier les instants du débourrage, d'opérer des changements à volonté, soit par les rapports entre la vis sans fin V et la roue R, et encore en changeant les cartons du mécanisme.

§ 18. — Des grilles et de leur influence sur le cardage.

La disposition d'une plaque de tôle perforée ou grille à la partie inférieure de la carde concentriquement au grand tambour est plus ou moins appréciée : les uns la trouvent avantageuse, les autres la repoussent énergiquement. On admet cependant en général qu'elle profite au rendement et amoindrit le déchet. Ce résultat même peut être critiqué avec raison si l'augmentation du produit est la conséquence de l'incorporation dans la masse, de fibres qui auraient dû en être expulsées à cause de leur infériorité et de leurs défectuosités. La grille retient en effet et permet au tambour de reprendre une partie des filaments ordinairement rejetés avec les impuretés, suivant qu'elle est plus ou moins rapprochée et percée de trous plus ou moins grands.

Mais parmi ces filaments repris, se trouvent en général ceux désignés sous le nom de *coton mort*, auxquels M. Daniel Kœchlin a le premier attribué certains accidents dans la teinture, et entre autres des points restés blancs, n'ayant pas l'affinité voulue pour les matières tinctoriales. Pour profiter des avantages des grilles et éviter les accidents résultant d'une épuration incomplète au cardage, il faudrait pouvoir déterminer *à priori* le rapport des vides et des pleins, ainsi que la distance la plus convenable à observer entre les organes de rotation et la grille. Or, une telle détermination est essentiellement variable avec la qualité, la nature de coton, le degré d'épuration préalable, etc. L'espace laissé entre la grille et le grand tambour varie entre $0^m,040$ et $0^m,015$, et les trous, espacés de centimètre en centimètre, ont également $0^m,01$ de diamètre. Ces éléments démontrent l'importance d'établir la grille à crémaillère, de manière à pouvoir faire varier au besoin son rapprochement des cylindres suivant la nature des filaments en travail ; des tâtonnements dans les distances à établir peuvent seuls permettre de les déterminer de la manière la plus avantageuse dans chaque cas.

§ 19 — Aiguisage.

L'aiguisage a pour but d'égaliser et de donner le *feu* aux aiguilles des garnitures neuves, de le rendre à celles qui l'ont perdu au travail. Les aiguilles s'émoussent comme des tranchants, mais il est bien plus difficile d'entretenir ces milliers de pointes de façon à leur restituer à chacune leur faculté primitive que d'aiguiser tout autre outil ; comment en effet pratiquer cette opération sans émousser au moins un certain nombre de pointes ou sans faire des bavures ? Les boutons, dont la présence est si fâcheuse dans le produit cardé, sont souvent le résultat de fibres accrochées et pelotonnées aux extrémités des garnitures imparfaitement aiguisées. Pour diminuer le nombre inévitable des bavures, il est bon d'aiguiser

souvent et peu à la fois. Mais comment opérer avec la précision voulue sur ces milliers de petits biseaux? Le moyen le plus usité consiste à les faire passer au contact d'une surface recouverte d'émeri. Il suffit d'examiner à la loupe après l'opération, les deux organes aiguiseur et aiguisé, pour remarquer l'inégalité de l'usure, l'irrégularité de la surface garnie d'émeri, et le peu de netteté que présente souvent le chanfrein des pointes. L'inconvénient inévitable du mode d'aiguisage, considéré comme le meilleur jusqu'ici, démontre tout ce que le cardage, même pratiqué avec le plus de soin, doit encore laisser à désirer. Quoi qu'il en soit, nous indiquons, pl. XLII, parmi les appareils accessoires, la disposition la plus généralement usitée. La figure 1 donne une machine à aiguiser les chapeaux, et trois cylindres de diamètres variables, les supports de ces cylindres pouvant s'éloigner ou se rapprocher de la circonférence du tambour à émeri. Afin d'atteindre plus sûrement le but, d'obtenir des pointes aussi fines que possible à l'extrémité des aiguilles, on donne au grand tambour à émeri un double mouvement, une translation de va-et-vient, dans le sens de l'axe, en même temps qu'une rotation continue autour du même axe. Pour que l'action soit convenable, il faut encore que la vitesse de l'organe aiguiseur soit bien plus grande que celle des garnitures à repasser. Voici d'ailleurs la description de la disposition générale par laquelle ces divers résultats sont obtenues :

Le grand tambour à émeri est présenté en ligne ponctuée parce qu'il est caché par l'un des montants du bâti ; t,t,t sont les trois supports à coulisse, dont l'un seulement montre un hérisson h à aiguiser ; en faisant varier la position de ce support par la vis de rappel v, le centre du hérisson se rapproche ou s'éloigne Les supports des chapeaux sont fixés au moyen de réglage xx'. C,D, deux tiges articulées en i, reçoivent un mouvement de va-et-vient vertical. Contre la circonférence du tambour sont des coulisses du support s ou chariot mn des chapeaux, ces guides sont assemblés au bâti par leur extrémité supérieure, et vissés à l'autre extrémité par un balancier qui

imprime le mouvement de va-et-vient aux tiges C,D, qui y sont assemblées aux points A et B.

Transmissions de mouvements. — Le tambour reçoit sa commande principale par une poulie placée sur une extrémité de son arbre, elle est transmise de là à un pignon calé sur l'autre extrémité de cet arbre. Ce pignon engrène avec la roue *b*, sur l'axe de laquelle se trouve monté, en tête de cheval, le pignon *c*, dont la rotation est transmise à la roue *g'* portant une manivelle *f* et une bielle *g*, qui transforment le mouvement et impriment le va-et-vient au balancier L autour de son axe ou arbre O. Cet arbre règne sur toute la longueur de la machine, d'un bâti à l'autre; il porte à l'autre extrémité un balancier identique au premier, qui transmet, au moyen d'une seconde manivelle et bielle, le mouvement alternatif des transmissions *f* et *g* au second chariot S' symétrique au premier, dirigé et guidé par conséquent par la tige articulée C, et celle à coulisse *m*.

Mouvement de translation alternatif dans le sens de l'axe. — Le point de départ de cette commande est le pignon *c*, il engrène avec la roue *d* (fig. 1, 2). Cette roue *d* porte sur l'une de ses surfaces latérales une rainure hélicoïdale *e*, qui reçoit un disque *e'*, placé sur l'arbre du tambour à émeri T.

Cette disposition nécessite : 1° les collets d'arbres plus longs que les coussinets, ils doivent avoir un prolongement calculé sur la course ou pas de l'hélice; 2° il faut au pignon moteur *a* une largeur également mesurée sur le pas de l'hélice, afin de ne pas le laisser dégrener pendant la course.

Voici d'ailleurs les rapports des engrenages : pignon *a*, 26 dents, roue *d* et *d'*, 90 dents, roue *b*, 110, et pignon *i*, 30.

Il existe plusieurs modèles de machines à aiguiser, ne différant entre eux que par la forme et la solidité de la construction, toutes sont basées sur le même principe. Le point important est de savoir s'en servir et de bien juger si le tambour à émeri est en bon état, si la machine est bien équilibrée, si elle tourne régulièrement, si les organes portent assez et pas trop, si la durée de l'action est suffisante et n'est pas trop prolongée. Une

opération aussi délicate et aussi importante que celle de l'aiguisage devrait toujours être dirigée et surveillée par le contremaître de la carderie, et n'être pas abandonnée à un surveillant ordinaire, comme cela a souvent lieu.

§ 20. — Machine à aiguiser modifiée.

Cette machine est représentée par les figures 5, 6, et 7 de planche XI.

Au lieu d'un grand tambour à émeri d'une longueur égale à la largeur de la carde, on emploie de préférence et avec raison, une plaque courbe à émeri *a*, placée sur les cylindres à repasser. Cette surface *a*, fixée à l'assemblage *m* et mise en mouvement par le cylindre *k*, a une longueur d'un cinquième à un sixième de celle des tambours à aiguiser, et reçoit simultanément par le cylindre *ef* un double mouvement, l'un de rotation autour de son axe par la poulie *g*, et l'autre de va-et-vient dans le sens des génératrices des cylindres à aiguiser. La plaque *a* étant en contact tangentiel avec les cylindres à aiguiser, tout en tournant contre les aiguilles des garnitures, se déplace en décrivant un mouvement de va-et-vient alternatif, dans le sens des génératrices en contact. Cette transmission a lieu par deux rainures *e* pratiquées en sens opposé dans l'arbre ou axe *d* du manchon *l* et imprime le mouvement à la plaque par une saillie *b* fixée au cylindre *k*. L'aiguisage est par conséquent opéré par un mouvement de translation de la surface à émeri *a*. L'effet successif de celle-ci offre la garantie d'un résultat que ne présente pas au même point un cylindre à émeri à grand diamètre, qui ne fait que toucher les dents et ne peut que leur donner un faible mordant, et dont l'action a lieu simultanément sur toute la longueur du cylindre à aiguiser et fatigue les garnitures. Ce système d'aiguisage n'a que l'inconvénient de travailler moins rapidement que celui pratiqué par le grand tambour. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que cette disposition, excellente pour l'aiguisage des

cylindres, n'est pas applicable à celui des chapeaux. On a pour ceux-ci recours à la disposition indiquée précédemment.

§ 21. — Défauts que peuvent présenter les fibres cardées, leurs causes et moyens de les atténuer.

Le défaut le plus grave, le plus facile à constater, le plus difficile à éviter dans certains cas, est celui des boutons. La nappe, au lieu d'être complétement transparente et homogène sur toute sa surface, présente un plus ou moins grand nombre de petites grosseurs variables de volume, surtout entre le peigneur et l'entonnoir; ces boutons sont généralement très-nombreux dans le coton de l'Inde; ils sont tantôt le résultat des caractères des fibres, tantôt ils proviennent d'un mauvais réglage, et surtout de garnitures en mauvais état et mal débourrées; si en effet, les fibres sont fines et courtes, elles se brisent parfois dans le trajet, se pelotonnent et se roulent d'autant plus que l'action est plus persistante. Ces petites boules, ainsi charriées pendant une partie du transport des filaments, se logent presque toujours définitivement dans le ruban et dans le fil. L'inconvénient peut encore se présenter si les surfaces des garnitures sont plus ou moins bourrées, au lieu de développer et de faire glisser les fibres, les aiguilles les retiennent et les roulent; si certaines parties présentent des lacunes ou des aiguilles en mauvais état, le coton peut se mouler dans ces cavités et être transporté *par petits paquets*.

Le cardage imparfait est parfois aussi le résultat d'une alimentation inégale du grand tambour, provenant d'un défaut de parallélisme entre son axe et celui des alimentaires, ou d'une pression inégale sur ces derniers, ou enfin d'un trop grand étirage, c'est-à-dire d'une trop grande vitesse des organes de révolution. Vérifier les cardes, les aiguiser au besoin, s'assurer que le réglage de toutes les parties est convenable, que les vitesses relatives des organes sont bien conformes aux principes précédemment développés, ralentir au besoin la

marche des organes principaux, tels sont les moyens employés en général pour remédier à ce vice, le plus à redouter dans le cardage.

Lorsqu'on carde deux fois, il est bon d'examiner à quelle période du travail le défaut surgit, car il peut avoir quelquefois pour cause une action prolongée ; l'on a vu des boutons ne se manifester qu'à la fin du cardage en gros, et même dans le travail de la carde en fin. Les *coupures*, ou étranglements partiels, sont d'autant plus rares que l'alimentation de la carde a lieu avec plus de sûreté, de régularité et de continuité. Un ralentissement ou un arrêt dans les rouleaux alimentaires les déterminent presque toujours, et produisent le déchet sensible qui en est la conséquence.

Les alimentations par des hérissons dans des coursiers courbes, la commande des cylindres par des engrenages et des courroies de proportions convenables sur les poulies motrices, sont les meilleurs moyens de prévenir ce genre d'accident.

Les *grosseurs*, ou points insuffisamment étirés, peuvent provenir d'une inégalité dans l'épaisseur de la nappe, résultant des rouleaux alimentaires de la carde ou des *barbes* qui s'attachent aux cylindres cannelés, parce que leur distance du grand cylindre serait trop grande, ou encore parce que l'état d'entretien de cet organe laisserait à désirer, ou enfin parce que les organes de rotation seraient mal équilibrés, présenteraient du *faux rond*, comme on dit dans les ateliers.

Ces observations succinctes démontrent l'importance de se bien pénétrer de tous les points concernant l'établissement et la marche de la carde dont il a été question précédemment, et de n'en négliger aucun si l'on veut atteindre un travail convenable, elles démontrent également l'importance du nouveau mode de cardage que nous allons décrire.

§ 22. — Carde peigneuse Plantrou.

Cette nouvelle carde inventée par M. Plantrou aîné donne des résultats aussi parfaits qu'économiques. Nous les avons

observés sur place dans la filature de MM. Plantrou à Oissel et à Fontaine-le-Bourg dans l'usine de M. Delamarre-Debouteville fils aîné, réputé à juste titre comme l'un de nos plus habiles filateurs. Nous avons pu constater qu'un ouvrier suffit à la surveillance de 12 cardes tandis que pour le même nombre il faut trois personnes par le système ordinaire; un contremaître peut diriger 30 cardes Plantrou. La production dans les conditions normales est de 25 à 32 kilogrammes et cependant la force motrice exigée est moindre que de coutume ; un cheval de force conduit quatre cardes; le cardage est d'une pureté remarquable et ne donne jamais lieu à des boutons ; le déchet, d'une qualité supérieure est un minimum, on fait en effet à peine 2 0/0 de débourrages tandis que dans le cardage ordinaire, comme nous l'avons vu, il s'élève à 10 0/0 en moyenne. Le débourrage des organes est spontané et la difficulté de cette opération disparaît presque complétement. Enfin, le réglage de la carde devient une opération si accessoire qu'elle n'a besoin d'être pratiquée que de loin en loin, à peu près tous les trois mois.

Le résumé de ces principaux avantages de la nouvelle carde déterminera nos lecteurs à se pénétrer de la description suivante. Nous nous bornons à donner les parties essentielles de cette machine sans décrire les organes qui n'ont rien de particulier.

Description de la carde Plantrou, Pl. XV.

Cette carde, comparée aux divers systèmes existants décrits précédemment, se distingue surtout par les perfectionnements suivants :

1° Addition et substitution de cylindres à aiguilles droites à des cylindres garnis de rubans de cardes.

2° Couteaux nettoyeurs appliqués aux cylindres à aiguilles.

3° Addition d'un organe débourreur spécial pour les cylindres à aiguilles.

4° Groupement et réglage particuliers de ces divers organes.

5° Jeu de pédales placé sous le cannelé.

La fig. 1 représente une élévation longitudinale d'un côté de la carde.

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

La fig. 3 est une coupe verticale faite suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

La fig. 4 fait voir en grandeur d'exécution le système de montage des aiguilles qui garnissent les cylindres.

Une des parties caractéristiques de cette nouvelle carde consiste dans l'emploi de cylindres H I K M garnis de rangées d'aiguilles droites à la place de garnitures de cardes ; c'est l'emploi de ces cylindres à aiguilles qui permet de réaliser une sorte de peignage. Pour garnir ces cylindres d'aiguilles, ils portent à leur circonférence un certain nombre de rainures dans lesquelles, comme on le voit fig. 4, sont disposées les barres h′ auxquelles sont soudées les aiguilles h. Les rainures sont remplies d'un mastic quelconque r ou par tout autre moyen qui maintient les aiguilles dans la position qu'elles doivent conserver, c'est-à-dire que la diagonale des aiguilles dans les rainures constitue leur inclinaison normale.

J L N sont des cylindres déchargeurs garnis de rubans de cardes comme à l'ordinaire.

V est un débourreur qui enlève toutes les impuretés contenues dans le coton entraîné par le cylindre K ; ce débourreur est pourvu d'un peigne détacheur o qui reçoit son mouvement par une combinaison de leviers se rattachant à la roue O calée sur l'axe du cylindre J (fig. 1).

Un couteau B adapté au cylindre ouvreur à aiguilles H sert à enlever les ordures ainsi que celui C adapté au cylindre peigneur à aiguilles K.

Les couteaux Y et Z (fig. 3) constituent des peigneurs droits sans dents, ils sont destinés à retenir les filaments sur les cylindres à dents de carde J et L au moment où les peigneurs M et K viennent les prendre afin de les diviser et de les paralléliser.

A représente des pédales armées de contre-poids a, elles sont placées au-dessous du cannelé D. Ces pédales d'une largeur de

3 centimètres sont juxtaposées et en contact sur toute la largeur de la carde pour éviter toute solution de continuité.

L'ensemble des organes mobiles de la carde est clos de toutes parts, les bâtis sont fermés par des panneaux et les cylindres sont entourés d'une enveloppe de bois T dont les parties ouvrantes t sont montées à charnière en t'.

Fonctionnement de la carde. Le coton, en rouleau F reposant librement sur le cylindre G passe successivement sur les peigneurs et les déchargeurs qui tournent respectivement dans les directions indiquées par les flèches, fig. 3, pour arriver enfin sur le cylindre à dents de cardes N où il est détaché par le peigne n ; de là il se rend dans l'entonnoir P, puis ensuite entre les cylindres s, s'.

Dans ce passage du coton dans la machine il est travaillé par les principaux organes avec une vitesse qui va en progressant. Si, par exemple, on suppose que les deux cylindres I et H aient un égal diamètre, le nombre de tours du premier sera de 300 environ et celui du second de 525. Ces vitesses ainsi que celles des autres organes sont obtenues par les transmissions de mouvements ordinaires représentées dans les diverses figures de la Pl. XV et notamment dans les fig. 1 et 2.

Nous croyons en avoir dit assez pour faire ressortir l'originalité du système et faire comprendre les causes de ses résultats avantageux. Ils sont dus principalement au mode de désagrégation, de division et de parallélisage des cylindres à aiguilles droites et à l'enlevage des filaments *cueillis* en quelque sorte par le couteau fixe, en faisceaux parallèles pour être transportés et formés en nappe sur le cylindre à carde ordinaire. De là, la pureté de la nappe cardée et la perfection du résultat. Quant au bon état permanent de la machine et au peu de frais d'entretien qu'elle exige, ils sont précisément la conséquence de la constitution des organes dont les garnitures ne sont plus susceptibles de se détériorer en partie, de s'encrasser, de se bourrer et d'avoir besoin d'une surveillance et de soins continuels. Cette analyse fait également comprendre les autres conséquences favorables de cette carde.

§ 23. — Divers matériaux employés à la construction des cardes en général.

La construction de la carde comprend le bâti et les organes auxquels il sert de point d'appui. Le premier est généralement aujourd'hui en fonte de fer qui présente les avantages de la solidité, de la facilité de l'ajustage, de la durée, sans être notablement plus chère que le bois employé autrefois à cette destination. Il n'en est pas de même des cylindres : ils sont encore tantôt en bois, en tôle, en fonte, ou en métal recouvert de stuc, en une composition formée par un mélange où la sciure de bois domine; ils pourraient être en bois durci; on a également cherché à les faire en papier-pâte comprimé, établis à la façon des rouleaux des machines à apprêter, etc. Chacun de ces modes, bien soigné, peut donner de bons résultats. Il suffit que les corps de révolution soient parfaitement cylindriques, bien équilibrés, présentent un maximum de solidité sous un minimum de poids, demeurent absolument insensibles à l'influence des variations atmosphériques et surtout des changements de température des ateliers; qu'ils permettent enfin d'appliquer facilement et de changer à volonté les garnitures.

Pour une même matière, il y a plusieurs genres de construction en présence : si c'est du bois, il est en général assemblé sur des croisillons en fer ou en fonte. Pour présenter les garanties voulues, le cylindre, au lieu d'être formé par des douves dont les fibres du bois restent parallèles, doit l'être par de petites pièces de bois debout dont le sens des veines se croise pour constituer une espèce de marqueterie ou de mosaïque. Quant au genre d'assemblage, on avait également proposé de former les tambours par la réunion de plusieurs poulies légères montées sur un axe, en contact l'une avec l'autre, et assemblées entre elles par des entretoises en petit fer rond ayant un écrou à chaque extrémité pour effectuer le serrage sur

l'ensemble de ces poulies. Une disposition fort simple permet dans ce cas de clouer les plaques ou les rubans de la garniture.

Les tambours en sciure de bois, imaginés par M. Dubus aîné, étant plus récents nous résumons la manière de les exécuter.

Le procédé de M. Dubus consiste dans la formation artificielle d'une substance dure dont la base est de la sciure de bois mélangée à de la colle, de l'huile de lin, et de la potasse ; ce composé est fixé sur une couche de ficelle, une fois le tout disposé en cercle on recouvre d'une toile tendue, qui reçoit à son tour une dernière couche plus ou moins épaisse de sciure de bois imprégnée de colle forte. La surface cylindrique ainsi obtenue, une fois sèche, peut être tournée comme à l'ordinaire.

Les cardes en sciure de bois nous paraissent d'un usage excellent. Le *bois durci*, si remarquable par la finesse du grain, le poli, la dureté et la légèreté, dont on fait des médailles, des bijoux et une foule d'objets mobiliers et d'ornementation, nous paraît également destiné à faire d'excellents cylindres de cardes. Les tambours formés de cette façon seraient légers, durables, permettraient le clouage des garnitures avec facilité, et ne seraient nullement influencés par les changements de température.

Quant aux cylindres métalliques auxquels on reprochait d'être compliqués dans leurs divers modes d'assemblage, lourds à faire mouvoir, et d'un prix élevé, les perfectionnements apportés dans la fonderie et les progrès réalisés dans les constructions ont atténué ces difficultés et permettent de livrer aujourd'hui les machines pour filature à 100 francs au maximum les 100 kilogrammes. Il s'ensuit que l'emploi des métaux domine en tous cas, lors même que la partie cylindrique est formée de l'une ou l'autre des substances susmentionnées. Chaque localité paraît d'ailleurs avoir sa préférence à ce sujet. Le revêtement en stuc est plus répandu en Alsace qu'ailleurs ; le bois et la sciure sont plus communément employés en Normandie ;

c'est à Reims et dans les environs que l'on a mis le plus de persévérance à la confection des tambours en fer, la construction du Nord a plus d'analogie avec celle des Anglais, la fonte y est préférée. La fixation des garnitures a lieu dans ce dernier cas au moyen de clous chassés dans des chevilles en bois placées dans des rangées de trous réservées dans la fonte. Six à huit de ces rangées suivant les génératrices suffisent. Les rubans ont en moyenne une largeur de 2 centimètres. Une étoffe armure satin, faite avec un fil dont l'*âme* est en caoutchouc, présente une élasticité et une régularité dans l'épaisseur et des avantages que le cuir, exclusivement employé autrefois, ne pouvait offrir.

Vides des garnitures du grand tambour. — On laisse quelquefois de place en place, dans les garnitures du grand cylindre, des lacunes, ou places sans aiguilles; elles ont pour but de former autant de petits réservoirs destinés à recevoir les grosseurs, les nœuds, les boutons, qui sans cela pourraient détériorer la garniture. A cet effet, ces petits vides rectangulaires sont disposés de manière que leur ensemble offre des rangées de spirales équidistantes autour de la circonférence. L'idée de cette pratique est ingénieuse, est-elle vraiment efficace? l'on ne paraît pas bien fixé à cet égard.

§ 24. — Réunissage et doublage.

Le réunissage est une opération en quelque sorte accessoire, et cependant fondamentale, eu égard à la fréquence de son application et à ses résultats. Elle a pour but, comme son nom l'indique, de réunir par juxta ou superposition un certain nombre de nappes, rubans ou mèches, suivant la période des transformations, et de continuer ces transformations d'une façon identique sur ces nappes, rubans ou mèches, après chaque passage, à partir des premières jusqu'au filage. Le but essentiel de ces doublages est d'arriver plus sûrement à l'homogénéité et au titre voulu. Les étirages successifs par lesquels

s'obtiennent les finesses ou la longueur assignée à l'unité de poids ne sont possibles que par la transformation progressive d'une masse constituée par des éléments préparés isolément avec tout le soin voulu. Si chacune des couches préparées est parfaite avant la réunion, leur ensemble, lorsqu'elles seront condensées et étirées, ne laissera rien à désirer. Dans le cas contraire, les défectuosités partielles seront atténuées par leur répartition dans une masse dont les condensations et étirages successifs par de véritables laminages, entre autres résultats, compensent les inégalités et les irrégularités des éléments au profit de la perfection du produit.

Il est bon de faire remarquer cependant, que ces opérations du réunissage ne peuvent remédier qu'à certains défauts des préparations. Elles sont sans efficacité, par exemple, contre la présence des petites grosseurs, des boutons. Ceux-ci persistent dans la masse pendant toutes les opérations subséquentes et nuisent sensiblement aux qualités des préparations; leur extirpation incombe principalement au travail du cardage et du peignage.

Le réunissage n'en conserve pas moins un rôle important. Aussi la manière de l'opérer a-t-elle été le but de recherches nombreuses qui ont amené des modifications successives et ont abouti aux divers systèmes en présence.

Depuis l'origine de l'emploi des machines à carder jusque vers 1817, la nappe cardée, détachée à la sortie par le peigne, s'enroulait autour d'un rouleau en bois, dit *tambour à nappes*. Après un certain nombre de tours, vingt environ, l'on coupait cette nappe pour l'étaler; elle avait alors une longueur égale au développement du rouleau, de même que le nombre de superpositions était égal à celui de ses rotations. La réunion de ces couches en une seule surface servait à alimenter la carde en fin. Ce n'est qu'à la sortie de celle-ci que commençait la formation des rubans reçus dans des pots cylindriques fixes.

Il serait hors de saison de critiquer aujourd'hui ce système d'alimentation à nappes multiples qui constituait un progrès

dans son temps. Il suffit de faire remarquer que les nombreuses soudures ou superpositions bout à bout, nécessitées par la longueur limitée de chaque nappe, les tensions variables subies par la couche d'un diamètre différent à son enroulement, enfin la nécessité de transporter les rouleaux d'une carde à l'autre, et de les manier souvent à la main, laissaient à désirer, ce système n'offre plus d'avantages que pour la fabrication de la ouate où il est généralement usité. La couche de coton du tambour est alors portée sur une toile sans fin pour former une nappe continue. Un industriel de Senlis, Daniel Lajude, se fit breveter en 1817, pour un système de réunissage qui mérite une mention spéciale quant à son application aux filatures. Par sa méthode, la première carde transformait le coton cardé en ruban, qui tombait dans un pot cylindrique ou un panier. Un certain nombre de ceux-ci, quarante environ, venaient se réunir entre les deux rouleaux d'une espèce de laminoir compresseur sans étirage, il en résultait une nappe comprimée, qu'on recevait sur une tablette inclinée et dirigeait dans une caisse à mouvement de va-et-vient, placée au-dessous de la tablette. Un fouloir venait comprimer les nappes superposées dans la caisse afin de condenser le produit, ces récipients contenaient chacun 2 kilogrammes. Deux récipients servaient à l'alimentation d'une carde finisseuse.

Le récepteur rectangulaire à mouvement de va-et-vient, encore employé dans certaines filatures et préféré au pot cylindrique par un assez grand nombre d'industriels, est donc moins récent qu'on ne le suppose généralement.

L'idée de réunir en un, chacun des rubans d'une même rangée de carde les uns à côté des autres, de les faire cheminer parallèlement entre des rouleaux placés dans un couloir sous ou sur le plancher de l'atelier, pour se rendre à une machine à réunir, est encore due à M. Bodmer; elle remonte à 1825. La disposition spéciale imaginée par l'auteur fait partie d'un ensemble de perfectionnements portant sur presque toutes les machines de la filature. Cet ensemble n'a pas été appliqué, que nous sachions, d'une manière complète, mais l'industrie a

profité d'un certain nombre de ses détails aussi originaux qu'efficaces. On peut indiquer entre autres les cardes débourreuses inventées sans doute trop tôt, attendu qu'elles différaient peu, dès lors, de certains types qui se sont fait adopter depuis. Il en est de même des alimentations au moyen de hérissons ou d'un cylindre cannelé tournant dans une auge, et d'un certain nombre de modifications, telles que les couloirs presque exclusivement employés pendant un grand nombre d'années, sans que cependant l'auteur ait eu la satisfaction de les faire adopter lui-même. On leur préfère généralement aujourd'hui les pots tournants, décrits précédemment, chap. XXII, § 3; les avis sur les avantages réciproques des deux systèmes étant encore partagés, nous donnons les deux modes de réunissages en présence. La fig. 9 est une élévation et la fig. 10, pl. IX, un plan du système de réunissage direct des rubans à la sortie de la carde pour former un rouleau composé d'un nombre de rubans égal à celui des cardes placées côte à côte sur une même rangée. Les figures n'en donnent que trois, mais elles sont en général au nombre de douze au moins; ce nombre s'élève en raison de la longueur de l'atelier et de l'importance de l'établissement, *p p*, indique le peigne de la nappe *n* en forme d'éventail, qui se transforme en ruban entre les cylindres lamineurs *r* pour se mouler dans l'entonnoir e. L'ensemble de ces rubans R fig. 10 cheminent dans la direction de la flèche guidés convenablement pour venir se réunir en un seul rouleau disposé sur la machine à réunir. Celle-ci étant d'une forme indépendante du mode de réunissage des rubans, reste la même dans le système à couloir et dans celui dit à pots. Nous indiquons donc ce dernier avant de donner l'appareil à réunir qui termine l'un ou l'autre système. La figure 11, pl. IX, donne une projection, vue par-dessus, de la réunion des rubans par les pots. On voit une table T d'une forme trapézoïdale, de chaque côté de cette table polie à la surface se trouve placée une double rangée de pots contenant les rubans provenant des cardes; chacune de ces rangées de la figure contient ici 14 pots. C'est donc 4 fois 14 = 56 venant de

pots de 56 cardes ; chacun de ces rubans se développe sur la table T où ils se rendent après avoir été guidés par les guides *g*. On voit la projection de ces rubans sur la table allant en s'élargissant depuis une extrémité à l'extrémité opposée où se trouve placée la machine à réunir suivante, que nous allons décrire et figurée ici par les rouleaux *o o*.

§ 25. — Machine à réunir, pl. XVI.

La figure 1 donne une vue de côté de la machine, dont la figure 2 est un plan horizontal. La figure 3 représente une section verticale, et la figure 4, un profil, du côté opposé à celui donné par la figure 1.

Les rubans Y, dirigés les uns à côté des autres au nombre voulu, sont amenés par la toile sans fin D, dans un anneau G, sur une plaque courbe ou espèce de tablier fixe B. La largeur de la nappe formée par l'ensemble des rubans parallèles est réglée par deux guides *t*, *t*, vissés sur la plaque B. La nappe laminée entre les cylindres cannelés G R, subit ordinairement un faible étirage dans le rapport de 1 1/2 ou 2 à 1. Elle s'enroule sur un rouleau H, après avoir été comprimée et condensée entre les cylindres de pression L et régularisée par les enrouleurs $E_1 E_1$.

Transmissions de mouvements. — L'arbre de la poulie motrice P porte la roue *a*, dont l'action se transmet par les intermédiaires *b d c* au pignon droit, placé sur l'arbre de la toile sans fin D (fig. 1). La commande des premiers cannelés est transmise par la roue *e*, qui reçoit directement le mouvement du pignon *a* (fig. 2 et 3).

Le deuxième rang de cylindres est commandé par la roue *m* (fig. 4), placé sur l'arbre moteur et les roues *n r s*.

Cette dernière roue S est fixée sur l'arbre des cannelés du deuxième rang. Ces trois roues *n*, et les deux placées à ses côtés, à droite et à gauche, sont portées sur un secteur V, qui a la faculté de tourner autour du centre de rotation de la roue

m. Un levier à poignet X est disposé à cet effet, et permet de faire engrener à volonté la roue S, avec son pignon de droite ou de gauche. Le rapport de la quantité d'étirage n'est pas le même dans les deux cas. L'engrènement de l'une des deux roues donne l'étirage convenable au passage de tous les rubans qui doivent constituer la nappe, l'engrènement de l'autre donne un étirage correspondant à la quantité totale de rubans moins 1. Si donc l'étirage normal est établi pour *n* rubans, la modification dans le rapport d'engrenages sera calculée de 1 à *n*. Une vis *v* sert à maintenir le levier X dans la position convenable, une fois qu'il a mis en communication les roues pour obtenir l'étirage dans la marche normale, ou celle nécessitée par le manque d'un ruban. Les rouleaux compresseurs L et les enrouleurs E sont commandés par le deuxième rang de cannelés, les premiers au moyen des roues *f g*, *h i*, les seconds par celles *f g*, *k i k l*.

Dispositions accessoires de la machine. — Sur les rouleaux de cuir R et sous les cylindres cannelés G sont disposés les chapeaux FF, destinés à nettoyer ces organes et à empêcher la nappe Y de s'enrouler autour d'eux.

Chaque chapeau (fig. 5) se compose d'une pièce rectangulaire en bois, souvent plaquée d'acajou à l'extérieur et dont l'intérieur a été creusé afin de recevoir une pièce de drap d^2 tendue sur deux petits rouleaux mobiles $r_2 r_2$. Cette disposition permet au drap de se déplacer et de donner un meilleur nettoyage.

Le chapeau mobile autour d'un axe fixé au bâti, est appuyé contre les cylindres G′ au moyen d'un poids M.

Les rouleaux de cuir R sont pressés contre les cylindres C par un poids I agissant à l'extrémité d'un levier K. La pression du poids est communiquée aux rouleaux par deux tringles *t* et des sellettes en bronze ou en fonte placées à chaque extrémité.

Lorsqu'un rouleau de coton est terminé, on soulève le plateau T et le rouleau par conséquent, au moyen des tiges U, placées à chaque extrémité et articulées en i^2 des bielles Q et de

la pédale N sur laquelle on appuie avec le pied. On fait alors basculer les deux plateaux T et T′, de manière à mettre l'un à la place de l'autre ; on laisse ensuite retomber le système, jusqu'à ce que le nouveau rouleau en bois H, disposé à l'avance entre les deux plateaux T, vienne reposer sur les enrouleurs EE et dont le mouvement produit la formation d'un nouveau rouleau.

La figure 6 montre le rouleau H maintenu au centre des deux plateaux par un arbre *f* sur lequel il est mobile.

Lorsqu'on veut changer un rouleau plein de coton pour un rouleau vide, on retire l'axe *f*, on enlève le rouleau plein, pour substituer le vide entre les deux plateaux de manière que son trou se trouve en regard de ceux des plateaux.

Malgré le fréquent emploi de la machine à réunir qui vient d'être décrite, on peut lui reprocher une assez grande complication, et surtout de ne pas donner l'uniformité de préparation que l'on recherche avant tout. Elle présente en effet plusieurs causes principales d'irrégularité ; des rubans isolés peuvent se rompre dans des canaux, cesser de fournir pendant que la masse continue à cheminer; la tension des fibres varie avec les différents diamètres du rouleau de la machine ; elle est évidemment plus forte pour la partie extérieure que pour la surface intérieure de chaque circonférence, elle n'est pas non plus la même pour les premières que pour les dernières couches du rouleau; enfin les reprises ou juxtapositions à chaque extrémité du rouleau développé, pour passer à la machine suivante, déterminent, à leur tour, des parties manquant d'homogénéité.

Réunissage à pots et à casse-mèche. — Parfois les rubans, au lieu de se réunir en un rouleau, sont doublés dans un pot unique. Dans ce cas, les pots à rubans isolés sont placés comme fig. 11, pl. IX, à l'extrémité d'une table ; ils se rendent deux à deux entre deux paires de rouleaux cannelés à mouvement de rotation placés sur cette table et doués d'une très-légère augmentation de vitesse pour dresser plutôt que pour étirer. Les rubans ainsi dirigés sont tous réunis dans un entonnoir pour

passer ensuite entre des rouleaux délivreurs, d'où ils tombent en un ruban unique dans un pot placé à l'autre bout de la table. Chacun des rubans isolés est également guidé ici par un appareil débrayeur. Ce mode d'opérer présente donc l'avantage d'éviter les irrégularités provenant des causes indiquées précédemment, mais on lui reproche d'occasionner des déchets. Aussi le doublage direct obtenu par la réunion des pots de la carde aux machines suivantes est-il généralement préféré, tant à cause de sa simplicité que de la sûreté des résultats lorsque les machines sont à casse-mèche débrayeur.

En résumé, quel que soit le système de cardes et de réunissage employé, il s'agit toujours de faire passer aux préparations suivantes, aux étirages, un certain nombre plus ou moins considérable de rubans fournis par les cardes. Ce nombre peut varier, et il varie en effet, avec la nature et les qualités des cotons, les systèmes d'appareil adoptés, le degré de finesse en vue. Tantôt, dans l'emploi des couloirs, par exemple, ce sont tous les rubans d'une rangée de cardes qui vont s'assembler et se doubler sur l'appareil à rouleaux placé à l'extrémité de l'atelier. Tantôt, comme nous l'avons dit, c'est le même nombre de pots dont les rubans vont se réunir, soit dans un pot, soit sur un rouleau. Aujourd'hui, ce sont en général six ou huit pots provenant d'autant de cardes qui vont se placer devant les étirages suivants. Quel que soit d'ailleurs le mode de procéder, il doit toujours tendre au même résultat : former aussi économiquement que possible un produit homogène et régulier du numéro déterminé *à priori*, sans altérer ni même fatiguer la substance. Les étirages seront d'autant plus faciles et plus parfaits que la matière leur arrivera mieux disposée et conservée. Il y a donc une importance capitale à perfectionner autant que possible les préparations du premier degré. Or, l'un des progrès les plus marqués dans cette direction étant la substitution du peignage au cardage, nous devons mentionner ce nouveau mode de préparation du coton avant d'aborder la description du travail des étirages. Bien que l'on commence à employer le peignage, ainsi que nous l'avons dit, même aux

cotons courte-soie, et que ce serait peut-être ici la place d'en parler pour terminer ce qui concerne la préparation des fibres courtes, nous préférons donner plus loin la description de ces nouveaux moyens, après avoir exposé les principes généraux des divers systèmes de peigneuses.

CHAPITRE XXIII

DU PEIGNAGE ET DE SES PRÉPARATIONS.

---

§ 1. — Considérations préliminaires.

Notre prétention n'est pas d'avoir indiqué toutes les recherches dont les cardes ont été l'objet, mais d'en avoir dit assez pour faire connaître les principales et pouvoir faire apprécier même celles dont nous n'aurions pas parlé directement, les différences ne portant, sauf pour la carde Plantrou et Delamarre, que sur des modifications de détails dans les dimensions, les vitesses, le nombre et le groupement des organes, pour ainsi dire immuables dans leurs formes et fonctions.

Nous croyons aussi avoir fait ressortir tout ce qu'il y a encore de délicat dans le maniement et l'établissement de la carde, ce qu'elle a d'incertain en principe, et toutes les difficultés que rencontre son efficacité pratique. Néanmoins, la persistance des recherches pour la perfectionner, ce qui a été dit, répété et écrit sur son côté ingénieux, explique comment elle est restée

longtemps exclusivement chargée de l'une des préparations les plus importantes de la filature. Il y a à peine trente ans, en effet, que l'on a osé songer à un moyen de peigner le coton, et il n'y en a pas vingt que la machine nouvelle s'est fait adopter pratiquement. Nous n'avons pas à revenir sur l'importance de cette invention, dont on ne profite encore que pour les cotons longue-soie, ayant suffisamment insisté sur ce point en parlant des progrès techniques.

On se tromperait cependant si l'on supposait que la peigneuse à elle seule suffit pour préparer le coton. Elle n'est qu'une machine finisseuse, à laquelle il faut livrer des nappes épurées pour être transformées en une préparation dont on ne pouvait soupçonner la perfection avant l'emploi de la machine nouvelle, et qui réalise réellement le problème poursuivi en vain par le cardage. Elle forme un produit préparé, qui ne peut être composé que de fibres de même longueur, entièrement débarrassées de boutons, parfaitement développées et parallélisées dans la nappe. Ce résultat a pour ainsi dire métamorphosé la matière. On ne la dirait plus de même nature, si on compare une même partie divisée en deux, traitée ici à la carde, là à la machine à peigner ; la nappe de la première offre une certaine apparence duveteuse, plus ou moins homogène ; celle de la seconde est d'une netteté, d'une finesse, d'un brillant, d'une blancheur même qui complètent et rehaussent les qualités du coton, lui donnent une valeur toute particulière et permettent d'étendre le domaine de ses nombreux produits. Mais comment peigner des fibres d'une vingtaine de millimètres de longueur? comment opérer cette séparation entre celles qui ont la *taille voulue* et celles qui ne sont pas propres *au service* du peignage ? comment les ranger les unes à côté des autres avec autant de soin et plus de certitude que s'il s'agissait de la plus précieuse chevelure ? comment enfin ne laisser passer dans la mèche peignée aucune espèce de grosseurs ou de boutons microscopiques qui pourraient déparer le résultat et amoindrir sa perfection ?

Telles sont les questions que paraît s'être posées Josué

Heilmann. En les résolvant il a doté l'industrie d'une série de mécanismes dont les services directs sont incalculables, et qui en rendront peut-être plus encore, par la nouvelle voie dans laquelle leurs résultats ont lancé le monde des chercheurs.

L'importance de l'invention de Heilmann, les perfectionnements et les modifications de détails dont elle a été l'objet, de la part de la maison Schlumberger d'abord, d'autres ensuite, nous déterminent à donner l'*invention mère* telle que Heilmann l'a fait breveter, en reproduisant son mémoire descriptif. Cet exposé du célèbre inventeur vient à l'appui de ce qu'il nous fit l'honneur de nous dire, il y a près de quarante ans, dans une conversation que nous eûmes avec lui, dans l'établissement qu'il dirigeait alors à la *Cour de Lorraine*, à Mulhouse. En nous parlant de l'utilité pour l'industriel des connaissances élémentaires de mathématiques, il ajouta que la possession des notions scientifiques premières est presque toujours suffisante à un esprit bien doué pour résoudre pratiquement les questions industrielles les plus compliquées. C'est avec ce bagage scientifique qu'il réalisa depuis lors deux inventions capitales, la machine à broder et la peigneuse qui illustrèrent son nom, aussi bien par les services rendus que par leur originalité. Voici le mémoire descriptif de la demande de brevet pour la peigneuse, dont nous avons seulement à nous occuper ici :

§ 2. — Brevet en date du 17 décembre 1845, au sieur Heilmann, de Mulhouse, pour un démêloir et une peigneuse.

Voici la théorie de ces machines, pl. XVII :

Etant données deux surfaces cardantes ou peignantes d'une forme quelconque, par exemple, les deux hérissons *a* et *b* (fig. 1), supposons que ces surfaces se meuvent dans le sens indiqué par des flèches, mais avec des vitesses différentes l'une de l'autre ; soit, de plus, donné à l'un d'eux un mouve-

ment oscillatoire tel qu'il s'approche et s'éloigne alternativement pendant le travail, en décrivant des lignes plus ou moins grandes, selon la longueur des matières, ou bien que les deux hérissons se meuvent simultanément, dans le but de produire les mêmes effets, comme par le mécanisme dont voici la description :

c, axe d'un arbre coudé, qui est assujetti à un bâti, centre du collet excentrique de l'arbre *c*.

l, bielle qui transmet le mouvement oscillatoire au hérisson *a*, lequel se meut autour du pivot *o*, fixé au bâti.

g, balancier qui pivote sur le centre *i*, également fixé au bâti, et qui communique au hérisson *b* un mouvement analogue à celui de *a*, par l'intermédiaire de la bielle *h*.

Pour imprimer des mouvements de rotation convenables aux hérissons *a* et *b*, il faut que les dernières roues ou poulies de transmission dont on se sert soient excentriques avec les pivots *f* et *i*, ou même placées à libre frottement sur eux.

Si alors on charge d'une nappe de coton le hérisson qui tourne le plus lentement, soit *a*, bientôt le hérisson *b* saisira les parties saillantes des filaments, les attirera légèrement, ainsi que leurs voisins, et il finira par s'en emparer totalement. La nouvelle nappe, ainsi formée, sera d'autant plus réduite en épaisseur, et ses filaments seront d'autant plus parallèles entre eux, que la vitesse de la surface *b* surpassera celle de *a*, et la nappe sera d'autant plus homogène que sera plus grand le nombre de fois que l'on aura soumis la matière à cette première opération.

Mais afin que la nappe ne subisse pas, comme dans les batteurs, les velow, les cardes et autres machines analogues, une dissolution complète, la différence de vitesse entre les deux surfaces est maintenue dans les limites de celles en usage dans les machines appelées *étirages* pour le coton, car on se propose ici de conserver l'adhérence naturelle entre les filaments et d'en profiter, et d'opérer, au moyen d'un glissement graduel, une espèce de peignage et d'étirage simultanés, dont les moindres effets se conservent et augmentent graduellement, tandis que,

au sortir des machines ci-dessus nommées, le parallélisme n'est pas conservé relativement à la nappe.

Soit encore, fig. 2 :

A, un système fournisseur quelconque, composé de pinces, de cylindres, et approprié à la matière que l'on veut traiter; par exemple, un cylindre cannelé *a*, marchant par intermittence; et à repos stable, ou par un mouvement continu, et un conduit *b*, qui presse médiocrement la matière contre ledit cylindre, sans gêner la marche de la nappe.

B, un système d'appel de délivrance quelconque, par exemple un cylindre cannelé et un autre de pression *d*, tout le système pouvant se mouvoir autour du point *e*, fixé au bâti.

c, un hérisson qui, en tournant sur son axe, peut s'approcher, tantôt de l'alimentation *A*, tantôt de la délivrance *B*, et bientôt se dérober sous le conduit *b*, où il se débourre, soit en tournant en sens inverse, à proximité d'un autre hérisson ou d'un peigne, ou par une méthode qui est décrite plus bas.

Un des mécanismes propres à produire ces effets consiste dans les détails suivants :

f, centre d'un arbre coudé assujetti au bâti.

g, tourillon excentrique de cet arbre.

h, bielle engagée dans le tourillon *g*.

i, pivot fixé au bâti, et sur lequel pivote et glisse la bielle *h*.

K, levier qui est accouplé à la bielle *h*, par un mouvement de charnière, au point *l*, et qui sert de support au peigne *c*.

m, autre pivot fixé au bâti, sur un point convenable du cercle *nm*, selon les courbes que l'on veut faire décrire au peigne. C'est sur ce pivot que tourne et glisse le levier K, percé d'une coulisse.

p, bielle adaptée au système *B*, comme aussi au levier *k*, lequel entraîne ce système au moyen de la bielle *p*, pour l'approcher de l'alimentation A.

Le hérisson reçoit son mouvement par le centre *m*, celui du cylindre *d* par le pivot *e*; quant au cylindre *a*, il se meut au moyen d'un encliquetage à rochet.

Si une nappe de matière rendue parallèle et homogène par

le procédé décrit dans la première démonstration est engagée dans l'alimentation A, le peigne c y formera la barbe y, après quoi il se dérobera sous le conduit b et permettra à l'appel B de s'approcher de l'alimentation. Ce mouvement rétrograde, effectué en tournant sur leur axe, est réalisé par des moyens décrits plus bas. Arrivée à une distance convenable de l'alimentation A, la barbe peignée y se joindra à la queue z, provenant d'une précédente opération. Alors la paire de cylindres d, e, fera un mouvement de rotation en avant, et puis tout le système B retournera à sa première position, en emportant une mèche de filaments. Dans ce mouvement, le peigne reparaîtra et s'approchera assez de la queue z pour qu'elle soit aussi peignée.

On voit par cette démonstration que l'on se propose de fractionner une nappe par mèches d'une certaine longueur, lesquelles se peignent devant et derrière, pour se réunir de nouveau en nappe ou ruban, et tout cela par des moyens automatiques.

§ 3. — Démêloir.

Toutefois ce qui précède sera complété par les descriptions détaillées des deux machines qui vont suivre, et qui offrent chacune une application des deux principes énoncés.

La figure 3 représente une section verticale, et la figure 4, le plan des parties essentielles de cette machine, dont les dimensions indiquées conviennent pour le coton.

a, l'un des côtés du bâti portant les pivots.

b, support avec coussinet ; son pareil se trouve au côté opposé.

c, arbre coudé en deux endroits, intérieurement aux coussinets b, dans lesquels il tourne ; il reçoit le mouvement du moteur directement.

d, axe de rotation de cet arbre.

e, centre de ses parties excentriques ou coudées.

f, collet en deux pièces et tournant librement sur le centre *e*; son pareil se trouve au bout opposé.

g, cylindre creux, vissé par chacun de ses bouts sur les collets *f*.

h, garniture de cardes, d'aiguilles ou de broches, dont le cylindre *g* est garni.

i, roue dentée et fixée sur l'un des deux collets *f*.

k, support en métal engagé à frottement libre sur le collet *f*. Ce support se prolonge dans sa partie inférieure vers le bas du bâti, et se termine par une tige qui glisse librement dans une ouverture faisant corps avec le bâti.

l, coussinet additionnel adapté au support *h*. Cette partie reçoit le pivot d'un arbre à vis sans fin ; une pareille pièce reçoit le pivot opposé dudit arbre.

m, vis sans fin avec son arbre tournant dans les coussinets *l*, et engagée dans la roue *i*.

o, autre vis sans fin dans laquelle engrène le pignon *n*.

q, rouleau et toile sans fin destinés à amener les matières filamenteuses.

p, chapeau garni de cuir, servant à appuyer la matière sur les cardes *h*.

s, ressort qui régularise la pression du chapeau *p*. Ce chapeau peut aussi être remplacé par un rouleau.

t, support destiné à recevoir le pivot du second hérisson.

u, centre et pivot dudit hérisson.

v, axe du même hérisson, cannelé à facettes, de manière à recevoir, au moyen de vis, des garnitures de peigne ou d'aiguilles.

x, peignes ou aiguilles.

y, barrettes engagées librement entre les peignes *x*.

z, rainures excentriques pratiquées à la partie latérale interne des supports *t*. Dans ces rainures sont engagées les extrémités des barrettes *y*.

w, disque dont chacune des extrémités de l'axe *x* est munie. Ces deux disques portent des entailles de la même inclinaison que les dents des peignes.

Chaque barrette est aussi engagée à frottement libre, avec deux bouts dans ces entailles.

Les barrettes, étant au besoin courbées d'équerre et percées d'un trou à chaque bout, peuvent pivoter sur ces trous, ce qui dispense des disques w.

L'arbre c, recevant un mouvement de rotation rapide du moteur, entraîne avec lui le hérisson h, non pas autour de l'axe e, mais autour de l'axe d, de manière à produire, sur la nappe de matière qui y est engagée et contre le hérisson x, qui est stationnaire et près de lui, un peignage dont il a été question. En même temps, un autre mouvement très-lent autour de son propre axe est imprimé au hérisson h, au moyen des deux vis sans fin m et o et de la tige fixe engagée dans la fourche p.

Par une communication tout ordinaire des roues dentées, l'arbre c transmet au hérisson x d'une part, et, de l'autre, au rouleau de toile sans fin q, leur rotation, mais avec des vitesses différentes telles, qu'il en résulte entre les hérissons un certain étirage de la matière.

La rainure excentrique z est disposée de manière que, du côté du hérisson h, les aiguilles soient plus élevées que les barrettes, afin de saisir la nappe, tandis que, du côté opposé, où il s'agit de dégager la nappe, les barrettes désaffleurent les aiguilles.

Lorsque dans cette machine la vitesse du hérisson h est la quatorzième partie du hérisson x et les deux centièmes de celle de l'arbre coudé c, les cotons longue-soie s'y travaillent bien. Ces proportions pourront varier selon les matières.

On peut, au besoin, faciliter le détachement de la nappe étirée au moyen d'un rouleau ou d'un peigne appliqué près des barrettes. Cette nappe peut être reçue sur un tambour ou au travers d'un entonnoir.

Cette machine peut aussi servir comme simple étirage, en diminuant ou supprimant l'oscillation des hérissons.

§ 4. — Peigneuse.

Cette machine est construite dans le genre d'un banc d'étirage pour le coton, avec addition d'un cylindre peigneur.

La figure 5 représente une section, et la figure 6 un plan essentiel de son mécanisme, dont les dimensions indiquées conviennent pour le coton.

A, pied du support, dont une seule paire ou bien un certain nombre de paires peuvent être placées sur un même porte-système.

B, support auquel est adaptée la partie alimentaire; il est fixé au pied A au moyen d'une vis, et peut se régler le long d'une surface et d'une coulisse circulaire.

a, cylindre cannelé tournant par intermittence; sa hauteur peut être réglée au moyen du coussinet a' et de la vis a''.

b, conduit de la nappe; il pivote sur l'axe b' et peut se régler au moyen du coussinet h'' et de la vis b''.

c, poids qui appuie le conduit contre le cylindre.

C, coussinet sur lequel est adaptée la partie délivrante de la matière pure; il est fixé au pied A au moyen de la vis c' et peut se régler par une vis c''.

z, levier qui pivote sur le coussinet *c*, soit au centre X, soit au centre Y, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

e, cylindre cannelé dont le pivot traverse le levier *z*.

f, cylindre de pression recouvert de cuir, et qui pivote dans le même levier *z*.

g, crochet qui effectue la pression de ces deux cylindres l'un contre l'autre, par l'intermédiaire d'un levier coudé g' et par l'effet d'un ressort g''.

h, ressort qui imprime au levier Z un mouvement autour de son axe X ou Y, dans le moment où l'arbre h', le levier h'' et la chaîne h''' ne lui font pas faire un mouvement opposé.

D, coussinet qui supporte un second système de délivrance

destiné aux résidus ; il est aussi fixé au pied A au moyen de la vis D.

i, cylindre cannelé.

K, cylindre couvert de peaux et pressant contre le cylindre *i*, au moyen d'un levier et d'un ressort. Ce cylindre peut être réglé à une petite distance des barrettes, ou les toucher légèrement.

C, chapeau qui recouvre le pivot du cylindre peigneur, lequel tourne dans un coussinet ménagé dans le pied A. Ce chapeau est tenu par la vis E.

l, axe du cylindre peigneur. Le diamètre extérieur de ce cylindre doit être proportionné à la longueur des matières filamenteuses, ainsi que toutes les autres parties de ce mécanisme.

m, dents de peigne dont la moitié environ de la circonférence du peigneur est garnie ; elles pourront être progressivement plus fines et plus rapprochées entre elles, dans le sens de leur travail, et appropriées aux matières.

n, barrettes qui se meuvent entre ces dents, comme il a été dit dans la description du démêloir.

o, partie de la circonférence recouverte de drap et de cuir au moyen de coins ou par tout autre moyen.

L'axe du cylindre peigneur est animé d'un mouvement circulaire continu dans le sens de l'inclinaison des dents dont il est garni. A chaque tour qu'il fait, l'alimentation fournit une certaine longueur de nappe. Le moment et la qualité de cette avance doivent être déterminés selon qu'on aura pour but ou l'économie de la matière ou la pureté du produit. Le peignage de la tête de la mèche étant achevé, et au moment où la partie cannelée *o* se présente devant le cylindre *f*, celui-ci presse fortement sur elle, pour arracher la mèche peignée, dont la paire de cylindres *e*, *f* s'empare par le mouvement et par l'effet de l'adhésion des filaments ; mais, lorsque, un moment après, la partie garnie de cuir se présente devant le cylindre *e*, celui-ci s'abaisse par un mouvement de bascule qui relève en même temps le cylindre de peau. La mèche fait donc alors un mouvement rétrograde, ce qui l'expose graduellement, et à com-

mencer par le bout de la queue, aux dents du peigne. On peut aussi effectuer la marche rétrograde de la mèche immédiatement après le peignage, ou bien on peut rétrograder en deux portions, avant, après ou pendant le peignage, comme on le verra plus tard, en disposant le cylindre peigneur à cet effet, et selon l'espèce et la longueur des matières.

Les résidus enlevés par les dents du peigne en sont immédiatement expulsés par les barrettes, et puis saisis par la paire de cylindres *i*, *k*. Si l'on donne à cette paire de cylindres un mouvement circulaire alternatif semblable à relui de la paire *e*, *f*, on pourra former un second boudin ; mais, si les résidus n'en valent pas la peine, on peut les laisser tomber librement et pêle-mêle ou les enlever au moyen d'une brosse ou d'un peigne.

On voit que, par ce procédé, c'est le mouvement circulaire alternatif, intermittent et progressif des deux paires de cylindres *e*, *f* et *i* et *k*, qui doit former une nouvelle nappe ou boudin des mèches fractionnées, soit de la matière pure, soit des résidus. A cet effet, il faut régler la quantité, la durée et la vitesse de ces mouvements, de manière que l'avance l'emporte sur la retraite ; et quant au peignage de la queue, pour qu'il s'effectue bien pour les longues matières, la retraite doit être effectuée avec une vitesse moindre que celle des dents du peigne.

Quant au moyen de produire ces effets, on se borne à en indiquer deux, dont voici la description :

1° Lorsque le cylindre de peau *f* est appuyé sur la partie cannelée *o*, au moyen du levier Z et de ses accessoires, le contact, à lui seul, peut causer le mouvement d'avance de la paire *e*, *f*, tout comme une forte pression du cylindre *e* sur la partie *p* peut en effectuer le recul. Dans ce cas, le levier Z doit pivoter sur le centre X.

2° Soit (fig. 7) un pignon *q* et les deux secteurs dentés *t* et *t'* pouvant engrener alternativement avec ce pignon. Sur leur axe *r* et *s* sont fixées aussi deux roues dentées entièrement, et indiquées par les lignes pointillées *m* et *x*. Ces deux roues engrènent ensemble, et tournent par conséquent en sens in-

verse l'une de l'autre ; elles sont, de plus, animées d'un mouvement circulaire continu, partant de l'axe du cylindre peigneur, et font le même nombre de tours que lui, dans un temps donné. Le pignon q est placé sur l'axe des cylindres e ou i (fig. 5), ou bien il est en communication avec ceux-ci.

On voit, par cette disposition, que l'on peut faire tourner à volonté, en avant et en arrière, le pignon q, comme aussi toutes les parties qui engrènent avec lui ; on voit aussi que, en modifiant la longueur et le diamètre des segments dentés, on est maître de la durée et de la vitesse des mouvements que l'on veut transmettre.

Mais ce moyen serait impraticable ici sans le perfectionnement que voici :

Les quelques premières dents t' et n' des secteurs sont rendues mobiles autour des axes t'' et a ; elles sont, de plus, maintenues au-dessus du niveau des autres dents par les ressorts v, dont le pouvoir doit être proportionné à la force à transmettre. Par cette disposition, la rencontre avec le pignon q se fait sans choc, car les dents levées glissent par anticipation dans celle du pignon. La force et la vitesse sont transmises par l'intermédiaire du ressort v, qui se tend graduellement pendant que le fragment denté se remet en place, et alors seulement que plusieurs dents peuvent agir simultanément.

Avec cette méthode, le levier Z doit pivoter sur le centre Y, qui est le même que celui du cylindre e, et, à cet effet, les coussinets c doivent être munis, de chaque côté, d'une partie cylindrique. L'intérieur de Y′ sert aux collets du cylindre e, qui le traverse d'outre en outre, et l'extérieur sert de pivot aux leviers Z.

Quant au mouvement de l'arbre h, on le lui donne par un excentrique placé sur l'axe du cylindre peigneur l. Dans cet excentrique est engagé un levier muni d'un galet et fixé sur l'arbre h.

Ce genre de mouvement n'a pas besoin de plus d'explication.

Les deux nappes sortant de la machine peuvent être reçues dans des entonnoirs et attirées par des rouleaux d'appel à mouvement continu ou alternatif.

Je n'ai, jusqu'à présent, indiqué que l'alimentation la plus simple pour la peigneuse, mais elle ne suffirait pas dans tous les cas et pour toutes les matières. Indépendamment de celle en usage dans d'autres machines, et que l'on pourrait employer, on va en indiquer deux nouvelles.

La figure 8 en représente une section.

b, cylindre peigneur.

f, cylindre de pression, de délivrance, comme dans la figure 5.

a, cylindre cannelé alimentaire.

a'', cylindre de pression alimentaire.

b'', règle garnie de drap et de cuir.

b', pivot de cette règle.

b''', bras qui joint la règle b'' au pivot b'.

c, ressort ou poids qui agit sur la règle h. Ces parties sont analogues à celles qui sont marquées des mêmes lettres dans la figure 5.

c', vis servant à régler le point d'arrêt de l'action qu'exerce le ressort c sur la règle b''.

x, autre règle taillée en vive arête.

x', bras portant la règle x.

x'', pivot fixé au bras b''', et autour duquel peuvent se mouvoir le bras x' et la règle x.

x''', tringle attachée au bout du bras x', en forme de charnière, et mise en mouvement par un excentrique.

y, peigne à travers lequel est étironnée la matière et qui est fixé par ses deux extrémités aux supports.

La paire de cylindres alimentaires amène le coton ou la laine entre la paire f, b, comme dans un étirage à coton. Au moment du peignage la tringle x''' est tirée de haut en bas, et sollicite le levier x' à tourner autour du centre x'' jusqu'au moment où la règle x rencontre la règle b'', pour serrer entre elle la tête de la nappe. Dès lors le mouvement se continue autour du point b', et entraîne la règle b'', en lui faisant décrire la portion circulaire 1-2. Ainsi la barbe se rapproche graduellement des dents du peigneur b. Après le peignage, la tringle x''' remonte à sa place primitive, et avec elle la barbe

peignée, qui s'engage aussitôt entre les dents du peigne y. La vis c' rencontre un point fixe du support B, ce qui arrête l'ascension de la règle b'', tandis que la règle x retourne à son point de départ.

Une autre alimentation, représentée figure 9, ressemble à la précédente ; c'est pourquoi toutes les pièces analogues sont marquées des mêmes signes. Elle en diffère en ce que les cylindres alimentaires sont remplacés par deux ou un plus grand nombre de rangées d'aiguilles ou broches b, b, et que la rangée d'aiguilles ou le peigne y est rendu mobile autour du centre e. Ce peigne plonge, d'ailleurs, dans les fibres, de bas en haut, au lieu de plonger de haut en bas ; de plus, l'axe x'' est rendu mobile autour d'un pivot fixe au bâti, qui se trouve sur le prolongement du levier z, de manière que la pince a, b peut s'éloigner et se rapprocher du cylindre f, le long de la matière à peigner, ce qui s'effectue au moyen d'un excentrique ou d'une came. L'éloignement de la pince a lieu pendant l'étironnage, après quoi commence la descente et le peignage, comme dans la seconde alimentation. Après le peignage, la pince remonte directement dans sa première position, c'est-à-dire celle qui est la plus rapprochée du cylindre f, et c'est là ce qui cause l'avance progressive de la nappe, qui entre et sort ainsi à chaque fois des pointes b, c. Ces pointes ou aiguilles sont assujetties au bâti avec le support du centre c. Le petit levier fait corps avec le peigne y et ses dépendances ; il est engagé entre les deux chevilles i, i, qui l'entraînent dans leur mouvement ascendant et descendant.

On voit, par la simple inspection du dessin, que, pendant la retraite de la pince, le peigne y reste en place ; on peut aussi se convaincre que, au moyen d'une distance convenable entre les deux chevilles i, i, et une longueur bien proportionnée du levier y, le peigne et la pince peuvent ne pas se gêner dans leur mouvement simultané.

Ce mouvement peut être modifié de la manière suivante :

On peut, comme dans la seconde alimentation, maintenir la pince à une distance invariable, et faire avancer ou reculer à sa

place, par les mêmes moyens, les trois rangées d'aiguilles y, h, b, ainsi que toutes les pièces qui en dépendent.

Voici encore (fig. 10) une autre alimentation :

Le cylindre a est ou cannelé ou garni de cuir, de drap ou autrement; mais il tourne dans le sens inverse pour faire avancer la nappe, laquelle est tenue, de haut en bas, par un guide terminé en vive arête et non garni de cuir.

Indépendamment du mouvement de progression du cylindre a, ce cylindre et le guide font simultanément, et à chaque tour, une oscillation en prenant alternativement les deux positions a, b et a' b', la première pendant le peignage, et la seconde au moment de l'étirage.

Dans cette disposition, on peut utilement faire usage du peigne y (fig. 8).

Voici le mécanisme qui produit les effets voulus :

Le guide h se termine à ses deux extrémités par une paire de chapes percées de trous, à travers lesquels passent à frottement libre les axes du cylindre a; de plus, une de ces chapes est munie d'un levier x avec une tringle x'''.

Sur le même axe du cylindre a, et du même côté sont aussi adaptées deux roues dentées, dont l'une, p, à frottement libre et à denture externe, et l'autre, q, fixe et à denture interne. Un pignon r engrène à la fois dans ces deux roues. Ce pignon tourne librement sur le pivot s, lequel est rivé au levier x.

De plus, la roue q reçoit du dehors le mouvement intermittent, progressif et à repos stable, nécessaire à l'avance de la nappe, et à telle époque que l'on juge la meilleure. Au moment du peignage la tringle x''' est levée, et avec elle le levier x', ce qui fait prendre au guide h et au cylindre a la position ah, et approche les fibres du peigne, en les pliant autour d'un angle vif, qui aide à les retenir.

Après le peignage, la tringle x''' redescend, et donne au guide b et au cylindre la position voulue. Les filaments peignés sont alors arrachés par le cylindre f, selon la ligne $a'f$. La simultanéité des mouvements du guide b et du cylindre a résulte de leur union par les engrenages p, q et r.

Dans le cas où les matières auraient besoin d'un fort peignage, on peut rendre indépendante la partie cannelée de la partie peignante, tout en conservant à la machine le caractère rotatoire qu'elle offre dans les figures 5 et 6.

On a indiqué cette modification dans une élévation (fig. 11).

f, cylindre d'étirage.

o, partie cannelée, précédée et suivie d'une couverture en cuir.

o', une paire de segments qui peuvent tourner librement sur l'axe du cylindre peigneur et dont une pince se trouve à chaque extrémité de ce cylindre. C'est sur ces deux pièces qu'est fixée la partie cannelée.

o'', roue dentée faisant corps avec chaque segment et recevant son mouvement par un pignon et un arbre allant parallèlement au cylindre peigneur.

On voit que par cette disposition à chaque tour de la cannelure ou à chaque opération du peignage, le peigne circulaire *m* peut faire autant de révolutions qu'on le jugera convenable, et sans perdre de temps.

Ce mémoire descriptif du célèbre inventeur comprend, non-seulement l'exposé précis du principe du peignage de toutes espèces de substances filamenteuses, mais encore, comme on a pu le voir, des modifications diverses et originales de la plupart des mécanismes par lesquels ce principe peut être réalisé. Nous passons maintenant aux moyens pratiques en usage d'après les bases posées par Heilmann.

§ 5. — Préparation avant peignage.

Pour être peigné, le coton a besoin de subir une préparation préalable. Il serait impossible de le soumettre avec ses impuretés à l'action des aiguilles plus ou moins fines sans nuire à celles-ci, et à la perfection du travail. Heilmann l'avait compris et avait imaginé sa machine à démêler dans le but de com-

mencer le traitement par une opération qui désagrégeât la masse et la débarrassât en grande partie des corps étrangers et des impuretés, afin de ne soumettre à la peigneuse que des fibres à trier, par égale longueur, à dégager des boutons qui restent, et à ranger parallèlement dans un ruban continu. Le démêloir si ingénieux et dont le fonctionnement paraît si efficace, n'a cependant pas eu le succès de la peigneuse. On a généralement préféré la carde ordinaire, qui donne le même résultat. Certains industriels font encore précéder le cardage d'un baguettage à la main, mais nous préférons de beaucoup la substitution de la machine Poupillier, construite par MM. Schlumberger, que nous avons vue fonctionner chez les filateurs réputés comme faisant les fils fins les plus estimés pour les élégants tissus de Tarare. Les préparations avant le peignage du coton se composent donc : 1° d'un passage à la machine Poupillier, pour remplacer le battage à la main; 2° d'un cardage double ou triple, pour disposer les rubans à peigner. Les cardes n'offrant dans ce cas absolument rien de particulier qui n'ait été décrit précédemment, nous nous bornons à donner une indication succincte de la disposition de la machine dite *Poupillier*.

Cette machine avait été proposée par son auteur comme une peigneuse à laine et disposée en conséquence pour pouvoir être chauffée, mais lorsqu'on l'emploie comme moyen préparatoire du coton, le chauffage devient inutile; cependant, comme une chaleur douce pourrait avoir de l'avantage dans certains cas, nous décrivons la figure avec la disposition pour le chauffage.

§ 6. — Machine à démêler, pl. XVIII.

La figure 6 est une coupe verticale passant par l'axe de la machine, et la figure 7, une section par un plan perpendiculaire à la première. La figure 8 donne un détail du mécanisme délivreur.

Les parties principales de la machine se composent :

1° D'un double cylindre creux garni extérieurement de pointes ou aiguilles servant à préparer les filaments. Ce cylindre est monté sur un axe également creux servant au besoin à l'introduction et à la sortie de la vapeur après sa circulation dans la circonférence intérieure ;

2° De cylindres alimentaires ordinaires, ou garnis de pointes ;

3° D'un cylindre cannelé et d'un rouleau de pression.

En arrière sont placés deux rouleaux attracteurs, entre lesquels la matière est étirée à sa sortie.

Ce mécanisme est approché ou éloigné à volonté du grand tambour à aiguilles.

a, poulie motrice montée sur l'axe de l'organe principal.

b, axe creux de cet organe.

cc, plateaux en fonte formant les deux bases du grand cylindre.

d, roue d'engrenage fixée sur l'un des plateaux (voir fig. 8).

e, cylindre démêleur.

f, garniture en cuivre dans laquelle sont fixées les aiguilles.

g, cylindre intérieur laissant un espace circulaire propre à la circulation de la vapeur.

h, tuyau d'introduction de la vapeur dans le cylindre.

h', tuyau de sortie de la vapeur.

iiii, petits tuyaux conduisant la vapeur dans l'espace circulaire du cylindre.

jjj, cylindres alimentaires garnis de pointes d'acier et amenant la laine sur le cylindre peigneur. Ces cylindres reçoivent leur mouvement de la roue *k*, montée sur l'arbre de la toile sans fin.

n, *n*, brosses placées au-dessous du cylindre peigneur.

o', cylindre cannelé placé à la sortie du peigneur. Ce cylindre porte un pignon pouvant engrener avec la roue *d*.

o', cylindre de pression.

q, *q'*, cylindres étireurs entre lesquels sort la matière.

r, *r* (fig. 8), supports à coulisse glissant sur des coulisseaux fixés sur le bâti B.

t, support fixé invariablement sur le bâti, et portant une poulie *u* et une roue *v*.

x, *y*, *z* (fig. 8), roues recevant le mouvement de la roue *u* pour le transmettre aux cylindres *o*, *q*.

Mouvement de la machine. — Une nappe de coton d'environ 450 grammes est placée sur la toile sans fin, d'où elle passe entre les cylindres alimentaires pour se rendre sur le cylindre peigneur *c*, où elle s'étale en nappe.

Pendant cette opération, les supports à coulisse *r*, *r*, et les cylindres *o*, *o'*, *q*, *q'*, sont éloignés du tambour à aiguilles. Quand le cylindre est suffisamment garni de coton, on débraye la poulie motrice *a*, on embraye la petite poulie qui tourne en sens contraire de la poulie motrice, et l'on pousse les supports à coulisse *r*, *r*, jusqu'à ce que le pignon du cylindre cannelé *o* engrène sur une roue montée sur l'axe du démêleur. Dans cette nouvelle position, la roue *x* vient engrener avec *y* montée sur l'axe de la poulie *u* (fig. 8). Tous les cylindres, étant alors commandés par cette poulie, tournent en sens contraire, et le coton, qui recouvre le peigneur, se dégage pour passer entre les cylindres *o o'*, *q*, *q'*, d'où il sort en nappe étirée.

Les filaments bruts de la table viennent donc s'engager dans les cylindres alimentaires garnis de pointes d'acier, chacun de ces cylindres est commandé directement par des pignons, afin que les pointes des cylindres engrènent les unes dans les autres et retiennent la matière en évitant toute pression nuisible au travail. La rotation considérable de la quantité énorme de pointes inclinées, par rapport aux rayons du tambour, et la force centrifuge qu'il développe, déterminent l'épuration par le départ des corps étrangers, la division de la masse et un commencement de redressement des fibres qui la composent.

Les aiguilles du grand tambour sont maintenues dans un état convenable de propreté, au moyen de brosses de rotation *n*, *n*. L'alimentation et le dépouillement du cylindre de la matière traitée ont lieu alternativement. Il est alimenté pendant qu'il tourne seulement. Après un certain nombre de tours, qui

peut varier avec la nature et l'état de la matière à traiter, on éloigne l'appareil alimentaire du tambour, et l'on en approche l'organe dépouilleur pour faire sortir les fibres engagées dans les aiguilles et les transformer en nappe.

A cet effet, les deux mécanismes alimentaires et délivreurs des supports A et B sont montés chacun sur une base à coulisse, qui permet de les faire glisser parallèlement à cette base, sur une traverse horizontale du bâti, de façon à les faire éloigner et rapprocher alternativement et aux instants voulus du cylindre démêleur. Comme les déplacements de ces organes alimentaire et délivreur ont lieu alternativement et en sens contraire, un seul système de levier articulé et une action suffisent pour produire simultanément le rapprochement de la partie A et l'éloignement de la partie B, ou, *vice versâ* et à volonté, l'éloignement de la pièce A et le rapprochement du support B.

C'est à la sortie de cette première machine préparatoire, qui remplace les batteurs usités dans le travail des filaments courts, que le coton est passé à la carde, et de là au peignage. Dans les préparations du coton longue-soie, le cardage n'est, par conséquent, qu'une transformation préliminaire et préparatoire.

§ 7. — Peigneuse Schlumberger.

Une invention quelconque n'arrive en général à l'état pratique qu'en passant par plusieurs phases plus ou moins faciles à franchir. Il ne suffit pas que la conception soit rationnelle, qu'un premier modèle démontre la possibilité de réaliser l'idée d'une façon industrielle, il faut encore étudier la meilleure combinaison des organes et des commandes, pour atteindre plus sûrement et économiquement la perfection des résultats. C'était cette dernière tâche qui incombait à la maison Schlumberger, concessionnaire du brevet Heilmann, dont les principes ont été si nettement dessinés par l'auteur dans son mémoire descriptif indiqué précédemment. M. Henri Schlumberger

y a apporté des perfectionnements de détails qui ont puissamment contribué au succès de la nouvelle machine. Heilmann avait généralisé le problème sans se préoccuper de la longueur et de la nature des filaments. Les constructeurs ont reconnu la nécessité de le spécialiser et d'établir trois catégories de machines sur le même principe, mais modifiées en raison surtout de la longueur des filaments à traiter. De là la création des peigneuses pour *filaments longs*, *mi-longs* et *courts* ; la première, destinée à la laine longue, lisse et au lin, la seconde aux laines mérinos et à la bourre de soie, la troisième aux cotons longue-soie, dont les fibres les plus longues le sont moins que les plus courtes des autres substances soumises actuellement au peignage. C'est l'industrie de la laine peignée mérinos qui la première appliqua ce système en France, avec un succès prodigieux ; celle du coton en profita ensuite. Les autres substances, laines longues, lin, étoupes, bourre de soie ne vinrent qu'après, pour utiliser la machine à des degrés différents, dans les diverses contrées. Nous en avons vu tirer un parti remarquable, pour la transformation des étoupes du lin en Angleterre ; nous n'en connaissons cependant pas de destination semblable en France, mais nous n'avons à nous occuper pour le moment que du peignage du coton longue-soie, également pratique aujourd'hui, dans toutes les contrées manufacturières, grâce à l'invention française. Résumons d'abord, d'après Heilmann, le but de cette machine et les moyens nouveaux sur lesquels elle repose : *fractionner en mèches un ruban convenablement préparé, peigner ces mèches sur toute la longueur avec une régularité parfaite, en enlever toutes les impuretés et inégalités sans y laisser le moindre bouton ni fibres au-dessous d'une longueur donnée, reconstituer un ruban continu avec ces fragments ainsi préparés.*

Pour atteindre ces résultats plus sûrement, l'on a pu remarquer que l'opération est scindée en plusieurs *temps*. Un organe spécial est chargé du travail correspondant à chaque temps. La machine se compose par conséquent : d'un *organe alimentaire*, qui se divise lui-même en parties comprenant la *pince*

et l'*appareil d'alimentation*; du *tambour peigneur*, de l'*appareil d'arrachage*, chargé du fractionnement de la mèche, du *peigne fixe*, dont la fonction principale consiste à maintenir et à préparer les filaments, de l'*appareil d'appel*, pour attirer le ruban reconstitué, et enfin de l'*organe débourreur*, pour conserver le peigne cylindrique dans un parfait état de propreté.

La figure 1, pl. XIX, est une section suivant un plan vertical passant par l'axe du tambour peigneur et donnant l'ensemble des organes de la machine.

Appareil alimentaire. — Il se compose d'une paire de cylindres a', b', l'inférieur est cannelé et animé d'un mouvement de rotation intermittent; le cylindre b', comme dans tous les organes de ce genre, appuie sur le premier. Le ruban à peigner, préparé comme il vient d'être dit, est livré à ces alimentaires par le tambour R, commandé lui-même d'une façon intermittente par des rouleaux a et b. Ce ruban R se déroule sur le tablier D, pour se présenter aux alimentaires a', b'.

Pince. — A la sortie des cylindres a', b', la mèche, fournie sur une certaine longueur, se trouve soumise à la pince, dont les fonctions consistent à la retenir et à la fixer pendant que les aiguilles vont la peigner et la laisser libre de cheminer après l'action. La destination de cet appareil est donc exactement celle de deux mains qui peignent : l'une fixant la mèche pendant que l'autre y passe l'outil. A cet effet, la pince est formée de deux mâchoires, l'une supérieure métallique c, l'autre inférieure d, garnie de cuir ou de drap; des ressorts tendent à l'appuyer constamment contre la mâchoire supérieure. Cette dernière c reçoit un mouvement d'oscillation autour des centres 1 et 2; la partie inférieure d la suit forcément jusqu'à ce qu'elle rencontre le point fixe 3 du bâti contre lequel elle vient butter, alors la première c continue seule à s'élever, la pince s'ouvre par conséquent. La mèche, livrée par les alimentaires, s'engage, sur une longueur déterminée, par un réglage convenable et variable, en raison de la finesse et de

la longueur des fibres ; elle y est fixée par la nouvelle réunion des deux mâchoires, opérée par la descente de la partie *c*. C'est l'oscillation de cette mâchoire qui entraîne la pince autour du point 1, pour présenter la mèche à l'action des aiguilles du peigneur H. A ce moment, le ruban est par conséquent étalé entre la pince sur toute sa largeur, et offre l'extrémité d'une mèche à la première rangée de dents parallèles de l'organe peigneur.

H. *Tambour peigneur.* — Il est formé d'un segment de peigne I et d'un segment cannelé E, fixé sur l'arbre *z*. La rotation continue de cet organe fait passer les aiguilles dans la mèche ; les filaments, d'une longueur au-dessous de celle qui sépare l'extrémité des aiguilles du tambour peigneur de l'appareil alimentaire, n'étant pas retenus, sont entraînés par l'extrémité de la mèche ; les aiguilles peignent par conséquent les fibres engagées dans le mécanisme alimentaire, et entraînent dans leur mouvement les plus courtes et les impuretés qui en sont extraites, sous forme de déchet, par un appareil spécial bien connu.

Après le traitement de l'extrémité de la mèche dont il vient d'être question, la pince s'ouvre de nouveau, et le peigne fixe *e* s'engage dans la partie peignée un peu en avant du point où cette pince se ferme, et par conséquent dans la portion antérieure de la fraction peignée, pour la maintenir.

Formation du ruban et arrachage. — A ce moment, la portion renflée et cannelée E′ du cylindre peigneur se trouve, par sa rotation, sous et en contact du petit rouleau *g*, oscillant autour du cannelé G. Par un mouvement de recul qui lui est propre, il appuie avec force sur la mèche engagée entre les cylindres *g*, *h*, *i* G, elle se trouve ainsi pressée entre les deux surfaces cylindriques du segment du peigneur et du cylindre F ; si l'on suppose le travail en train, les deux cylindres retiendraient une première mèche, qui, réunie à celle dont il est question, se soudent alors sous l'action du mouvement et de la compression pour reformer un ruban avec les deux parties qui viennent d'être peignées séparément.

Lorsque les deux cylindres *g* et G ont rempli cette fonction, ils s'éloignent de nouveau du peigne fixe et du segment du cylindre peigneur. Dans leur trajet, ils désagrégent la mèche, en faisant passer ses filaments dans les intervalles qui séparent les aiguilles du peigne fixe, dont la finesse et le rapprochement sont tels, qu'elles ne laissent passer que les fibres lisses et nettes, arrêtent les impuretés pour les rejeter sur l'extrémité de la mèche suivante, et dont les aiguilles du peigneur font justice, comme nous l'avons déjà vu. Lorsque la séparation a eu lieu entre la partie engagée entre l'appareil alimentaire et les cylindres F, G, *h*, *g*, par le trajet de ceux-ci, ils deviennent porteurs d'une nouvelle mèche dont la partie retenue a été préalablement peignée, et dont la portion libre est à son tour travaillée par les aiguilles du peigneur dans sa rotation, puis soudée comme la précédente. Le peignage sur toute la surface de la mèche se trouve ainsi opéré par l'action successive du peigne cylindrique et le concours du peigne fixe, avant la reconstitution d'une nappe ou d'un ruban continu.

Rouleau d'appel. — Le ruban formé passe entre les cylindres d'appel O, O′, dont le mouvement, soit continu, soit alternatif, est mis en rapport avec la longueur fournie par la peigneuse.

Appareil débourreur. — Cet appareil est composé d'une brosse circulaire B, dont la direction du mouvement est celle du tambour peigneur H, avec une accélération de vitesse sur celle de ce dernier, afin de le débarrasser plus sûrement des déchets de toutes sortes restés fixés dans ses aiguilles. Pour maintenir sa garniture elle-même dans un convenable état de propreté, un ruban continu de garniture de carde T tourne au contact de cette brosse pour la nettoyer; enfin, un peigne à mouvement alternatif de va-et-vient détache à son tour les impuretés du ruban de carde T.

Pour ne pas compliquer cette description outre mesure, nous nous dispensons de donner les transmissions de mouvement au moyen desquelles sont réalisées les fonctions dont il vient d'être question; on les trouvera détaillées dans la cinquante-

septième année du Bulletin de la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*. Nous nous bornons à insister sur quelques points essentiels concernant les diverses périodes du travail, pour faire mieux saisir l'ensemble des fonctions de la machine.

Positions successives prises par les divers organes pour accomplir une évolution entière. — Ces positions, au nombre de huit, sont représentées par les figures de 1 à 9, pl. XIX.

Dans la *première position*, les filaments non travaillés sont engagés entre les alimentaires B, et serrés entre les mâchoires C et D, de telle sorte qu'une mèche y dépasse la pince d'une certaine longueur, dont l'extrémité est en présence de la première rangée d'aiguilles du peigneur [1]. Dans la *deuxième position*, la pince CD est tangentielle à la circonférence de l'organe peigneur, et fait exécuter le peignage par le segment des aiguilles sur la mèche. Dans la *troisième position*, l'action des aiguilles est sur le point de cesser. La *quatrième position* montre les aiguilles du peigne arrivées, par la continuité de leur mouvement, dans la partie libre de la mèche fractionnée; elles commencent par conséquent à traiter l'extrémité opposée à celle peignée dans les positions précédentes. Dans la *cinquième position*, la même mèche est de plus en plus engagée, les mâchoires de la pince sont écartées, et l'appareil alimentaire s'avance pour présenter une nouvelle mèche. La *sixième position* montre le peigne fixe P entré par ses aiguilles dans la tête de la mèche, le cylindre F appuyant cette mèche sur le segment H du peigneur, et enfin l'extrémité opposée de la mèche sur le point de sortir des aiguilles. La *septième position* détermine le soudage des deux parties, par un mouvement de rotation imprimé au cylindre F, sur le segment H. Les deux extrémités, tête et queue de la mèche, se trouvent alors entraînées entre la paire de cylindres F et G, pour fractionner de nouveau le ruban passant par l'appareil alimentaire et les aiguilles du peigne fin.

[1] Nous ferons remarquer que les lettres ne sont pas les mêmes dans la figure d'ensemble et dans les détails.

La *huitième position* montre la mèche un peu avant son fractionnement. Après l'arrachage qui en résulte, les divers organes reprennent les positions relatives qu'ils affectent au commencement de l'opération.

Il est bien entendu que les cylindres d'appel et l'organe débourreur dont il a été question dans la description précédente, agissent en même temps; d'une part, pour enlever les rubans, de l'autre, pour nettoyer les peignes du tambour. Les finesses des aiguilles, leur nombre et leur rapprochement, la longueur de mèche à fournir par l'alimentation, si importants pour assurer le succès, dépendent du réglage de la machine.

§ 8. — Considérations sur le réglage.

Le réglage de la position et des vitesses des divers organes doit avoir lieu en raison surtout de la longueur des filaments à traiter et du degré de perfection à atteindre. On reproche parfois à ce système son peu de rendement; il tient surtout à la perfection des résultats. En effet, on pourrait au besoin forcer la production, en augmentant la vitesse de l'organe peigneur et en réglant l'alimentation et les autres parties en conséquence; mais alors ce serait au détriment de la qualité du travail. Le rendement augmente nécessairement aussi, toutes choses égales d'ailleurs, avec la longueur de mèche fournie par l'alimentation, puisque la quantité traitée à chaque course est proportionnelle à cette longueur; mais celle-ci devant être réglée, en principe, sur celle des fibres, le produit relativement faible des peigneuses à coton s'explique de lui-même. Quant à la perfection du peignage, à son degré d'épuration, il dépend de la position de la pince P par rapport aux aiguilles, de la finesse des aiguilles du tambour du peigne, de celle du peigne fixe, de la facilité plus ou moins grande avec laquelle ces fibres passent entre les pointes fines. Cette facilité elle-même peut dépendre des caractères de la matière première et du degré de perfection apporté aux préparations du ruban. Il est évident, enfin, que les résultats

dépendent du bon réglage de toutes les parties, de la fourniture de la mèche, de la pression convenable du segment sur les cylindres F et G, de l'angle de rotation du cylindre F par rapport au même segment H, et de la précision des mouvements de toutes les autres parties. L'importance du réglage et du nettoyage de tous les éléments de la machine est telle, que les constructeurs ont soin de donner des instructions détaillées sur ces divers points en livrant les machines. Nous n'avons pas, par conséquent, à y insister davantage; nous nous bornons à dire qu'il est toujours facile de se rendre compte du produit théorique d'une semblable machine, en suivant la méthode déjà indiquée pour les appareils de ce genre, les cardes par exemple. Il suffit, en effet, de constater la vitesse de l'organe alimentaire, ou celui des rouleaux d'appel dans l'unité de temps. Le rendement théorique n'est pas toujours conforme à la production réelle de ces sortes de machines; il est en général, pour le coton Géorgie longue-soie, par exemple, convenablement préparé et travaillé avec des règlements conformes aux instructions des constructeurs, avec 40 à 50 rotations de l'organe peigneur, de 5 à 6 kilogrammes de coton peigné en douze heures. Une peigneuse se compose d'ordinaire de six têtes ou six répétitions d'organes, produisant ensemble 30 kilogrammes par jour en moyenne.

Déchet ou blousse de coton. — Ce déchet est, environ, de 18 à 20 pour 100 du poids brut, c'est-à-dire que 100 kilogrammes de coton Géorgie longue-soie donneront 80 à 82 kilogrammes peignés et 18 à 20 kilogrammes de fibres courtes qui peuvent se revendre à un prix plus ou moins élevé, suivant les cours du coton lui-même. Cette espèce de *blousse* se vend en moyenne un franc le kilogramme dans les temps normaux.

§ 9. — Soins à donner à la machine.

Il est presque inutile de faire remarquer que les bons résultats d'une machine dont les organes doivent être réglés avec une précision mathématique dépendent des soins pour la maintenir en parfait état. Les aiguilles plus ou moins obstruées ou faussées par une cause quelconque; les cannelures des cylindres sans netteté, une alimentation irrégulière, sont autant de causes qui peuvent amoindrir la qualité des résultats, une fois la machine bien réglée. Il est par conséquent indispensable de nettoyer de temps en temps les aiguilles des divers organes et les cylindres cannelés, de redresser les pointes si c'était nécessaire, de s'assurer si la brosse fonctionne efficacement, si les boudins de l'alimentation ne sont pas trop gros et sont assez multipliés, pour que leur ensemble forme une nappe régulière sur la largeur de l'alimentation à leur entrée dans la pince.

§ 10. — Peigneuse à alimentation continue, pl. XVIII.

M. Hubner, tout en paraissant s'être inspiré des principes sur lesquels repose le système Heilmann, l'a modifié surtout dans le mode d'alimentation. Il a imaginé un moyen continu pour livrer la mèche à l'organe peigneur. L'auteur a désigné sa machine en conséquence, sous le nom de *peigneuse annulaire à mèches continues*. Elle affecte d'ailleurs une forme particulière. La figure 1 est une élévation, et la figure 2 un plan de cette peigneuse, réduite à ses principes élémentaires. Les figures 3 et 4 sont des détails nécessaires pour l'explication de la partie qui constitue l'appareil alimentaire. Ils reposent sur la possibilité d'imprimer un mouvement aux fibres, engagées entre deux disques de rotation ; animées de vitesses angulaires différentes et formées de surfaces de frottement de natures di-

verses. Supposons un disque inférieur poli et un autre supérieur garni d'une surface élastique, cuir, caoutchouc, etc., le supérieur tournant sur l'inférieur immobile, ou tournant tous deux, le dernier plus vite que le premier; si des fibres sont placées entre les deux, elles suivront le mouvement du plateau à surface élastique; si maintenant, l'on suppose une ouverture, sous forme d'échancrure, dans le disque inférieur, la matière tendra à s'en échapper. Dans la figure 3, a'' est le disque supérieur, b'' l'inférieur, et e représente l'échancrure garnie de fibres. La figure 4 est une section par la partie du plateau où l'alimentation se réalise, a a présente la section d'un disque mobile, et b celle d'un plateau inférieur, x et x, des rouleaux attracteurs agissant par les moyens ordinaires sur un ruban r. Le plateau inférieur fixe peut être garni d'une série d'échancrures semblables s (fig 2), et alimenté par un nombre égal de rubans.

Disposition générale de la peigneuse. Le mode d'alimentation étant connu, l'on suivra mieux la description de l'ensemble de la machine. L'arbre vertical V (fig. 1) reçoit les parties principales, composées d'abord du plateau mobile à échancrures s, et du plateau fixe b, assemblé au plateau b' callé sur l'arbre, au-dessus du disque a; toujours sur l'arbre vertical se trouve fixé à une douille P″ un cercle N′, sur lequel est placé le peigne nacteur. Au lieu de rester parallèle aux disques a, b, il peut s'incliner plus ou moins dans la direction horizontale et prendre la position indiquée dans la figure. Cette inclinaison devient possible dans le mouvement, grâce à un assemblage à goupilles p (fig. 2), qui peuvent glisser dans une rainure du cercle N′, et forcer le peigne circulaire H′ à obliquer par rapport à la direction verticale de l'arbre V. Cette inclinaison du peigne est telle, que ses aiguilles se trouvent engagées dans la matière filamenteuse du côté opposé à celui où agit un peigne circulaire H. Ce peigne, au lieu d'avoir ses génératrices parallèles à l'axe, a une circonférence concave, et se trouve terminé par deux parties cylindriques h et h' (fig. 2). La partie concave épouse exactement le rebord cintré extérieur

des plateaux *a b*, et peut permettre aux aiguilles du peigneur de se rapprocher le plus possible des points de contact des deux cercles. La portion cylindrique *h* porte des aiguilles à écartement uniforme, qui commencent à peigner les extrémités des rubans ; à mesure que ceux-ci s'avancent, ils rencontrent de plus en plus les aiguilles de la partie concave, dont la réduction et la finesse vont en augmentant ; la portion *h'*, qui termine le cylindre peigneur et dans laquelle les aiguilles sont plus serrées encore, sert à l'affinage ou à terminer le peignage de la mèche.

Fonctionnement général de la machine. Les rubans alimentaires *r*, fournis par des rouleaux *o*, sont dirigés au dehors des plateaux à travers les ouvertures par le mouvement de rotation du disque supérieur contre un plateau inférieur fixe. L'extrémité de cette mèche libre rencontre un organe peigneur H, qui agit sur les filaments d'une manière progressive, conformément à ce qui vient d'être dit. Dans la continuation de son mouvement, le plateau, que nous appellerons volontiers plateau-pince, présente la mèche, dont une extrémité est peignée par l'action des broches du peigne nacteur H', au point où son basculement l'a fait rapprocher de l'orifice des plateaux. L'extrémité peignée, saisie alors par les cannelés MM, désagrégent le ruban en mèche ; les filaments de celle-ci qui n'ont pas encore subi le peignage sont épurés par leur passage entre les aiguilles du peigne nacteur. Enfin en plaçant, en avant de l'organe M, un système de rouleaux d'appel dans les conditions convenables, on juxtapose les mèches les unes sur les autres, pour reformer le ruban continu prêt à être soumis aux opérations ultérieures. Nous croyons inutile d'entrer dans la description de cette partie de la machine, qui ne présente rien de particulier.

On a fait subir d'autres modifications encore au principe si fécond sur lequel repose l'invention de Heilman ; comme elles rentrent plus ou moins dans les systèmes dont les descriptions précèdent ou qu'elles sont spécialement destinées au travail de

la laine [1], nous n'avons pas à nous en occuper pour le moment, ces applications concernant toujours des fibres d'une certaine longueur.

Plusieurs tentatives ont été faites pour appliquer le peignage aux filaments courts du coton. La maison Platt entre autres avait une machine de ce genre à l'exposition universelle de 1867 à Paris, mais elle ne paraît pas avoir été employée d'une façon pratique. Il n'en est pas de même de la peigneuse suivante imaginée depuis lors par un ingénieur et filateur distingué, M. J. Imbs.

Peigneuse Imbs, *Pl.* XX. Cette machine aussi ingénieuse que relativement simple dans ses combinaisons, commence à être employée industriellement dans diverses contrées et paraît devoir faire entrer les préparations des cotons courte soie dans la phase rationnelle que nous avions prévue depuis longtemps. Pour les cotons courts comme pour les fibres longues le peignage doit être précédé de certaines préparations généralement pratiquées à la carde.

Le coton, après avoir été cardé en gros, est passé à un étirage, où il subit un allongement de 1 à 10 environ. Les rubans sortant de l'étirage sont passés à une réunisseuse, où ils sont encore étirés de 1 à 3 ou 4, et enroulés en une nappe parfaitement régulière et homogène. Les rouleaux sortant de la réunisseuse sont placés sur la peigneuse sur les rouleaux BB. La nappe déroulée par les rouleaux B, passe dans les cylindres fournisseurs C, animés d'un mouvement continu et fournissant environ $5^{m}/^{m}$ de nappe par chaque révolution de la machine. L'extrémité de la nappe est engagée dans la pince P, et dépasse de 12 à $15^{m}/^{m}$ le bord de la pince P et de la règle cannelée G, que des ressorts pressent énergiquement sur la pince. La pince P s'avance vers le cylindre K′ pendant que les peignes sont abaissés, et vient engager la pointe de la nappe dans l'angle du manchon M et du cylindre K′. Ceux-ci, qui étaient immobiles, font à ce moment un court mouvement de rotation

[1] Voir Traité du Travail de la laine peignée.

déterminé par un mouvement semblable effectué par le cylindre K qui est actionné à cet effet par une poulie de friction convenable montée sur l'arbre O'. Par le mouvement, le cylindre K' absorbe la pointe de la nappe que lui présente la pince, et en absorbe une longueur réglable à volonté et égale à la quantité fournie par les cylindres CC. A ce moment, la pince poussée par les excentriques Q est arrivée à l'extrémité de sa course, et par suite de la forme de ces excentriques, elle opère un léger mouvement de recul, après avoir d'ailleurs été ouverte par le soulèvement des règles G et H opéré par l'action des excentriques N sur les galets placés au bas des tiges T. Dans ce mouvement de recul, la pince laisse la nappe immobile, et vient se reformer sur celle-ci en un point éloigné du précédent de la quantité absorbée par K'. Elle ne se referme d'ailleurs qu'à moitié d'abord, par suite de la forme des excentriques N. A ce moment les peignes montent et viennent traverser la nappe de coton de part en part. Aussitôt le cylindre K reçoit de la poulie de friction susmentionnée un mouvement d'une amplitude suffisante pour extraire au travers des peignes une mèche peignée, le manchon M, le cylindre K', les petits cylindres cccc, les rouleaux R et *r* et la brosse *b* opérant le mouvement vers le doffer *d*. A ce moment, la pince se ferme complétement et recule en peignant sur le peigne de derrière une nouvelle pointe. Les peignes s'abaissent alors, et le peigne de derrière chargé de la blousse, vient se nettoyer au contact de la brosse S qui opère son mouvement dans le sens de la flèche. La pince P portant la nouvelle pointe peignée revient en avant, engage cette pointe dans le cylindre K' et toutes les opérations recommencent. Les mèches peignées extraites par le cylindre K' sont amenées en 3 ou 4 révolutions jusque dans l'angle de contact de la brosse *b* et du doffer *d*. Celui-ci est animé d'un mouvement de balancement ou de rotation alternative en avant et en arrière, par lequel la superposition des mèches discontinues vient s'effectuer sans frottement ni roulement. Le mouvement d'avance est chaque fois plus grand que celui de recul d'une quantité réglant l'écartement suivant lequel s'opère la

superposition. Le peigne détacheur Y détache du doffer la nappe parfaitement régulière et homogène de coton peigné, qui passe dans l'entonnoir *e*, entraînée par les rouleaux d'appel *f*. Le ruban peigné passe dans l'appareil étireur *gggg* et dans les rouleaux d'appel *h* et tombe dans le pot tournant. La blousse entraînée par la brosse S est déposée sur un doffer, détachée par le peigne Y′ et tombe sous la machine dans la caisse formée par les bâtis.

Les rubans peignés, parfaitement réguliers et homogènes contenus dans les pots, sont passés après la peigneuse à deux étirages, puis portés aux bancs à broches.

La largeur de travail de la machine est de 0^{m} 840.

Les poulies de commande placées sur O font 160 révolutions par minute et font faire à la machine 70 révolutions effectives par minute.

La nappe de coton de 0^{m} 840 de large, composée des 4,5, ou 6 rouleaux placés sur B, doit, pour du coton d'Amérique peser $0^{k}500$ pour $3^{m}250$ de longueur. L'alimentation par révolution est d'environ $5^{m}/^{m}$.

Le déchet ou blousse ne dépasse pas 10 à 12 0/0.

L'ouvrier n'a pas d'autre travail à effectuer que le remplacement des rouleaux vides et l'enlèvement des pots pleins. Un ouvrier soigne aisément 6 à 8 machines.

La force motrice absorbée est d'environ 1/8 de cheval par machine. Ces renseignements que nous avons tout lieu de supposer exacts, démontrent que la nouvelle peigneuse produit au moins autant qu'une carde en fin; il y a là, comme on le voit, un progrès remarquable.

CHAPITRE XXIV

PRÉPARATIONS DU DEUXIÈME DEGRÉ, PREMIÈRE PÉRIODE, ÉTIRAGES SANS FRICTION NI TORSION.

§ 1. — Considérations préliminaires.

L'étirage pratiqué jusqu'ici forme l'un des éléments auxiliaires des transformations du premier degré ; dans celles du second, les étirages constituent au contraire, à eux seuls, une série successive d'opérations basées exclusivement sur le glissement ou échelonnement des fibres. Leur but est de transformer progressivement les rubans ébauchés et relativement hétérogènes dont on les alimente, en rubans plus minces, ou *mèches* laminées, aussi régulières, aussi homogènes que possible, dans l'état le plus propre, en un mot, pour être filées avec perfection et avantage.

Afin de pouvoir continuer les étirages un plus ou moins grand nombre de fois, les rubans étirés sont condensés et régularisés par des additions de nouvelles quantités de matière. Ces additions ou *doublages* permettent de corriger les défauts d'uniformité presque toujours inévitables aux premières transformations. La *quantité de glissement* ou d'étirage possible d'un même ruban à chaque passage est limitée par les propriétés d'adhérence des fibres entre elles et la cohésion que le ruban doit conserver. Au delà d'une certaine limite d'allongement, variable avec la masse et les caractères de la matière, ce ruban perd sa consistance, à tel point que les transformations ne peuvent plus être continuées aux machines suivantes. Pour

éviter cet inconvénient, il est nécessaire de déterminer les caractères qui influent sur la qualité des résultats, et en raison desquels doivent s'établir les réglages et les vitesses des organes.

La vitesse imprimée à un ruban se répartit évidemment à chacune des fibres de la masse, elle est donc proportionnelle à leur nombre, et comme celui-ci est en raison de leur finesse, il s'ensuit, toutes choses égales d'ailleurs : 1° *Que la quantité d'étirage est proportionnelle à la finesse des fibres, et en raison inverse de leur grosseur;* 2° plus les filaments sont longs et susceptibles de se vriller, moins ils se développent facilement, plus on peut leur donner de course avant qu'ils tendent à se séparer, *la quantité d'étirage est donc également proportionnelle à la longueur des fibres* ; 3° la flexibilité et l'élasticité ayant une influence sur l'adhérence des fibres de la masse, et par suite sur la cohésion de leur produit ou ruban, plus elles sont flexibles, plus elles se lient et moins elles se désagrégent facilement. *De deux cotons d'égales longueur et finesse, le plus flexible dans ses brins élémentaires sera par conséquent susceptible de supporter le plus d'étirage.*

Les vitesses entre les paires de cylindres d'un banc à étirer, doivent donc se régler sur la *finesse*, *la longueur* et autant que possible *sur la flexibilité des brins.*

Ce qui se passe dans la pratique, à propos du coton de l'Inde, démontre entre autres l'importance de la première règle. La quantité maxima d'étirage qu'on peut faire subir à ce coton à chaque passage, ne dépasse guère le rapport de 1 à 6 dans la pratique ; c'est-à-dire que le ruban sextuplerait de longueur dans son passage entre les cylindres à vitesses progressives si l'on ne *doublait* pas ; dans le cas où on dépasserait cette proportion, il y aurait bientôt une solution de continuité. Le coton des États-Unis, dans les mêmes conditions, supporte facilement un étirage de huit. Il suffit de se rappeler les caractères de ces duvets, décrits chapitre v, pour se rendre compte des motifs de ces différences, au désavantage du filament de l'Inde ; il est en général gros, court, peu flexible et irrégulier dans sa masse ;

celui d'Amérique, plus long en général, sensiblement plus tenace, est néanmoins plus souple et surtout homogène et régulier.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que si l'on voulait augmenter la quantité d'étirage *type*, variable pour chaque espèce de coton, en accroissant la masse des rubans, il n'en résulterait aucun avantage, puisque le numéro ou degré d'allongement ne variera pas si l'augmentation de la masse est en raison de celle de l'étirage; il y aurait, au contraire, à craindre des imperfections dans le travail et une fatigue inutile des machines.

La régularité de longueur des filaments a aussi une influence marquée sur les bons résultats; la distance entre les cylindres devant être établie en raison de cette longueur, il s'ensuit que si elle est variable comme dans le coton de l'Inde, les étirages ne peuvent donner toute leur efficacité; si les règlements sont basés sur les plus courtes, les plus longues peuvent être brisées, et si on les règle sur celles-ci, les plus petites n'étant plus convenablement dirigées, le produit manquera d'homogénéité et de régularité [1]. Ces divers points trouveront d'ailleurs leurs développements naturels lorsqu'il sera question du réglage après la description d'un bon étirage.

Les machines employées dans ce but sont les plus simples, les plus efficaces et les plus immuables de la filature; sauf quelques modifications de détails, elles sont aujourd'hui ce qu'elles étaient à l'origine de leur emploi : c'est l'application isolée de l'un des organes les plus originaux et les plus féconds du métier d'Arkwright; ses fonctions sont celle de la fileuse, lorsqu'elle fait glisser les filaments entre ses doigts pour les échelonner. Seulement l'échelonnement automatique a lieu avec une précision si constante, que pour en retirer tous les avantages dont il est susceptible, il faut lui soumettre la ma-

[1] L'étirage à gills comme celui de la laine peignée mérinos (voir Traité de la laine peignée), essayé quelquefois pourrait entre autres avantages, remédier à ce dernier inconvénient, et permettrait de diminuer l'excès de pression sous lequel il faut encore laminer le coton.

tière à transformer aussi bien préparée que possible. Si celle-ci présente des irrégularités sensibles, des grosseurs, des boutons, des coupures, etc., certains de ces défauts seulement seront atténués par les doublages et laminages successifs, mais d'autres, tels que les boutons, persisteront. Il faut donc que les préparations antérieures ne laissent rien à désirer.

L'étirage des matières textiles est en effet d'autant plus facile, que les brins sont plus lisses, plus droits et plus complétement débarrassés de tout obstacle, il réussira par conséquent d'autant mieux, que les préparations précédentes auront été faites avec plus de soin.

Mais il ne suffit pas que les filaments élémentaires soient doués de toutes les propriétés nécessaires à leur glissement, il faut encore que la quantité de ce glissement ne soit ni trop grande ni trop petite, comme nous venons de le démontrer, et qu'elle soit autant que possible régulière et la même pour toutes les fibres de même nature et de même qualité; si l'étirage était insuffisant, les filaments ne seraient pas complétement redressés, seraient trop superposés, et ne fourniraient pas tout le résultat possible au profit de la production ; si, au contraire, l'étirage était poussé trop loin, il fatiguerait, diminuerait la ténacité ; il y aurait alors des inégalités ou des solutions de continuité dans le ruban, dont la qualité du fil aurait à souffrir. (Voir chap. VII, § 3.)

Examinons les principes sur lesquels reposent les machines employées à l'exécution de cette opération délicate. Considérons à cet effet deux paires de cylindres de la figure 1 bis, planche XXI. Soient 1 et r une paire de cylindres de même diamètre ayant leurs axes dans le même plan vertical; 2, r, 3, r, 4, r, une série de paires de cylindres d'un diamètre égal, dont les axes sont aussi contenus dans un même plan vertical parallèle au premier ; e, p une mèche ou nappe filamenteuse engagée entre ces couples de cylindres. Supposons qu'on leur imprime un mouvement de rotation dans le même sens et que la vitesse des derniers 4, r soit double de celles des premiers 1, r. Il est évident que s'il y a une adhérence suffisante entre la mèche

libre à ses extrémités e, p et les paires de cylindres, elle sera entraînée dans le mouvement avec la vitesse de ceux-ci ; or, comme les lamineurs 1, r marchent plus lentement que les suivants et ne fournissent pas par conséquent une quantité de matière suffisante au développement des cylindres, il s'ensuivra de la part de ceux-ci une traction sur la mèche ; cette traction, assez forte, séparerait les brins ; mais, comprise dans des limites convenables, elle ne déterminera que leur redressement et un étirage ou allongement de la masse par le glissement de proche en proche des filaments élémentaires, et donnera pour résultat un amincissement de ruban proportionnel à son allongement.

Si l'on suppose donc aux cylindres par lesquels la substance sort une vitesse double à celle des cylindres où le ruban entre, et à ce ruban une grosseur de $0^m,01$ et une longueur de 1 mètre à l'entrée, il devra par suite avoir une longueur de 2 mètres et une grosseur de $0^m,005$ à la sortie. Pour que l'opération soit tout à fait parfaite, il faut que la section de $0^m,005$ soit identiquement la même sur toute la longueur, et partout composée d'un nombre égal de filaments. Mais pour obtenir ces résultats, il ne faudrait employer que des fibrilles élémentaires possédant toutes, des qualités identiques, les plus propres à produire un fil doué d'un maximum d'homogénéité et de résistance.

Comme l'identité de qualité des filaments, si nombreux, d'un ruban est à peu près impossible à réaliser, on obvie à l'inconvénient qui pourrait en résulter par l'emploi d'un léger excès de matière.

Pour que le glissement des filaments ait bien lieu comme nous le supposons, sans qu'ils soient affaiblis ou brisés, il est nécessaire que la distance entre les deux paires de cylindres soit plus grande que la longueur des brins soumis à l'opération ; les mêmes brins ne pourront ainsi être saisis en même temps entre les deux paires de cylindres, et pourront se disposer en échelons pour former le ruban.

L'étirage doit être pratiqué de manière à ce que les distances des filaments projetés sur un plan normal soient autant

que possible égales entre elles. Pour arriver à ce résultat avec la précision désirable, il est nécessaire de faciliter cette disposition du ruban au commencement du travail et de n'opérer l'étirage que progressivement. En effet, la matière provenant des préparations précédentes n'a pas encore ses filaments suffisamment redressés et bien disposés, l'allongement qu'il faudrait atteindre si on produisait l'étirage en une seule opération exigerait une vitesse telle de la part des cylindres, qu'elle produirait leur échauffement; les filaments de la surface seraient plus laminés que ceux de l'intérieur des rubans, leur élasticité serait troublée, les résultats seraient de mauvaise qualité, sans même qu'il y eût économie de travail, puisque le produit ne serait toujours basé que sur la quantité de matière fournie par les cylindres alimentaires. L'opération de l'étirage doit donc être répétée et faite progressivement. Mais comme bientôt l'allongement du ruban séparerait les fibres et que l'amincissement deviendrait tel que le ruban n'aurait plus de consistance, on a soin à chaque étirage d'ajouter des nappes nouvelles, de façon à ce que l'allongement soit partagé en un nombre de filaments proportionnel aux répétitions de l'opération. Ces additions successives se nomment *doublages*. L'expérience est d'accord avec les principes précédemment exposés, concernant le rapport des vitesses et d'allongement qu'il ne faut pas dépasser pour que le travail réussisse. On a reconnu aussi que les pressions des cylindres doivent être comprises dans une certaine limite; insuffisantes, l'adhérence serait trop faible; si au contraire elles étaient trop fortes, les filaments seraient trop fatigués, les axes des cylindres bientôt usés, le mouvement s'effectuerait moins régulièrement, et l'entretien de la machine deviendrait plus coûteux.

Le nombre d'étirages et de doublages que l'on pratique dans les manufactures varie nécessairement avec les matières premières employées; les filaments longs, droits, lisses et solides, ceux du lin et du chanvre par exemple, pouvant s'étirer proportionnellement à leur longueur, ont besoin de moins de doublages et par conséquent d'un

moins grand nombre d'opérations que les filaments courts.

Le nombre de doublages et d'étirages est non-seulement variable avec ces différentes matières premières, mais aussi avec la finesse qu'on veut atteindre, avec les perfections plus ou moins grandes des opérations préliminaires.

Les traitements sont en général d'autant plus multipliés, que l'on veut arriver à une plus grande finesse et à une homogénéité plus parfaite. On ne doit cependant pas en abuser, à cause des dépenses inutiles qu'ils occasionneraient, et parce qu'au delà d'une certaine limite, ils pourraient fatiguer les filaments sans profit pour les résultats.

Machines à étirer. — Les premières qui ont fonctionné en France ressemblaient en principe à celles qui existent encore; elles se composaient de trois paires de cylindres formant laminoirs. Les cylindres inférieurs sont en fer, cannelés longitudinalement, les supérieurs, en bois ou en fer lisses, recouverts d'abord d'une enveloppe de drap et ensuite d'une peau de mouton d'une égale épaisseur.

Les trois paires de cylindres, dont les axes passent dans deux plans horizontaux parallèles entre eux, étaient montées sur un même bâti en cuivre établi sur une pièce de bois; les axes des inférieurs portaient des roues d'engrenage recevant le mouvement de l'arbre moteur; les supérieurs étaient entraînés par le frottement des inférieurs au moyen d'un poids qui les forçait d'appuyer les uns sur les autres.

On portait, en avant de la première paire de cylindres, qui marche le plus lentement, un certain nombre de pots dans lesquels on recevait les rubans fournis par les cardes; on en engageait plusieurs à la fois dans les cylindres qui les étirent avec une vitesse croissante et les amincissent proportionnellement à la vitesse de sortie de la dernière paire; on faisait passer les rubans amincis dans une espèce d'entonnoir métallique dont l'orifice est d'un diamètre égal à la grosseur de l'un d'eux. Enfin, après avoir traversé cet entonnoir, le ruban unique est appelé par deux rouleaux mus avec une vitesse égale et servant à continuer son laminage avant de le diriger dans un pot.

A la sortie du premier étirage, on prenait un certain nombre de pots, provenant des premières machines ; on les portait devant une seconde qui réunit de nouveau les rubans, pour en former un seul.

Cette opération se répétait et se répète encore de la même manière un certain nombre de fois, suivant la qualité de la matière et la finesse du fil qu'on veut produire.

Lorsque le ruban, arrivé à une ténuité assez grande, n'a plus la consistance suffisante pour être soumis à un nouvel étirage, on lui imprime un léger degré de torsion, autrefois c'était par les pots dans lesquels on le recevait ; ce mouvement était communiqué au moyen d'une courroie placée sur une poulie à gorge que portait un axe fixé au centre du pot ; cet étirage, consolidé par un léger degré de torsion, se nommait *étirage à la lanterne*.

On distingue dans les appareils à étirer en général : la *table*, ou partie cannelée d'un cylindre ; il y a donc dans un cylindre autant de tables que de parties cannelées.

Une *tête* ou la réunion des paires de cylindres entre lesquelles passe un même ruban pour recevoir la totalité d'allongement qu'une machine peut lui imprimer en une seule fois.

Le *banc d'étirage* comprend la série totale des têtes rassemblées sur le même bâti.

Les *rouleaux d'appel*, comme leur nom l'indique, sont des cylindres qui dégagent le banc d'étirage.

Dans le premier système que nous venons de décrire, chaque tête se composait de trois cylindres, d'une table chacun ; un certain nombre de têtes, depuis quatre jusqu'à huit, et quelquefois plus, étaient placées sur le même banc et croisées de manière que le ruban, en sortant de la première tête, passait à la seconde après avoir été doublé ; que celui de la seconde, doublé à son tour, passait à la troisième, et ainsi de suite jusqu'aux bancs à lanterne.

On modifia bientôt ces sortes de bancs en augmentant les têtes, en faisant des bancs à deux têtes et à deux tables de front, et aussi en plaçant deux répétitions l'une derrière l'autre dans le même système.

Dans le système précédent, dit à *tête croisée*, on recevait les rubans dans un même nombre de pots, il fallait les transporter de l'une à l'autre machine ; indépendamment du travail et du temps perdu dans ces transports, on était exposé à commettre des erreurs, en troublant l'ordre progressif dans lequel ils devaient être doublés ; il est vrai que, pour éviter ce dernier inconvénient, on avait l'habitude de peindre chaque série de pots d'une couleur différente.

A ce mode d'opérer vint se substituer celui des couloirs et des machines à réunir, déjà décrits pour le cardage, fig. 10 et 11, Pl. IX.

La fig. 5, Pl. XVIII, donnant un détail de ce mode de réunissage montre son identité avec les dispositions précédentes.

La vue indique deux rubans seulement, venant d'autant de têtes ; ces rubans *r*, quel que soit leur nombre, passent dans des entonnoirs *e*, puis entre les rouleaux d'appel *a*, pour se diriger chacun dans un anneau oblique *b* qui les guide parallèlement les uns au contact des autres. Sur un plan horizontal *c*, placé devant la machine, à une certaine hauteur du plancher, au bout de la série des laminoirs étireurs, la nappe, formée par la réunion de tous les rubans, se rend sur un plan incliné *d*, qui part de l'extrémité de la tablette horizontale *e*, pour se diriger entre les deux molettes ou cylindres d'appel que l'on peut supposer appartenir à l'un ou à l'autre des deux systèmes de machines à réunir, décrites à l'occasion des doublages du cardage ; nous n'avons pas par conséquent à y revenir et pouvons décrire les machines à étirer, telles qu'elles fonctionnent généralement.

§ 2. — Banc d'étirage, pl. XXI.

Les figures de 1 à 8 de la planche représentent un étirage à pot tournant avec les détails du mécanisme débrayeur de la machine lorsque le ruban vient à casser, chap. XXII, § 3. Nous n'avons pas reproduit, dans ces dessins, la commande du mou-

vement de rotation du pot, parce qu'elle peut être la même que celle du pot de la carde déjà décrite. La figure 1 est une coupe verticale d'un banc à étirer ; la figure 1 *bis* est un plan horizontal de deux têtes seulement, vues par-dessus. La machine complète n'est qu'une répétition des mêmes éléments ; elle est en général composée de six à huit têtes semblables. Le ruban *m* du cylindre P, provenant des cardes, se dirige entre la série des quatre couples de laminoirs de 1 à 4, en passant librement dans le tube d'un entonnoir d'un diamètre de 10 à 12 millimètres ; les axes des cylindres de pression sont indiqués par la lettre *r*. En se rendant à ces cylindres, chacun des rubans passe dans un mécanisme spécial qui sera décrit plus loin, et dont la fonction consiste à arrêter instantanément la machine lorsque l'un des rubans vient à manquer.

Les cylindres inférieurs 1, 2, 3 et 4 de la machine sont mus directement par des engrenages, et ceux supérieurs sont entraînés à cause de leur contact et de la pression sur les inférieurs, par des poids *p*, *p*, *p*, *p* suspendus à des crochets par des tiges rectangulaires *t*, *t*, *t*, agissant sur des sellettes placées sur les circonférences supérieures des cylindres presseurs. La mèche *m'*, à sa sortie de la machine, se rend entre les rouleaux attracteurs RR, pour venir se ranger dans le pot tournant P'.

Transmissions de mouvements. — Ces mouvements sont de trois sortes : 1° ceux des cylindres et rouleaux étireurs d'une rotation continue, allant en augmentant progressivement de la première à la dernière paire, dans la direction de l'entrée à la sortie de la machine ; 2° le mouvement du pot tournant également continu, mais beaucoup plus lent ; 3° l'action intermittente du mécanisme débrayeur qui ne doit agir que lorsqu'un ruban vient à casser. Les transmissions du pot tournant ayant été données, il suffit de décrire les transmissions des cylindres et du mécanisme casse-mèche.

Commandes des cylindres lamineurs et des rouleaux étireurs. — Ces commandes sont fort simples ; elles ont lieu directement et de proche en proche par des roues droites.

Les poulies fixes et folles O et O′, de $0^m,34$ de diamètre en général, reçoivent une vitesse depuis 100 jusqu'à 150 rotations à la minute, suivant les cas, transmise par O au cylindre étireur 4 placé sur l'arbre *a* des poulies, d'une part, aux étireurs par les pignons *ef* et *i*, et des roues placées semblablement à l'extrémité opposée de l'arbre *b*, que la figure ne montre pas ; de l'autre, aux rouleaux R par les pignons et roues *pp′*, *p″p‴* et *q*.

Mécanisme casse-mèche. — Le principe de cet appareil consiste à se servir du ruban lui-même comme d'un moyen pour maintenir l'équilibre entre les deux bras d'un levier articulé, dont le basculement autour de l'alimentation a lieu si le ruban vient à rompre. Ce basculement détermine à son tour une action sur la fourchette de débrayage, pour faire passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. Voici d'ailleurs les détails de ce mécanisme : la figure 2, pl. XXI, le représente de profil, la figure 3 de face, la figure 4 est une vue horizontale. Supposons que chacun des rubans se dirige de la tablette *t*, fig. 2, dans une espèce d'entonnoir *m* placée à l'extrémité du levier R, articulé en *a*, sur une certaine distance de sa longueur, et recourbé en crochet *r* à l'autre extrémité ; c'est à la sortie de l'entonnoir *m* que le ruban passe entre les cylindres étireurs, d'où il sort pour se diriger entre les rouleaux RR, dans le canal oblique et de là dans un pot tournant. Il est évident que si un certain nombre de rubans introduits d'un côté de la machine se réunissent en un seul à la sortie, pour que celui-ci soit homogène, il faut que leur nombre reste constant ; si donc l'un casse ou finit sans être immédiatement rattaché ou remplacé, la préparation sera défectueuse. Pour éviter cet inconvénient, l'arrêt de la machine est spontané et immédiat, dans le cas d'une diminution d'alimentation ; pour comprendre par quel stratagème il a lieu, il faut se reporter aux figures 2, 3 et 4. Lorsque les choses sont en état, les entonnoirs *m*, *m*, *m*, fig. 1, 2 et 3, occupent la position, fig. 2 ; derrière ces entonnoirs et le montant antérieur du bâti est disposé un petit mécanisme, dont on ne peut voir par conséquent que quelques

éléments lorsque la machine marche. Ce système se compose de deux parties, de l'entonnoir basculeur m, terminé en crochet r à son extrémité opposée, et d'un second crochet R, placé en regard du premier. Ce crochet R reçoit constamment un mouvement oscillatoire autour d'un arbre a. La commande de cet arbre lui est imprimée par une tige actionnée elle-même par la bielle l, dont le bouton peut se mouvoir dans une fente g de la pièce. L'impulsion est donnée à l'autre extrémité de la bielle l, par la poulie p, sur le plat côté de laquelle le levier l est assemblé. La rotation continue de la poulie p est commandée par une roue placée sur son arbre ; son mouvement est transformé en un mouvement de va-et-vient oscillatoire transmis au crochet R par une manivelle qui commande la bielle. Tout le temps que le ruban de la préparation passe, les deux crochets r et R restent indépendants l'un de l'autre ; mais si un ruban est épuisé ou casse, l'entonnoir m, n'étant plus soutenu, bascule et agrafe le crochet R par sa partie r. L'arrêt de la machine devient la conséquence de cette position, voici comment : la rencontre des deux crochets détermine le désembrayage d'un manchon d, placé sur l'arbre a, auquel est assemblé le crochet, sur la partie B du manchon qui désengrène est placé une espèce de taquet e (fig. 4) agissant contre l'extrémité de la tige de la fourchette qui passe dans la courroie motrice. Dès que ce taquet e est sorti de la saillie de la tige, un ressort s, placé sur ladite tige, se débande, et agit dans la direction convenable pour imprimer un mouvement suffisant à la fourchette, pour transporter la courroie de la poulie fixe à la poulie folle, et faire arrêter par conséquent la machine.

Différentes dispositions ont été proposées et pratiquées dans le même but, celle que nous venons d'indiquer, malgré sa complication apparente, est la plus simple et nous semble la plus efficace, son action est pour ainsi dire instantanée. Un banc complet se compose donc des pots contenant les rubans d'alimentation, passant chacun dans un mécanisme dit casse-mèche, du banc avec les cylindres étireurs et du pot tournant et à couvercle tournant percé du canal incliné pour

opérer la disposition du ruban dans les conditions les plus propres à éviter le déchet.

Grâce à l'ensemble de ces dispositions, la machine opère avec une rare précision ; si d'ailleurs toutes les parties sont convenablement réglées et combinées en raison de la nature de la matière et du degré de finesse du produit à transformer, conformément aux considérations suivantes.

§ 3. — Réglage des machines à étirer.

D'après les considérations générales exposées précédemment, les éléments variables à régler par le filateur comprennent :

1° *La quantité d'étirage ou le rapport des vitesses à établir entre les cylindres*, depuis l'entrée jusqu'à la sortie du coton ;

2° *Le nombre des doublages ;*

3° *L'écartement entre les différentes paires de cylindres ;*

4° *La pression nécessaire à chaque tête d'étirage.*

La vitesse relative entre les premiers et les derniers cylindres d'une tête, c'est-à-dire entre celle du cylindre n° 1 et 2, varie conformément aux dimensions et caractères des filaments, et souvent aussi avec l'état de la préparation. Nous avons déjà indiqué les limites pratiques pour des cotons types destinés à un même produit. Pour des fils des n^{os} 30 à 40, par exemple, cette quantité d'étirage variera de 6 à 8, et même au delà ; c'est-à-dire qu'elle sera de 6, pour le coton de l'Inde, quelle que soit d'ailleurs la perfection de la préparation à la carde, et atteindra au moins 8 si c'est du bon coton des États-Unis, mais pour ces derniers cet étirage pourra parfois être élevé jusqu'à 10 et 20, suivant la disposition du ruban et la période des étirages ; supposons qu'il s'agisse de la préparation de bonne trame 36/38 avec du coton Louisiane cardé deux fois. Les passages étant en général au nombre de trois, on pourra alors étirer, au premier, d'une quantité comprise

entre 10 et 11,33 ; au second, de 16 à 17, et au troisième, de 18 à 20.

On pourrait encore maintenir les mêmes vitesses relatives à chaque passage, les établir en moyenne de 14 à 15, et diminuer les doublages en raison du numéro auquel on veut arriver ; c'est en général, d'après ce dernier système, que l'on opère aujourd'hui. Voici d'ailleurs la répartition de ces vitesses pour les matières de bonne qualité :

Etirage total entre les cannelés . . .	$\frac{36 \times 60 \times 120 \times 32}{32 \times 26 \times 37 \times 30} = 8{,}98.$
Etirage total entre le quatrième cannelé et les enrouleurs	$\frac{18 \times 32 \times 318}{32 \times 45 \times 120} = 1{,}06.$
Etirage total entre le premier et les alimentaires.	$\frac{64 \times 32}{100 \times 20} = 1{,}024.$

Le produit de $8{,}98 \times 1{,}06 \times 1{,}024 = 9{,}19$ pour l'étirage total au premier passage.

Si l'on suppose trois passages identiques sans modifications dans la quantité d'étirage, le résultat serait $9{,}19 \times 3 = 27{,}57$. Bien des praticiens étirent d'une quantité progressive d'un passage à l'autre, comme nous venons de le dire, et alors ils ont 9,19 au premier et arrivent de 11 à 12 au dernier. D'autres étirent de la même quantité à chaque passage.

Si l'on opérait sur des cotons de l'Inde, les rapports des vitesses devraient être sensiblement moindres. Nous les avons vu appliquer et donner de bons résultats avec les préparations suivantes : au premier, une vitesse = 1 ; celle du deuxième, 1,25 ; du troisième, 1,65, du quatrième, 3, dont le produit représente un étirage seulement de 6,12.

Pour modifier ces vitesses, il suffit de changer le pignon *e* de la figure 3. C'est par le changement de ce pignon que la machine devient propre au travail de toutes espèces de cotons.

Doublages. — Leur nombre est proportionnel à celui des étirages, il est convenable d'adopter une méthode simple dans les additions successives des rubans, de façon à arriver sans erreur à l'allongement et au numéro déterminé ; sauf de rares

exceptions, ou pour des préparations de fils très-fins, le nombre des passages est réglé de 2 à 3, de 6 à 8 têtes à chacun. 6 ou 8 rubans à l'entrée de chaque banc n'en forment plus que 1 à la sortie, il s'ensuit que si l'étirage est également de 6 à 8, c'est-à-dire égal au nombre de doublages, le numéro du ruban restera constant et sera, à la sortie du dernier banc, ce qu'il a été au premier, il n'y aura de changé que la préparation, elle se sera perfectionnée, et sera devenue de plus en plus homogène, de moins en moins duveteuse.

Écartements entre les cylindres. — Comme les distances doivent être réglées sur la longueur des fibres variables de 0,010 à 0,040, on les établit en général de 0,02 à 0,03, pour les filaments des États-Unis. On les rapproche autant que possible pour ceux de l'Inde : cela est d'autant plus convenable, que la tendance est à l'emploi de cylindres à grands diamètres de $0^m,05$, afin de pouvoir faire passer une quantité plus grande de fibres. Les axes des cylindres sont d'ailleurs établis dans des coulisses du bâti, pour pouvoir modifier les écartements, si le changement de matière l'exigeait.

Pressions. — Les poids doivent être tels que le passage des rubans ait lieu aisément, et être calculés sur la masse de matière qui doit être soumise à son action. Trop forts, les poids énerveraient la substance, useraient les axes, et consommeraient une quantité de force motrice inutile ; insuffisants, il en résulterait de l'irrégularité dans les passages. Voici d'ailleurs un résumé concernant les poids et les écartements le plus généralement en usage pour les bons cotons :

	ECARTEMENTS.			PRESSIONS.		
	Du 1er au 2e cylindre.	Du 2e au 3e cylindre.	Du 3e au 4e cylindre.	Sur le 1er cylindre.	Sur le 2e et 3e cylindre.	Sur le 3e et 4e cylindre.
1er passage.	$0^m,032$	$0^m,036$	$0^m,042$	$23^k,00$	$36^k,0$	$19^k,0$
2e —	0 031	0 035	0 042	19 50	30 5	16 5
3e —	0 030,5	0 035	0 039	19 50	30 5	16 5

Pour les cotons de l'Inde, ces écartements sont évidemment moindres, comme nous l'avons dit ; la moyenne des fibres de cette provenance ayant un tiers de moins de longueur que celle des cotons des États-Unis. Quant aux poids de pression, on parviendrait à les diminuer, dans le cas où les essais d'étirage entre les aiguilles d'un hérisson, dont nous avons parlé § 1, réussiraient. Il ne serait pas impossible non plus que cet auxiliaire ne permît d'étendre les limites d'étirage à chaque passage.

§ 4. — Production.

Le rendement pratique de ces sortes de machines est celui qui diffère le moins du calcul théorique ; il est donc à peu près égal en longueur à $2\pi rn$; r étant le rayon du cylindre délivreur et n le nombre de ses révolutions par minute. Soient $r=0^{m},025$, $n=150$ révolutions en moyenne, on aura $2\pi rn = 6,28\times0,025\times150=23^{m},55$ à la minute, et 16,956 mètres en douze heures de travail par tête d'étirage.

Poids produit par tête. — Le poids de cette longueur est déterminé par son numéro à l'entrée : ce numéro étant 0,014, le poids du mètre, $0^{k}0035$; $16,956^{m} \times 0,0035 = 59^{k},346$; poids travaillé par chaque tête ; ce poids par unité de longueur va naturellement en diminuant avec l'affinage du ruban. Il faut alors pour que les machines se desservent, que la vitesse de l'une à la suivante aille en progressant, ou que le nombre des têtes augmente ; les deux systèmes sont pratiqués suivant les établissements. On arrivera à calculer soit l'augmentation de vitesse des organes soit celle du nombre de têtes par les formules données ailleurs [1].

Les machines à doubler, à laminer et à étirer, sont celles

1. Ces calculs étant les mêmes pour toutes les machines à étirer quelle que soit la nature des substances, et les ayant présentés avec tous les détails, dans notre Traité du travail de la laine peignée, p. 377, nous y renvoyons en rappelant que ce qu'on nomme *canelles* dans la laine peignée correspond aux *pots à rubans* dans les bancs à étirer pour le coton et aux *bobines* des bancs à broches.

dont il est possible de faire varier le plus la production sans inconvénient sensible, en s'y prenant bien. Nous avons déjà vu que les vitesses usitées diffèrent considérablement : les uns donnent à peine 100 tours, et emploient des cylindres de 3 à 4 centimètres de diamètre; d'autres élèvent cette rotation à peu près à 200 tours, avec des diamètres de 5 centimètres. La quantité transformée augmentera, par suite, en raison de la longueur et du poids. Il est évident que les pressions devront à leur tour être modifiées conformément aux principes posés précédemment; si on s'en écartait trop, la qualité des préparations en souffrirait.

§ 5. — Modifications proposées pour les cylindres étireurs.

Dans les laminoirs généralement en usage, les cylindres inférieurs sont en métal, plus ou moins finement cannelés par des cannelures équidistantes, suivant des génératrices parallèles à l'axe, et varient de finesse en raison inverse des diamètres des cylindres. Le cylindre supérieur de pression est formé d'un axe métallique entouré d'un rouleau fixe en cuir. Cette substance, plus élastique que le métal, a pour but de prévenir les inégalités, les coupures et de faciliter le laminage. Cependant les inconvénients que l'on cherche à éviter ne le sont pas complétement, il s'en faut; tantôt le cuir, trop mou et insuffisamment élastique, reçoit les empreintes des cannelures sur lesquelles il appuie, se creuse par place, accroche des fibres ou imprime lui-même des espèces de cannelures transversales dans la matière préparée, et tantôt l'imperfection du travail provient du *faux rond* des cylindres en mouvement. Les conséquences de ces défauts sont plus ou moins graves.

On a cherché à perfectionner la construction des cylindres étireurs en général, pour les mettre à l'abri des reproches ci-dessus. Les modifications les plus récemment proposées et les plus rationnelles en apparence, sont indiquées dans les figures 7 et 8, pl. XXI.

La figure 7 concerne seulement l'exécution d'un cylindre de pression, vu coupé par un plan vertical passant par son axe parallèlement à la génératrice; il reste formé d'un arbre métallique F, et d'une enveloppe en cuir *e;* cette dernière, au lieu d'adhérer et de faire corps avec l'axe F, forme un manchon libre, pouvant tourner indépendamment de son arbre métallique. Il résulte de cette disposition : 1° que les effets de l'inégalité de rotation par une cause quelconque se trouvent en grande partie neutralisés; 2° bien moins d'empreintes et d'usure du cuir, les points de rencontre des deux cylindres, cannelés et de pression, pouvant varier à chaque tour. Cette disposition, imaginée en Angleterre, si nous ne nous trompons, ne paraît avoir contre elle que le prix plus élevé des cylindres de ce genre.

Pour atteindre une partie des résultats que nous venons d'indiquer, on a également proposé de modifier la direction des cannelures des cylindres inférieurs, de les faire plus ou moins courbes ou angulaires par rapport aux génératrices [1], avec des cylindres de pression ordinaires ou fractionnés pour diminuer les causes d'usure. La figure 8 donne en 1 les tables : *r*, *r* simulent les rouleaux supérieurs. On conçoit que le système à cannelures obliques ne soit pas facilement propagé, lorsqu'on songe à tout ce que l'exécution parfaite des cannelures parallèles du système ordinaire présente de délicat, et aux efforts faits pour atteindre la perfection. Le nouveau sysième, pour offrir les mêmes avantages, est obligé de fournir des organes au moins aussi parfaits, ce qui nécessite un outillage ne laissant rien à désirer pour une fabrication dont le débouché est nécessairement problématique au début.

Nous nous sommes demandé si l'on ne pourrait atteindre tous les résultats recherchés dans l'emploi des cylindres étireurs en mettant à profit les propriétés si remarquables du caoutchouc qui a été essayé sous diverses formes à plusieurs reprises sans qu'on soit encore complétement fixé sur la valeur de ce système. Le point essentiel qui nous paraît devoir être

[1] Voir Traité du travail de la laine peignée.

étudié, est le degré le plus convenable de malléabilité à donner à la substance. A l'état ordinaire, le caoutchouc est trop mou, il est trop cassant après avoir été durci ; mais il nous paraît possible de lui donner une consistance intermédiaire, qui le rendrait propre à une foule d'organes dans les arts textiles. En dehors des moyens chimiques et des divers degrés de vulcanisation à lui faire subir pour modifier son état, nous indiquerons une espèce de recuit, au moyen duquel nous sommes parvenu à restituer une certaine ductilité au caoutchouc durci. Le procédé consiste tout simplement à l'exposer, pendant plus ou moins longtemps, à l'action de la vapeur à haute pression. Après quelques heures, de très-cassant qu'il était d'abord, il acquiert une certaine malléabilité qui permet de le plier et de le replier. Il ne nous paraît donc pas impossible de donner au caoutchouc les qualités les plus propres pour faire d'excellents cylindres de pression et autres rouleaux destinés à un service analogue dans les arts.

CHAPITRE XXV

PRÉPARATIONS DU DEUXIÈME DEGRÉ, DEUXIÈME PÉRIODE. TRANSFORMATION DES RUBANS EN MÈCHES.

§ 1. — Considérations préliminaires.

Les transformations que nous venons de décrire tout en ayant amené la substance à un état homogène ne lui ont cependant donné qu'une faible fraction de la longueur qu'elle doit fournir. Le titre du dernier ruban sorti des étirages comparé à celui du fil terminé indique leur rapport, et par conséquent le chemin parcouru ; or, 0, 12 à 0, 14 étant le numéro des rubans

qui peut servir à une certaine série de titres, supposons en moyenne du 26, ou 26,000 mètres, il s'ensuit qu'il n'est encore qu'au 1/ 185 de la longueur à fournir. Le complément considérable d'allongement à réaliser sera le résultat d'une nouvelle série d'étirages successifs. Seulement la préparation étant devenue homogène, les doublages diminuent considérablement, ce qui hâte d'autant l'affinage du produit. Sa ténuité devient telle qu'il faut augmenter la cohésion des filaments, en leur imprimant une torsion ou une friction. L'un ou l'autre moyen est appliqué suivant le cas et les localités. Nous les examinerons successivement en commençant par le plus ancien, le plus parfait et le plus répandu, celui de la torsion, qui, tout en consolidant le ruban, l'arrondit, de là le nom de *mèche*, donné généralement au résultat des étirages à torsion. Ces mèches, après chaque passage, étant toujours suivies d'un nouvel étirage, ne doivent subir qu'un très-faible degré de torsion, de 0, 3 à 0, 5, suffisant seulement pour permettre à cette ébauche de fil, parfois nommée *fil en gros ou en doux*, de passer d'une opération à l'autre sans rompre.

La ténuité de la mèche nécessite un organe de réception spécial, à sa sortie des machines, afin d'y être disposée avec la plus grande régularité et de pouvoir en être développée de même ; la bobine cylindrique remplit parfaitement le but, de même que la broche est l'organe le plus propre à effectuer la torsion ; la combinaison du mouvement simultané et indépendant des deux organes constitue la particularité fondamentale de la machine dont nous abordons la description. Ce sont par conséquent des bancs d'étirages munis d'organes spéciaux de torsion et de renvidage, pour recevoir la mèche à mesure qu'elle est produite. C'est-à-dire qu'aux lamineurs étireurs, véritables *doigts* de la filature, totalement inconnus avant les grandes inventions qui ont surtout illustré le nom d'Arkwright, l'on a ajouté la broche et la bobine existant en principe dans le rouet depuis plusieurs siècles. Le pied agissant sur ces organes dans l'ancien appareil a été à son tour remplacé, avec non moins de succès que la main, par des trans-

missions automatiques. La machine dite *banc à broches*, à laquelle nous faisons allusion, n'est arrivée que successivement, et grâce au concours de plusieurs constructeurs anglais et français, à la perfection actuelle. Ayant parlé ailleurs de l'origine et des premiers perfectionnements de cette machine, nous résumerons seulement ici les principes indispensables à connaître, d'après la théorie que nous avons publiée il y a longtemps [1]. Nous donnerons ensuite la description d'un des modèles les plus perfectionnés du banc à broches à deux cônes combinés et à mouvement différentiel.

§ 2. — Dispositions générales des organes.

Le banc à broches, tel qu'il se comporte, comme toutes les machines de ce genre, se compose de la réunion d'un plus ou moins grand nombre de groupes d'organes commandés par un moteur unique, au moyen de transmissions qui leur sont communes à tous ; chacun de ces groupes est formé ici d'une tête d'étirage, d'une broche à ailette et d'une bobine.

La figure 1, pl. XXII, donne un tracé de la disposition générale des parties principales d'un banc à broches, afin de faire embrasser d'un coup d'œil les positions relatives des organes et leur corrélation avec les transmissions de mouvement. E désigne les cylindres étireurs par lesquels la mèche sort de la tête d'étirage pour se rendre à la broche ou à l'organe de rotation B′ chargé de la tordre. Elle y arrive en passant par un petit trou *o*, pratiqué dans l'extrémité supérieure de la broche, d'où elle fait un angle pour suivre un appendice ou branche recourbée, pleine ou creuse A, équilibrée par une seconde A′, les deux formant corps avec la tête de l'axe B, constituent l'*ailette* AA′. Un cylindre creux à l'intérieur, avec deux saillies ou rebords à chaque extrémité verticale, forme la bobine *c*. Elle peut tourner librement autour de la broche, ou

[1] *Essai sur l'industrie des matières textiles*. Paris, 1847.

glisser sur elle de haut en bas et de bas en haut, à volonté, de façon que l'un des deux organes puisse se mouvoir, pendant que l'autre reste fixe, ou agir simultanément avec des vitesses angulaires différentes, comme cela a lieu. Ainsi donc la mèche étirée, fournie par les organes E, est tordue par le mouvement de rotation de sa broche et de son ailette, puis dirigée et renvidée autour de la bobine *c*. La mèche devant s'enrouler autour de la circonférence de la bobine, de manière à former des couches successives de bas en haut, l'organe *c* reçoit en même temps un mouvement de rotation autour de la broche, et un mouvement de translation verticale alternatif dans la direction de son axe. Les organes de la machine réalisent, en conséquence, quatre modes de transmissions principales destinées : 1° à l'action de l'étirage ; 2° à la torsion ; 3° à l'envidage autour de la circonférence de la bobine ; 4° à l'envidage sur la hauteur de la même bobine. Deux de ces mouvements, ceux des cylindres étireurs et de la broche, sont à vitesses constantes ; chacun de ces organes reçoit donc constamment le même nombre de tours dans l'unité de temps. Les vitesses de la bobine doivent au contraire varier en raison de l'augmentation successive de sa circonférence, afin d'imprimer la même tension à la mèche, pendant la formation de la bobine de fil produite par l'enroulement. Ces divers mouvements ont un point de départ unique, l'arbre moteur principal, mû lui-même par la poulie motrice P. Il peut animer simultanément un nombre quelconque d'organes. Une série de roues droites calculées pour arriver à la vitesse voulue commande directement la rotation à l'arbre V des cylindres étireurs. Les broches, également animées d'un mouvement constant, reçoivent leur action par une autre série de roues S^1 Sr, etc., aboutissant à un arbre T, placé à leur partie inférieure ; chacune des broches est mue par une paire de roues d'angle *t*, *t*. Parallèlement à l'arbre T des broches se trouve l'arbre S′ des bobines et la paire de roues d'angle *t′*, *t′* qui anime chacune d'elles, avec une vitesse variable par chaque couche horizontale. Quant à la transformation de la vitesse dans le sens du mouvement de va-et-vient

vertical des bobines il a le même point de départ que le précédent. Les conditions spéciales et variables du double mouvement des bobines sont les résultats d'un mécanisme de transmission particulier, connu sous le nom générique de *mouvement différentiel*. Une fois réglé, il exécute spontanément et automatiquement les variations de vitesses pour lesquelles il a été établi. C'est grâce à l'emploi du cône AA′, ou des deux cônes, fig. 5, de la courroie P, ou YY, qui se déplace à chaque tour de la quantité voulue, correspondante à l'augmentation de diamètre de la bobine, et à la roue *c*, dite *roue différentielle*, que le mouvement est modifié et devient la résultante de la vitesse constante de la transmission des broches et de la vitesse variable provenant du déplacement de la courroie. La résultante de ces vitesses est par l'intermédiaire du pignon *q*, transmise d'une part circulairement aux bobines, et de l'autre suivant une translation verticale de va-et-vient à leur chariot. Avant d'examiner en détail l'ingénieux mécanisme du mouvement différentiel, disons d'abord un mot des organes auxquels il est chargé d'imprimer l'action.

§ 3. — Divers genres d'ailettes.

Quoique l'ailette ne soit qu'une partie accessoire de la broche, elle a néanmoins son importance et nécessite une exécution soignée, à cause de ses fonctions de directrice de la mèche. Elle doit être légère et rigide, afin de tourner facilement et d'être peu vibrante ; il faut qu'elle soit nette et parfaitement lisse sur la surface conductrice de la préparation, pour ne pas occasionner de barbes. La mèche doit être soustraite autant que possible à l'action de la force centrifuge pour amoindrir la production du duvet. La forme des branches est recourbée et élastique à sa partie inférieure pour contribuer à la condensation des couches, de façon à faire contenir un maximum de longueur dans un espace minimum ; ces deux branches ont besoin d'être exactement équilibrées ; enfin la construction doit

être simple et économique. La première ailette dont on fit usage est représentée en A A′, figure 8, pl. XXIII, selon une section verticale de la broche B′, garnie de sa bobine C′. L'axe B′ a un petit trou pour laisser passer la mèche dans l'une des branches de l'ailette qui est creuse. Les deux tiges A′ A′ sont droites et libres à leurs extrémités inférieures ; la mèche, arrivée en ce point, fait par conséquent un angle droit avec la tige *i*, pour se diriger sur la bobine C′. Le moyeu central de celle-ci est évidé sur une certaine partie de sa hauteur, afin de diminuer sa surface frottante dans cette direction.

On proposa bientôt de substituer à l'ailette dont il vient d'être question l'ailette à compression connue également sous le nom de *doigt de Dyer*, son auteur, qui l'imagina vers 1833. Son invention eut surtout pour but de faire des bobines renfermant sensiblement plus de mèche ; ce système contribue, en effet, à former des bobines contenant 1/3 en poids de plus que celles munies de l'ailette ordinaire. Il en est résulté des levées moins fréquentes, une économie de temps et de dépenses pour les bobines vides.

Une ailette de ce genre est représentée, fig. 2 et 3, pl. XIII, à la branche A de l'ailette, disposée comme la précédente ; on a eu l'idée d'assembler une lame de ressort *r*, fixée sur un petit pivot *p*, à l'extrémité de la tige creuse A, dans laquelle se dirige la mèche ; à ce pivot est assemblée une tige courbe horizontale terminée sous la forme d'une petite palette évidée *e*, pour laisser passer la mèche ; elle repose sur les couches et dirige en pressant le produit qui les forme. Comme la mèche est tendue autour du compresseur *r*, le ressort est en général arrondi et va en diminuant de grosseur de l'ailette à la palette. Une autre manière d'effectuer la compression est représentée par l'ailette, fig. 5, 6 et 7, sous ses différents aspects ; la compression est encore pratiquée par un ressort vertical mince *r*, la partie supérieure de ce ressort est fixée à une petite pièce *a*, soudée à la tige creuse de l'ailette ; l'extrémité inférieure entre dans un petit talon *m*. Ce système a l'avantage d'être solide, de se régler facilement, mais d'offrir des résistances variables avec les différentes positions de la palette *e*.

L'on est parvenu à remédier à cet inconvénient, en faisant agir un ressort vertical en spirale autour de l'ailette creuse. Mais ce mode offre, à son tour, l'inconvénient d'être bientôt encrassé par la poussière et le duvet. Il est également plus exposé aux ruptures par des changements un peu brusques de température.

Une modification de l'exécution précédente consiste dans la substitution d'une branche pleine, une lame mince en acier ou munie d'un ressort en spirale à la branche creuse qui dirige la mèche, et de recevoir la mèche en sortant de la douille de l'ailette dans une espèce de crochet x, fig. 6, pl. XXIII. On reproche à ce système certaines difficultés d'exécution, de ne pas abriter la mèche et de faciliter la formation du duvet. Les ailettes dont il vient d'être question étaient en fer.

On est revenu aux ailettes creuses, surtout depuis que MM. Laurent frères et beau-frère, de Plancher-les-Mines, sont parvenus à les faire en fonte malléable, ce qui facilite considérablement l'exécution, permet d'arriver économiquement à des finesses très-nettes et lisses, de pratiquer la fente dans le sens le plus convenable, perpendiculaire à la direction du rayon, pour soustraire la mèche à l'action directe de la force centrifuge, cause principale de la formation du duvet. Un mode quelconque de compression peut d'ailleurs être adapté à ces ailettes. Elles peuvent également être creuses ou pleines à volonté, et sont alors d'une grande simplicité d'exécution. Les figures $5'$, $5''$, $5'''$, $6'$, $6''$, $6'''$, $7'$, $7''$, $7'''$, présentent diverses sections horizontales des systèmes des figures 5, 6 et 7, donnant par conséquent les parties d'une ailette en fer à tiges pleines et creuses, tant de celles dont il vient d'être question que de celle dont nous allons nous occuper.

Ailette à force centrifuge. — Cette ailette, presque exclusivement employée aujourd'hui, est représentée, fig. 7, pl. XXIV. Elle ne diffère des précédentes que par son doigt c, qui, mobile autour de la branche A', n'est plus soumis à l'action d'un ressort, mais simplement équilibré soit par une tige verticale t, soit par un contre-poids, de telle sorte que le centre de gravité du système se trouve sur l'axe de la branche A'. Il en

résulte que dans le mouvement de rotation de l'ailette, ce doigt est en équilibre dans toutes les positions et n'exerce aucune pression sur la bobine. Quant au fil, il est guidé de la même manière que dans les ailettes à compression, le doigt ayant absolument la même forme, et son serrage s'opère en l'enroulant un certain nombre de fois, trois ordinairement, autour de la tige *c*. On forme ainsi un véritable cabestan, et le fil de la bobine, obligé de tirer avec une certaine force pour amener le fil de l'ailette, se serre de lui-même. Ce système présente plusieurs avantages sur celui à compression : 1° la tension du fil est toujours la même, et peut être réglée à volonté, puisqu'elle ne dépend que du nombre de tours qu'il fait autour du doigt; 2° la patte *o* ne pressant plus ou presque plus sur la bobine, le fil est beaucoup moins sujet à se détériorer dans le cas d'un poli imparfait de cette patte; enfin, ce système est plus simple, bien moins susceptible de se déranger, et il permet à la broche de tourner plus vite.

La même figure 7 représente le système à deux compresseurs. Au lieu d'une lame de compression, il y en a deux, symétriquement disposées, afin de remédier aux efforts inégaux produits par l'ailette sur la broche, lorsque la tension du compresseur ne se fait sentir que d'un côté, 7′, 7″ et 7‴ sont les sections horizontales passant par diverses parties de la hauteur de la broche mentionnées précédemment.

§ 4. — Broches à grande vitesse.

Les broches ordinaires ne permettent pas de dépasser une certaine vitesse, 700 à 800 tours par minute; au-delà, leur vibration est telle, que le renvidage du fil sur la bobine ainsi que le maintien du parallélisme du chariot en mouvement deviennent presque impossibles. Afin de pouvoir augmenter cette vitesse, on a cherché à donner plus de stabilité à la broche, en la maintenant sur la plus grande partie de sa longueur au moyen d'une longue douille *b*, *b* (fig. 6 et 7, pl. XXIV), et de

rendre le mouvement du chariot complétement indépendant des oscillations de la broche en faisant glisser le collet k, qui le relie à cette broche, sur une pièce immobile qui est la douille b, b' elle-même. Les deux dessins donnés de cet appareil indiquent la disposition très-simple des différentes pièces. Le collet k, qui embrasse la douille b, b', est vissé à une équerre, dont l'une des branches f est fixée au châssis e du chariot, par un boulon g. La même disposition se représente pour le pivot b', dont l'équerre c est boulonnée à la traverse inférieure t du banc à broches. La douille d est vissée dans un support m porté par le pivot b'. On comprend qu'avec ce système, la marche du chariot sera toujours la même, quelle que soit la vitesse des broches, car le collet k, glissant sur une pièce immobile, n'éprouvera plus ni la vibration ni l'usure éprouvées par le système ordinaire. La douille seule s'use à l'intérieur, mais elle peut se remplacer très-facilement. La vibration des broches sera très-faible, puisqu'on ne laisse libre que la partie nécessaire au tuyau de la bobine. C'est ainsi qu'on a prétendu pouvoir doubler la vitesse des broches (1,600 tours au lieu de 800 par minute), en augmentant considérablement la production du banc à broches, mais ce système n'a été appliqué qu'exceptionnellement.

Torsion. — Au sortir des cylindres où la mèche a été étirée, elle pénètre dans une ailette A′, fixée sur une broche B′, et animée d'un mouvement de rotation uniforme (fig. 5, pl. XXIII). Si l'on suppose d'abord les cylindres immobiles et l'ailette tournant, on voit que la partie de mèche engagée dans la branche verticale de l'ailette fera, autour de la portion retenue entre les cylindres, un nombre de tours égal à celui de l'ailette, et que la torsion ainsi communiquée se répartira du point de sortie des cylindres au point de l'ailette, où la mèche forme un angle vif et se trouve retenue continuellement contre les arêtes de l'ouverture d'entrée O. Il est aisé dès lors de comprendre que si les cylindres, tournant sur leurs axes, développent une certaine longueur de mèche dans un temps donné, la torsion en sera mesurée par le nombre de tours d'ailette

accompli pendant le même temps; et si on représente par m' le nombre de tours d'ailette pour un tour de cylindre, et par e le diamètre de cylindre en centimètres, la torsion de la mèche sera de m' tours répartis sur la longueur πe, ou de $\frac{m'}{\pi e}$ par centimètre de longueur développée [1].

Renvidage. — Au sortir de l'ailette, au point i dans les bancs à broches ordinaires (fig. 8, pl. XXII), au point o' dans le cas des bancs à broches à compression (fig. 5, pl. XXIII), la mèche vient s'enrouler en spirale et par couches superposées sur une bobine ou tube creux C'. Dans le premier cas, la mèche libre au point i suit la direction de la tangente au corps de la bobine; et dans le cas des bancs à broches à bobines comprimées, elle est enroulée depuis le point C jusqu'en o', autour d'un petit levier ou doigt compresseur mobile dans le sens horizontal autour du point i, et terminé par une partie aplatie constamment appuyée sur la bobine au point de sortie de la mèche (voir fig. 5, 7, 8 et 9, pl. XXII et XXIII). Dans les deux cas, pour que la longueur fournie par les cylindres vienne s'enrouler autour du corps de la bobine, il faut nécessairement que l'ailette et la bobine fassent dans le même sens des nombres de tours tels que la différence de leurs vitesses dans un certain temps, au point où doit s'opérer le renvidage, soit égale à la longueur de mèche qui passe dans le même temps. Pour que cette longueur renvidée reste constante (comme cela a lieu en effet), il est clair que le nombre de tours de l'ailette restant uniforme, le nombre de tours de la bobine devra varier pour chaque nouvelle couche, c'est-à-dire à chaque augmentation de son diamètre. Il pourra arriver que le nombre de tours de bobines soit inférieur ou supérieur à celui de l'ailette dans le même temps; il faudra, dans le premier cas,

[1] Une grande partie de cette description est empruntée à l'excellent travail sur le même sujet de M. Charles Naegely fils, inséré dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*. Nous l'avons modifié pour le mettre en harmonie avec le cadre que nous nous sommes tracé, et y avons ajouté une démonstration du mouvement différentiel et la formule pour calculer la production du banc à broches.

que le nombre de tours de bobines augmente à chaque nouvelle couche; dans le second cas, qu'il diminue proportionnellement à l'augmentation du diamètre de cette bobine. Supposons que les ailettes fassent un nombre de tours supérieur à celui des bobines; soit l, la longueur de mèche renvidée à la première couche pendant le temps t sur le diamètre d de la bobine, et soit α, l'angle représentant la différence entre les nombres de tours de l'ailette et de la bobine pendant le même temps.

La bobine étant pleine, la même longueur l de mèche est renvidée sur le diamètre d' (qui pourra être considéré comme un diamètre quelconque de la bobine) pendant le même temps t, et désignant par α' l'angle qui représente pendant le même temps la différence entre les nombres de tours de l'ailette et de la bobine, et on pourra poser :

$$\frac{360^0}{\alpha} : \frac{360^0}{\alpha'} :: \frac{\pi d}{l} : \frac{\pi d'}{l},$$

ou

$$\alpha : \alpha' :: d' : d.$$

Même raisonnement si le nombre de tours de bobines était supérieur à celui des ailettes, d'où l'on conclut que *la différence entre le nombre de tours de* $\left\{\begin{matrix}\textit{l'ailette}\\ \textit{la bobine}\end{matrix}\right.$ *et de* $\left\{\begin{matrix}\textit{la bobine}\\ \textit{l'ailette}\end{matrix}\right.$ *devra diminuer à chaque nouvelle couche proportionnellement au rapport inverse des diamètres de bobine sur lesquels se forment ces couches.*

Relation entre les nombres de tours de l'ailette et de la bobine en fonction de la longueur de la mèche renvidée. — Soit l la longueur de mèche à renvider dans un certain temps, par minute, par exemple.

Soit M le nombre de tours de broches dans le même temps.

Soit D le diamètre quelconque de la bobine sur lequel se forme la couche que l'on considère.

π D représentera la longueur de mèche renvidée sur la bobine pour un tour entier d'avance ou de retard de la bobine relativement à l'ailette; donc pour renvider la longueur

l, il y aura $\frac{l}{\pi D}$ tours d'avance ou de retard de la bobine sur le nombre de tours M de l'ailette, et si l'on désigne par U le nombre de tours de la bobine correspondant au diamètre D, on aura :

$$U = M \pm \frac{l}{\pi D}.$$

On prendra le signe + dans le cas où le nombre de tours des bobines est supérieur à celui des ailettes, et le signe — dans le cas contraire.

Mouvement de translation vertical et alternatif de la bobine. — Afin que la mèche de coton vienne s'enrouler en spirale autour du corps de la bobine, on communique au chariot qui porte les bobines une vitesse verticale telle que pour chaque spire qui se renvide, la bobine se déplace d'une longueur égale au diamètre de la mèche. Or, les développements de ces spires (qu'on peut considérer comme des anneaux, à cause du faible diamètre de la mèche) sont proportionnels pour chaque nouvelle couche au diamètre de la bobine sur lequel l'enroulement a lieu ; de sorte que les temps qu'elles mettront à se former seront en proportion directe de ces diamètres de bobines. D'un autre côté, nous venons de poser que ces temps sont pour chaque nouvelle couche inversement proportionnels à la vitesse du mouvement vertical de la bobine, donc *cette vitesse devra elle-même varier en proportion inverse des diamètres de la bobine.*

Les considérations qui précèdent sont applicables à tous les systèmes de bancs à broches, et quels que soient les agents mécaniques mis en usage, il s'agit, *dans tous les cas*, de transmettre à la bobine deux mouvements simultanés et variables à chaque couche :

Un mouvement de rotation tel que la différence entre le nombre de tours qu'elle fait et celui de l'ailette, ou réciproquement, diminue à chaque couche en raison inverse des diamètres de la bobine.

Un mouvement de translation vertical et alternatif dont

la vitesse diminue en raison inverse des diamètres croissants de la bobine.

§ 5. — Bancs à broches à mouvement différentiel.

Les deux mouvements dont il est question ci-dessus peuvent être imprimés aux bobines de la manière suivante :

Mouvement de translation vertical des bobines. — Une poulie P (fig. 1, pl. XXIII) peut glisser à frottement doux le long de l'arbre NP_1. Elle porte fixée à son moyeu une clavette qui est engagée dans une rainure longitudinale pratiquée sur toute la longueur de l'arbre NP_1 ; de sorte que, tout en se déplaçant dans le sens de l'axe de l'arbre qui la porte, elle est animée du mouvement de rotation de cet arbre, actionné lui-même par l'arbre moteur transmettant son mouvement par l'intermédiaire de roues d'engrenage droites. Cette poulie commande un tambour conique ou cône, au moyen d'une courroie avançant pour chaque nouvelle couche qui se forme sur la bobine, de quantités égales dans le sens de l'ouverture du cône, et transmet ainsi à ce dernier des nombres de tours qui *diminuent en raison inverse des diamètres successifs embrassés par la courroie.* De son côté, le cône transmet aux bobines leur mouvement rectiligne alternatif par l'intermédiaire de roues d'engrenage et de crémaillères qui transforment son mouvement de rotation en mouvement rectiligne; et il suffira, pour satisfaire aux conditions énoncées ci-dessus, d'établir un cône tel que, pour chacune des positions de la courroie, ses diamètres varient proportionnellement aux diamètres de bobine correspondants.

Soit d le diamètre de la bobine vide sur lequel se forme la première couche, et d' le diamètre de la bobine sur lequel se forme la dernière couche.

A et A′ étant les diamètres correspondants du cône au commencement et à la fin d'une levée, on pourra toujours construire le cône de telle sorte qu'on ait la relation suivante :

$$A : A' :: d : d'. \qquad [1]$$

et il suffit de prouver que cette relation subsiste pour une couche intermédiaire quelconque : divisons la longueur du cône en $(n-1)$ parties égales (n étant le nombre de couches à renvider sur la bobine), et appelons β l'augmentation uniforme de diamètre d'une division à la suivante. On aura $A' = A + (n-1)\beta$.

Divisant également la différence entre les diamètres d' et d en $(n-1)$ parties égales et appelant $\frac{\alpha}{2}$ le diamètre de la mèche fournie par les cylindres, on aura $d' = +d(n-1)\alpha$, et la proportion [1] deviendra :

$$A : A + (n-1)\beta :: d : d + (n-1)\alpha$$

d'où
$$A : A\beta :: d : \alpha$$
$$A : m\beta :: d : m\alpha$$
$$A : A + m\beta :: d : d + m\alpha \qquad [2]$$

m désignant un nombre quelconque des $(n-1)$ divisions de la longueur du cône, et de la différence $d-d'$ des diamètres extrêmes de la bobine, la relation [2] fait voir :

1° Qu'un cône construit de telle sorte que ses diamètres extrêmes soient proportionnels à ceux d, d' de la bobine, satisfait à la condition que dans toutes les positions intermédiaires de la courroie des diamètres de ce cône sont proportionnels aux diamètres des bobines correspondants ;

2° Que pour que cette condition soit remplie, il faut supposer pour chaque nouvelle couche des avancements égaux de la courroie du cône.

Mouvement variable de rotation des bobines relativement aux ailettes. — Ce mouvement est produit au moyen du cône précédent et par l'intermédiaire d'un système de roues d'engrenage appelé *mouvement différentiel*.

Le mouvement différentiel des bancs à broches consiste en un système de roues d'engrenage combiné de façon qu'en imprimant simultanément à deux des roues du système des mouvements séparés et indépendants, on obtienne comme résultante deux mouvements dont la différence puisse être variée à volonté.

La roue A est fixée sur l'arbre XY, au moyen d'une clavette (fig. 1, 2, 3 et 4, pl. XXII); la roue C est folle sur cet arbre, et porte sur son plateau un tourillon sur lequel se trouve le pignon D, qui engrène avec A et en même temps avec une roue B folle sur l'axe YY, et dont la denture peut être intérieure (fig. 3). Soient r, r' r'' les rayons ou nombre de dents des roues A, D, B, et cherchons quel sera le nombre de tours u transmis par minute à la roue B, en supposant qu'on imprime simultanément à la roue A un nombre de tours m par minute, et à la roue C un nombre de tours n par minute.

Supposons d'abord la roue C immobile; la roue A, fixée sur l'arbre XY, communiquera à la roue B, par l'intermédiaire de D, un nombre de tours égal à $\left(1 \times \frac{r}{r''}\right)$ pour un tour de A, et par minute, ou pour m tours de A, $\left(m.\frac{r}{r''}\right)$: le sens de la rotation de B sera le contraire de celui de A.

Voyons en second lieu, A étant supposé immobile, quel sera le nombre de tours communiqué à la roue B par l'effet de la rotation de C :

1° En supposant d'abord A détaché du système, on voit que la roue C entraîne avec elle la roue B par l'intermédiaire du pignon D, dont l'axe accomplit un mouvement de translation autour de l'axe XY sans tourner sur lui-même (comme si les roues B et D faisaient corps).

Dans cette supposition, la roue C communique à B un nombre de tours égal et dans le même sens à celui qu'elle fait elle-même, c'est-à-dire n tours par minute.

2° Supposons actuellement que A, toujours immobile, engrène avec le pignon D; celui-ci aura alors, outre son mouvement de translation autour de XY, un mouvement de rotation sur son axe par l'effet de la rotation de C, et on voit que, pour un tour de C, le pignon D fera un nombre de tours égal au nombre de fois que son nombre de dents sera contenu dans celui de la roue A, c'est-à-dire $\frac{r}{r'}$. Par minute ou pour n tours de C, ce nombre de tours sera égal à $\left(n.\frac{r}{r'}\right)$; et la roue B, qui

engrène avec le pignon D, fera dans cette supposition et dans le même temps un nombre de tours de $\left(n.\frac{r}{r'}.\frac{r'}{r''} = n.\frac{r}{r''}\right)$.

Le sens de cette rotation étant le même que celui communiqué à la roue B, par suite du mouvement de translation de l'axe D autour de XY, le nombre de tours total transmis à B par minute, par suite du mouvement de rotation C, et en supposant A immobile, sera :

$$n + n.\frac{r}{r''} = n\left(1 + \frac{r}{r''}\right).$$

Si maintenant, au lieu d'admettre l'une ou l'autre des roues C et A immobiles, on suppose qu'elles se meuvent en même temps, les nombres de tours transmis par minute à la roue B par la rotation de chacune d'elles, seront les mêmes que dans les suppositions précédentes, et s'ajouteront si les mouvements transmis ont lieu dans le même sens. Dans le cas contraire, on aura le nombre de tours par minute de B, en retranchant le plus petit nombre de tours du plus grand, et ce mouvement aura lieu dans le sens du plus grand de ces nombres de tours. On voit, par l'inspection de la figure, que les mouvements transmis à la roue B sont de même sens quand A et C tournent en sens contraire. Dans ce cas, cette roue fera par minute :

$$m \times \frac{r}{r''} + n\left(1 + \frac{r}{r''}\right).$$

Lorsque A et C tournent dans le même sens, le nombre de tours de B devient :

$$m \times \frac{r}{r''} - n\left(1 + \frac{r}{r''}\right).$$

On aura, par conséquent, la formule générale :

$$u = m \times \frac{r}{r''} \pm n\left(1 + \frac{r}{r''}\right).$$

Cas particuliers. 1° Si dans cette formule on fait $r'' = 2r$,

ce qui a généralement lieu dans les applications aux bancs à broches du mouvement différentiel à roues droites, elle devient :

$$u = \frac{1}{2}\, m \pm 1{,}5\, n.$$

2° Si l'on suppose la roue B égale à la roue A, ($r = r''$), et qu'on remplace les roues A, B, D par les roues d'angles (fig. 4), on rentre dans le cas du mouvement différentiel ordinaire à roues coniques, et la formule générale devient :

$$u = m \pm 2\, n \qquad [3]$$

On fera usage des signes + ou — dans les mêmes cas que précédemment, les sens de mouvements transmis restant les mêmes.

Afin de faire voir que le mouvement transmis aux bobines au moyen du cône et par l'intermédiaire du mouvement différentiel satisfait à la condition du renvidage, il faut démontrer que pour chaque nouvelle couche qui vient s'enrouler sur la bobine, *la différence entre le nombre de tours de la bobine et de l'ailette, ou réciproquement, diminue en raison inverse des diamètres successifs de la bobine :*

Lemme. Soit T le nombre de tours du cylindre délivrant par minute :

La roue C (dite *différentielle*) fera pendant le renvidage de la première couche sur les bobines un nombre de tours par minute de :

$$n = \mathrm{T}\, \frac{v'.\,\mathrm{P}.\,o.\,q}{v.\,\mathrm{A}.\,o'.\,c}.$$

v, v', o, o', q c désignant les diamètres ou nombres de dents des roues d'engrenage intermédiaires entre le cylindre et la roue C,

P le diamètre de la poulie P du cône,

A le diamètre du cône au petit bout.

Posons $\frac{v'.\ P.\ o.\ q}{v.\ o'.\ c.} = G$ constante, et, par conséquent, $n = T \times \frac{G}{A}$; substituons cette valeur de n dans la formule [3], et nous aurons :

$$u = m \pm \frac{2TG}{A}.$$

Soit e le diamètre du cylindre cannelé et l son développement par minute, on aura $l = \pi e\, T$, d'où $T = \frac{l}{\pi e}$, et par suite, $u = m \pm \frac{2G.\ l}{\pi e.\ A}$; posons $\frac{2G}{\pi e} = H$, d'où :

$$u = m \pm \frac{Hl}{A}. \qquad [4]$$

Pour u tours de la roue B les bobines feront :

$$u \times \frac{s.\ t}{s'.\ t'} = U \text{ tours}; \text{ posons } \frac{s.\ t}{s'.\ t'} = \frac{1}{f}.$$

d'où $$\frac{u}{f} = f\,U.$$

Pour m tours de la roue A, ou de l'arbre moteur, les ailettes feront $m \times \frac{s_1 .\ t_1}{s'_1 .\ t'_1} = M$ tours ; posons $\frac{s_1 .\ t_1}{s'_1 .\ t'_1} = \frac{1}{f_1}$.

d'où $$m = f_1\,M.$$

Substituant pour u et m, ces dernières valeurs dans [4], et tirant la valeur de U on obtient :

$$U = \frac{f_1 M}{f} \pm \frac{Hl}{f.A}. \qquad [5]$$

Pour satisfaire à la condition du renvidage de la première couche sur le diamètre d de la bobine, nous avons établi la relation $U = M \pm \frac{l}{\pi d}$; substituons-la dans [5] et posons $f = f_1$ nous aurons :

$$\frac{1}{\pi d} = \frac{H}{f.A}. \qquad [6]$$

En considérant une couche quelconque, la m^ième par exemple, on aurait de même :

$$\frac{1}{\pi (d + (m-1)\alpha)} = \frac{H}{f (A + (m-1)\beta)}. \qquad [7]$$

et en divisant membre à membre les équations [6] et [7], on obtient :

$$A : A + (m-1)\beta :: d : d + (m-1)\alpha,$$

c'est-à-dire *que les diamètres du cône, correspondant aux positions successives de la courroie, sont proportionnels aux diamètres de la bobine correspondants*, relation déjà trouvée [2] et obtenue en posant $f = f_1$; c'est-à-dire en supposant égaux les rapports de nombres de tour des bobines à la roue B du mouvement différentiel et des ailettes à la roue A. Cette condition est donc *indispensable* pour que le même cône qui transmet aux bobines leur mouvement vertical alternatif puisse leur communiquer en même temps, par l'intermédiaire du mouvement différentiel, un mouvement de rotation qui satisfasse aux conditions du renvidage.

Reprenons la formule [3] et multiplions chacun des termes par $\frac{1}{f}$, rapport des nombres de tours des roues A et B aux ailettes ou aux bobines, on obtient ainsi l'expression :

$$U = M \pm \frac{2n}{f} \text{ d'où } \begin{cases} U - M = \frac{2n}{f} \\ M - U = \frac{2n}{f}. \end{cases} \qquad [8]$$

car

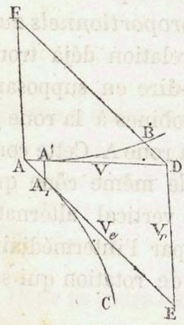
$$U = \frac{u}{f}, \; M = \frac{m}{f}.$$

Il est aisé de voir que la quantité $\frac{2n}{f}$ qui varie proportionnellement à n (nombre de tours par minute de la roue différentielle C) *diminue pour chaque avancement de la courroie du cône dans le sens de son ouverture*, en raison inverse des diamètres successifs de ce cône ou *en raison inverse des diamètres croissants de la bobine*. C. Q. F. D.

On voit qu'il faudra faire usage de la formule [3] avec le signe + quand les bobines marcheront plus vite que les ailettes; dans ce cas, les roues A et C du mouvement différentiel tournent en sens contraire.

Réciproquement on prendra le signe — quand les ailettes tourneront plus rapidement que les bobines ; et, dans ce cas, les roues A et C marchent dans le même sens.

Démonstration du mouvement différentiel par la théorie des mouvements relatifs. — Un point se meut dans l'espace avec une vitesse absolue V, en parcourant la trajectoire AB (figure ci-dessous) ; nous le rapportons à un système lui-même en mouvement qui décrit la trajectoire A avec une vitesse Ve, appelée vitesse d'entraînement. Le point en mouvement possède à l'égard de ce système de comparaison une vitesse relative Vr . Soit A l'origine où l'on a commencé d'observer le mouvement du point et du système de comparaison. Pendant que le premier parcourt AA′ dans le temps *dt*, le second parcourt AA_1 dans ce même temps. Le chemin AA′ est égal à la vitesse multipliée par le temps, c'est-à-dire $AA' = Vdt$; de même $AA_1 = Vedt$, et $A'A_1$ est le chemin parcouru par le point, relativement au système de comparaison dans le temps *dt*, $A'A'_1 = Vrdt$.



Si l'on prolonge les éléments AA′ et AA'_1, les deux lignes AD et AE représenteront les directions des vitesses V et Ve, dont on pourra exprimer les valeurs par AD et AE. En joignant les points D et E, la ligne DE donnera la valeur de la *vitesse relative*. En achevant le parallélogramme AEDF, on voit qu'en connaissant deux des vitesses V, Ve, Vr et leur direction, on pourra construire la troisième, puisqu'elle en sera la résultante.

Passons maintenant au mouvement différentiel qui nous occupe. L'application de la théorie des mouvements relatifs sera singulièrement simplifiée, attendu que la direction des vitesses

est suivant une même ligne droite. Leur résultante est alors évidemment la somme algébrique des deux vitesses connues; ainsi on a $V = \text{rés.}\ (Ve, Vr) = Ve \pm Vr$.

Considérons le point de contact d (fig. 4, pl. XXII), il est sur la circonférence de la roue B ; si nous désignons par u la vitesse angulaire de cette roue, nous aurons $V = au$, a étant le rayon de cette même roue. Si maintenant on suppose un observateur placé à cheval sur la roue C, il sera entraîné par celle-ci ; le mouvement propre de C ne sera pas apparent pour lui, tandis que le mouvement de rotation de la roue D autour de son axe sera apparent pour cet observateur. Soit w la vitesse angulaire de la roue D, b la distance du point d à l'axe de rotation, la vitesse de ce point considéré comme faisant partie de la roue D sera $Vr = bw$. D'un autre côté, si nous considérons que le point d est entraîné par la roue C, qui possède la vitesse angulaire u', la distance à l'axe de rotation du point D étant a, nous aurons

$$Ve = a\,u'.$$

Nous prendrons pour sens positif la direction de la vitesse V; les vitesses Vr et Ve se dirigent dans le même sens, elles auront le signe +, ainsi :

$$au = b\,w + au' \qquad (1)$$

Passons maintenant au point a, point de contact de la roue A, la vitesse de ce point considérée comme étant sur la roue A sera $V = a'\,u''$, u'' est la vitesse angulaire de A ; nous trouverions que, comme pour le point d, la vitesse relative de D est $Vr = b\,w$ et sa vitesse d'entraînement $a'\,u'$; mais comme cette dernière se dirige en sens inverse de la vitesse V, elle sera affectée du signe — ainsi on a $a'\,u'' = b'\,w' - a'\,u'$, mais $a' = a$ et $b' = b$, par suite $w = w'$, on aura donc pour A :

$$a\,u'' = b\,w - a\,u' \qquad (2)$$

Retranchons (2) de (1) on aura :

$$a\,u - a\,u'' = 2\,a\,u'$$

d'où : $$u = u'' + 2\,u'.$$

Si nous supposons que la roue C se meuve dans le même sens que la roue A, les autres mouvements conservant leur direction, nous aurons :

D $$a\,u = b\,w - a\,u' \qquad (3)$$

A $$a\,u'' = b\,w + a\,u' \qquad (4)$$

Retranchons (3) de (4), nous aurons :

$$a\,u'' - a\,u = 2\,a\,u'$$

d'où : $$u = u'' - 2\,u'$$

Ainsi en général : $u = u'' + 2\,u'.$

Ainsi la vitesse angulaire de la roue B est égale à la vitesse de la roue motrice A, plus ou moins le double de la vitesse angulaire de la roue différentielle C, quelles que soient les valeurs de a et de b. Mais il faut cependant que A = B.

Cas particuliers des bancs à broches à deux cônes. — On se propose de remplacer la poulie P et le cône droit AA qu'elle commande (fig. 1) par deux cônes Y'_1, Y'_n, Y_1 Y_n (fig.5, pl. XXIII) disposés en sens contraire, et devant satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Que le cône supérieur animé d'un mouvement uniforme de rotation communique au cône inférieur par le moyen d'une courroie qui avance de quantités égales à chaque nouvelle couche de bobine, des nombres de tours qui diminuent en raison inverse des diamètres croissants de ces bobines.

2° Que la somme des diamètres de ces deux cônes correspondant à toutes les positions de la courroie soit une quantité constante K.

Soient R et R′ les rayons extrêmes des deux cônes, que l'on suppose généralement égaux deux à deux, afin d'arriver à la moindre différence possible entre les rayons correspondant dans différentes positions de la courroie.

Soit d le diamètre de la bobine vide, sur lequel se forme la première couche, et d' le diamètre de bobine sur lequel se forme la dernière couche.

On devra avoir la relation : $\frac{R'}{R} : \frac{R}{R'} :: d' : d$.

$\frac{R'}{R}$, $\frac{R}{R'}$, désignant les nombres de tours du cône inférieur pour un tour du cône supérieur; d'où

$$R = R' \sqrt{\frac{d'}{d}} \text{ ou } R' = R \sqrt{\frac{d}{d'}}. \qquad [9]$$

On aura également :

$$R + R' = \frac{K}{2}. \qquad [10]$$

On se donnera *à priori* K, et on pourra en déduire les rayons R et R′ au moyen des équations [9] ou [10], d et d' étant connus. $\frac{K}{2}$ devant être constant pour toutes les positions de la courroie, les deux courbes, quelles qu'elles soient, du cône supérieur et du cône inférieur, sont identiques et superposables.

Etant connus les rayons extrêmes des deux cônes, on pourra déterminer par le calcul autant de rayons intermédiaires que l'on voudra, afin d'arriver à l'exacte construction de la courbe des cônes.

On peut se demander quels seront les rayons des cônes correspondants à la seconde, troisième, etc., *$m^{ième}$ couche*, et dans ce cas, si $\frac{\alpha}{2}$ est le diamètre de la mèche fournie par les cylindres, le diamètre de bobine sur lequel s'enroule cette $m^{ième}$ couche, sera : $d + (m - 1)\,\alpha$.

Soient y'_m et y_m les rayons des cônes correspondants ; on aura :

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{R'}{R} : \dfrac{y'm}{y\,m} :: d + (m-1)\,\alpha : d \\ \qquad y'_m + y_m = R' + R = \dfrac{K}{2}. \end{array}\right.$$

d'où, en éliminant y'_m ou y_m entre ces deux équations, on obtient les valeurs suivantes pour y_m et y'_m :

$$y_m = \frac{\frac{K}{2} R\,(d + m - 1)\,\alpha)}{\frac{K}{2} d + R\,(m-1)\,\alpha)} \qquad [11]$$

$$y'_m = \frac{\frac{K}{2} R' d}{\frac{K}{2} d + R\,(m-1)\,\alpha)}. \qquad [12]$$

On fixera d'avance la longueur L des cônes, c'est-à-dire la distance entre les deux positions extrêmes de la courroie; on la divisera en autant de parties égales, moins une, que la bobine contient de couches superposées, et l'on portera en ordonnée à chacune des divisons les rayons $y_2\ y_3, \ldots\ y_m$ déterminés au moyen de formules [11] ou [12] ci-dessus.

Il n'est pas nécessaire de faire entrer dans les calculs précédents le diamètre de la mèche et le nombre de couches qui doivent s'enrouler sur les bobines; il sera généralement plus simple, pour les calculs numériques, et une fois les diamètres extrêmes déterminés au moyen des relations [9] ou [10], de diviser la longueur L des cônes et la différence $d' - d$ des diamètres des bobines, sur lesquels se forment les couches extrêmes, en autant de parties égales que l'on voudra calculer de points de la courbe. En divisant, par exemple, L et $d' - d$, chacun en dix parties égales (fig. 6), et désignant par $y'_2\ y_2$, $y'_3\ y_3, \ldots, y'_{10}\ y_{10}$ les rayons des deux cônes correspondant à ces divisions, par $d_2\ d_3, \ldots\ d_{10}$ les diamètres correspondants de la bobine, on aura, pour la première division, les deux équations suivantes :

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{R'}{R} : \dfrac{y'_2}{y_2} :: d_2 : d \\ \qquad y'_2 + y_2 = \dfrac{K}{2} \end{array}\right\}$$

d'où l'on tire :

$$y_2 = \frac{\frac{K}{2} Rd_2}{R'd + Rd_2} \text{ et } y'_2 = \frac{\frac{K}{2} R'd}{R'd + Rd_2}$$

On trouverait de même :

$$y_3 = \frac{\frac{K}{2} Rd_3}{R'd + Rd_3} \qquad y'_3 = \frac{\frac{K}{2} R'd}{R'd + Rd_3}, \text{ etc.}$$

On peut se proposer de déterminer analytiquement la nature de la courbe des cônes, ayant calculé par la méthode précédente les rayons extrêmes R et R′ de ces cônes, et étant donnée leur longueur L. Nous supposerons, comme on le fait généralement et comme nous l'avons dit plus haut, que les rayons extrêmes des cônes sont égaux, et soient α le diamètre de la mèche sortant des cylindres ; d le diamètre de la bobine vide, d' le diamètre sur lequel se forme la dernière couche.

Considérons un point M de la courbe des cônes (fig. 7) ; nous supposerons que c'est le point où se trouve la courroie, lorsqu'il y a m couches d'enroulées sur la bobine et que la $(m+1)^{\text{ième}}$ est en train de se former. Soit d'' le diamètre de bobine sur lequel elle se forme, on aura les relations :

$$\frac{R'}{R} : \frac{y'}{y} :: d'' : d, \qquad [13]$$

$$y' + y = \frac{K}{2}. \qquad [14]$$

Les avancements de la courroie du cône étant égaux pour chaque nouvelle couche qui vient s'enrouler sur la bobine, et de plus, le diamètre de cette dernière augmentant à chaque couche d'une même quantité α, on pourra poser :

$$\frac{L}{l} = \frac{d' - d}{\alpha}$$

l étant l'avancement de la courroie du cône pour chaque nouvelle couche.

Divisons les deux membres par m : [15]

$$\frac{L}{l\,m} = \frac{d' - d}{\alpha\, m},$$

m étant le nombre d'avancements de la courroie à partir de sa position initiale OO'. Quand la couche $(m + 1)^{ième}$ se forme (sur le diamètre d'' de la bobine) ; c'est-à-dire quand la courroie se trouve en yy' ou au point M, lm pourra être considéré comme l'abscisse du point M de la courbe des cônes, par rapport aux deux axes Ox et Oy.

d'' étant le diamètre de la bobine sur laquelle se forme la $(m + 1)^{ième}$ couche, on a $d'' = d + \alpha m$, d'où $\alpha m = d'' - d$, et la relation [15] pourra être remplacée par celle-ci :

$$\frac{L}{x} = \frac{d' - d}{d'' - d}.$$

d'où, en posant $d' - d = h$ constante :

$$d'' = \frac{x\,h}{L} + d.$$

Substituant dans [13] pour d'' cette valeur et pour y' sa valeur tirée de [14], on obtient l'équation suivante :

$$Rhxy + (R + R')dLy - R\frac{K}{2}hx - R\frac{K}{2}dL = 0 \quad (A)$$

Si, au lieu d'éliminer y', on élimine y, on arrive à l'équation suivante :

$$Rhxy' + (R + R')dLy' - R'\frac{K}{2}dL = 0 \qquad (B)$$

Ces deux équations [A] et [B], du second degré en x et en y, de la forme générale :

$$Bxy + Dy - Ex - F = 0 \qquad (A')$$
$$Bxy' + Dy' - E' = 0 \qquad (B')$$

en posant $Rh = B$, $(R + R')\,dL = D$, $R\frac{K}{2}h = E$, $R\frac{K}{2}dL = F$, ou $R'\frac{K}{2}dL = F'$, représentent un arc d'hyperbole rapportée

aux deux axes rectangulaires Ox et Oy pour l'équation (A′) ; aux deux axes $O'x'$ $O'y$ pour l'équation (B′).

Ce qui va suivre se rapporte aux équations (A) (A′) de la courbe rapportée aux axes OX, OY ; les mêmes raisonnements seraient applicables aux équations (B) (B′).

Afin de ramener l'équation (A′) à la forme de l'équation de l'hyperbole rapportée à ses axes, il faut opérer deux changements d'axes, et l'on arrive définitivement à l'équation :

$$Rhy'^2 - Rhy'^2 + R'Kd\mathrm{L} = 0 \qquad (D)$$

qui représente une hyperbole rapportée à ses axes $O''x''$, $O''y''$ parallèles à OX′, OY′, et dont l'origine O″ a pour coordonnées relativement à ces derniers :

$$x \text{ ou } a = \frac{\sqrt{2}(D - E)}{2B},$$

$$y \text{ ou } b = \frac{\sqrt{2}(D + E)}{2B}.$$

Les axes Ox', Oy', et par conséquent $O''x''$, $O''y''$, font un angle de 45 degrés avec les axes primitifs OX, OY.

De l'équation (D) on tire $x'^2 - y'^2 = -\frac{R'Kd\mathrm{L}}{Rh}$, ou en posant $-\frac{R'Kd\mathrm{L}}{Rh} = p$:

$$x'^2 - y'^2 = p.$$

Si l'on fait $y' = 0$, on a $x' = \pm\sqrt{p} = \pm A$ (A, demi-axe transverse).

Si $x' = 0$, on a $y' = \pm\sqrt{-p} = \pm A\sqrt{-1}$ (valeur imaginaire, axe non transverse).

Les deux axes transverse et non transverse étant égaux l'hyperbole est équilatère, et l'on voit, d'après les valeurs ci-dessus de x'' et y'', que suivant que les valeurs de p seront positives ou négatives, ce sera l'axe des x ou l'axe des y qui sera l'axe transverse ou focal de l'hyperbole.

Distance du centre à chacun des foyers : $\pm\sqrt{2A^2} = A\sqrt{2}$.

On possède ainsi toutes les données nécessaires pour tracer

graphiquement l'hyperbole formant le profil des cônes d'un banc à broches quelconque : il suffira, pour cela, de connaître les diamètres d, d' des bobines à la première et à la dernière couche, et de se donner à volonté la longueur L des cônes, et l'un des rayons R ou R′ en supposant, comme nous l'avons fait, que les deux cônes aient leurs rayons extrêmes égaux.

L'équation (D) étant indépendante du diamètre de la mèche et du nombre de couches renvidées sur la bobine, on voit que les changements de numéros que l'on peut être appelé à faire sur un banc à broches n'influent en rien sur la courbe des cônes, pourvu que d, d' et L restent les mêmes.

En second lieu, il est facile de voir qu'ayant déterminé la courbe de deux cônes en fonction d'une longueur déterminée L, et pour un certain rapport de diamètres $\frac{d'}{d}$, les mêmes cônes sont applicables pour tous les rapports de diamètres de bobines $\frac{d'_1}{d_1}$, $\frac{d'_2}{d_2}$, plus petits que $\frac{d'}{d}$, pourvu que l'on fasse varier convenablement dans chaque cas L, ou la longueur des cônes qui devra fonctionner. En effet, nous avons vu que la détermination de la courbe des deux cônes d'un banc à broches dépend uniquement de leur longueur fixée *à priori*, et du rapport des diamètres extrêmes de la bobine. Si donc on suppose le cas d'un banc à broches d'un rapport de bobines $\frac{d'_1}{d_1}$ plus petit que $\frac{d'}{d}$ (rapport de bobines maximum adopté par le calcul de deux cônes de longueur L), on pourra toujours supposer $d_1 = d$, et dans ce cas, pour ne pas altérer le rapport $\frac{d'_1}{d_1}$, il faudra que $d'_1 < d'$. Le banc à broches $\left(\frac{d'_1}{d_1}\right)$ se trouve ainsi ramené au cas du banc à broches $\left(\frac{d'}{d}\right)$, pourvu qu'on considère la levée comme terminée quand les bobines auront atteint le diamètre d'_1 : les mêmes cônes, calculés pour le rapport de bobines $\frac{d'}{d}$, pourront donc être utilisés dans le cas d'un rapport de bobines quelconque plus petit que $\frac{d'}{d}$, pourvu qu'on fasse diminuer en même

temps L, ou la distance des deux positions extrêmes de la courroie.

Cette propriété des cônes hyperboliques des bancs à broches peut être mise à profit dans les ateliers de construction ; il suffit, en effet, de tracer une fois pour toutes une courbe des cônes, en fixant à volonté la valeur de K, somme des diamètres correspondants des cônes supérieur et inférieur, et en adoptant un *maximum* pour la longueur L et pour le rapport $\frac{d'}{d}$ des diamètres extrêmes de la bobine. Un tour à support fixe, établi de manière à faire décrire au burin la courbe ainsi déterminée, pourra servir à tourner les cônes convexes et concaves de tous les bancs à broches d'un rapport de diamètres de bobines inférieur à $\frac{d'}{d}$.

Il suffira, dans chaque cas particulier, de marquer bien exactement sur chaque paire de cônes les positions initiales et finales de la courroie.

Moyen pour déterminer graphiquement la courbe de deux cônes d'un banc à broches.

Étant donnés : d, diamètre de la bobine vide,

d', diamètre de la bobine, sur lequel s'enroule la dernière couche,

K, somme constante des diamètres des deux cônes correspondant à chacune des positions de la courroie,

L, distance suivant l'axe des cônes, de deux positions extrêmes de la courroie correspondant aux diamètres d et d' de la bobine ;

Soient $d = 0^m,035$; $d' = 0^m,130$; $K = 0^m,238$; $L = 0^m,788$,

On déterminera R et R′, rayons extrêmes des deux cônes, que nous supposons égaux deux à deux, au moyen des formules [8] [9], et on trouvera $R = 0^m,0407$; $R' = 0^m,0783$.

Cela posé, soit OX (fig. 7) l'axe du cône inférieur. A partir de l'origine O des axes, on portera une longueur $OP = L = 0^m,788$, et on élèvera aux points O et P des ordonnées OT, PS

égales à $R = 0^m,0407$ et à $R' = 0^m,0783$. T et S étant les points extrêmes de la courbe des cônes que nous avons reconnue être une hyperbole, le moyen le plus expéditif de la tracer est de déterminer ses axes et ses foyers, et de la construire graphiquement, par points, par le procédé connu.

L'équation de cette courbe, rapportée aux axes Ox, Oy, est :

$$Bxy + Dy - Ex - F = 0, \qquad (A)$$

dans laquelle $B = Rh = 0,0038665$ $(h = d' - d)$,

$$D = (R + R')\, dL = 0,003282,$$

$$E = R\,\frac{K}{2}\,h = 0,00046,$$

$$F = R\,\frac{K}{2}\,d\,L = 0,000133.$$

Or, nous avons vu que les axes $O''X''$, $O''Y''$ de l'hyperbole en question font un angle de 45 degrés avec les axes Ox, Oy, et que, pour les déterminer, il faut transporter parallèlement à eux-mêmes les axes OX', OY' (passant par l'origine et faisant un angle de 45 degrés, avec OX et OY) de quantités :

$$a = \frac{\sqrt{2}\,(D - E)}{2B} \text{ et } b = \frac{\sqrt{2}\,(D + E)}{2\,B}.$$

Substituant dans les expressions de a et b, pour B, D, E, leurs valeurs ci-dessus, on trouve $a = 0^m,516$; $b = 0^m,684$. Il faut donc transporter l'axe OX' parallèlement à lui-même d'une quantité $b = 0^m,684$ dans le sens *négatif* des y, et l'axe OY' d'une quantité $a = 0^m,516$ dans le sens *négatif* des x.

Les axes $O''X''$, $O''Y''$ de l'hyperbole étant ainsi obtenus, on déterminera son demi-axe transverse A et ses foyers au moyen des relations suivantes :

$$y''^2 - x''^2 = -\frac{R'K\,dL}{Rh} = -0,1329 = p.$$

p étant négatif, on en conclut que l'axe des Y est l'axe transverse de l'hyperbole.

Demi-axe transverse : O'E, O'E', ou $A = \pm \sqrt{p} = \pm 0^m,3645$.

Distance : O'F, O'F' du centre aux foyers $= \pm A\sqrt{2} = \pm 0^m,515$.

Il suffira actuellement, pour chaque point de la courbe qu'on voudra déterminer, de décrire un arc de cercle d'un rayon quelconque du foyer F comme centre, et de déterminer son intersection avec un arc de cercle d'un rayon égal au précédent, augmenté de la quantité 2A et décrit du foyer F' comme centre. Les points M, M'..., ainsi obtenus, satisferont à la condition suivante qui caractérise l'hyperbole, et appartiendront à la courbe des cônes :

$$MF' - MF = 2A$$
$$M'F' - M'F = 2A$$

Observation. — L'hyperbole ainsi construite étant équilatère, ses asymptotes $zO'z$, $z'O'z'$ font entre elles un angle droit ; et comme elles font, en outre, des angles égaux avec O'X', O'Y', ces angles étant de 45 degrés, on voit que l'asymptote de l'hyberbole des cônes est parallèle à l'axe de ces cônes.

Bancs à broches à mouvement et différentiel et à deux cônes
(Voir Pl. XXIII, XXIV, XXV).

AAA, arbre moteur de la machine.

Cet arbre donne le mouvement :

1° *Aux cylindres lamineurs* EE'E'',

Par l'intermédiaire des roues d'engrenage PP'P'', l'arbre P'V, les roues VV', XX', YY', ZZ'Z'' (fig. 1, pl. XXIII, et fig. 1 et 2, pl. XXIV).

P, pignon de rechange pour faire varier la torsion en accélérant ou retardant la marche des cylindres relativement au nombre de tours d'ailette, qui reste fixe.

RL ou Y, pignon de rechange pour faire varier l'étirage entre le premier et le troisième cylindre E, E'' ;

2° *Aux broches et aux ailettes* B'B', A'A',

Par l'intermédiaire des roues $s_4 s_4'' s_4' s_4'$ des deux arbres, $t_4 t_4 t_4$, disposés sur toute la longueur du banc à broches et des roues d'angle $t_4 t_4'$, etc. ;

3° *Aux bobines* (*mouvement de rotation*) C'C'C' (fig. 5 à 9 des détails).

Par l'intermédiaire des roues PP'P'', des deux cônes (R'R), (RR'), des roues d'angles *o'o*, *qC*, du mouvement différentiel ABCD, des roues *sss''s'''s's'* (fig. 1, pl. XXIV, formant la genouillère, des deux arbres *ttt*, disposés sur toute la longueur du banc à broches, et enfin des roues d'angle *tt'*, *tt'* ;

4° *Aux bobines* (*mouvement vertical de translation*).

Par l'intermédiaire des roues PP'P'', des deux cônes (R'R), (RR'), des roues d'angle *o'o*, *mm'm''*, des roues d'angle *ll'*, de l'arbre horizontal *iii*, disposé sur toute la longueur du banc à broches, et des pignons *iii*, commandant les crémaillères verticales *i'i'i'*.

RC ou *l*, pignon de rechange pour faire varier la vitesse verticale de translation des bobines.

FF, bâtis principaux de la machine.

F'F', bâtis intermédiaires.

GGG, porte-cylindre en fonte, plané, et sur lequel sont boulonnés :

G'G'G', support des cylindres.

HH, pièce en fonte planée de toute la longueur du banc à broches, fixée aux bâtis principaux et aux bâtis intermédiaires. A cette pièce sont boulonnés :

1° H'H'H', supports des arbres $t_4 t_4 t_4$;

2° H''H'', supports à crapaudine de chaque broche.

H_4 pièce en fonte à section d'équerre (dite chariot) de toute la longueur du banc à broches ; ce chariot, auquel sont fixées les crémaillères *i'i'i'*, se meut d'un mouvement vertical.

Il est guidé dans ce mouvement :

1° Par ces crémaillères qui se meuvent dans des coulisses verticales des bâtis intermédiaires ;

2° Au moyen de deux pièces fixées à ses extrémités et engagées également dans des coulisses verticales des bâtis princi-

paux. Son poids, avec tous les accessoires, est équilibré au moyen des contre-poids *ppp*.

A ce chariot sont boulonnés :

1° I′I′ supports des arbres *ttt* ;

2° I″I″, collets des broches ;

3° I‴, pièce à double coulisse horizontale, dans laquelle est engagé l'axe *h* d'un levier, engagé d'autre part dans deux oreilles *yy′* de la pièce L d'un appareil à bascule dont nous allons indiquer les fonctions.

Appareil à bascule (fig. 1, pl. XXV, et pour les détails, fig. 2, 3, 4 et 5).

Il est composé de :

KKK, support fixé sur le sol et à l'une des traverses qui relient les différents bâtis de la machine. Ce support est traversé par un axe OO, qui porte deux pièces à canon L et M, pouvant se mouvoir à frottement doux autour de cet axe.

La pièce L est munie à sa partie inférieure de deux oreilles *yy′*, percées de trous, dans lesquels passe le levier *hg*, et à sa partie supérieure également de deux oreilles XX′, traversées chacune par deux vis à écrous *zz′* dont nous indiquerons le but et par deux autres vis à écrous *nn′*, auxquelles sont accrochées, au moyen de petites chaînettes, deux tringles en fil de fer UU′. Ces tringles passent chacune par des ouvertures pratiquées dans les oreilles VV′ de la pièce M, et sont accrochées à leur partie inférieure à la traverse N, qui est constamment sous l'action d'un ressort à boudin R (fig. 2, pl. XXV).

La pièce M porte à sa partie supérieure une petite plaque à crans *pp′*, dans lesquels viennent tour à tour se loger les cliquets à ressort *qq′*, et à sa parttie inférieure elle porte un tourillon *rr*, auquel est fixée la tringle horizontale P′P′. Le mouvement oscillatoire de la pièce M doit, à chaque fin de course du chariot, faire avancer ou reculer brusquement la tringle P′P′ de quantités égales dans le sens horizontal ; à cet effet, on a fixé au support de l'appareil une pièce évidée SS′, entre

les arrêts de laquelle peut osciller le tourillon rr ; et la course de ce tourillon entre les arrêts S et S′ doit correspondre exactement à la course de la plaque pp', qui fait agir l'un ou l'autre des deux cliquets. De cette façon la pièce M se trouve calée, et par conséquent fixe de position dans l'intervalle de ses mouvements oscillatoires, constamment maintenue, soit par le cliquet q' et l'arrêt S′, soit par le cliquet q et l'arrêt S.

Cela posé, considérons le chariot au milieu de sa course et en train de descendre : la vis z doit être réglée de manière à avoir soulevé le cliquet q de la hauteur du cran de la pièce pp' quand l'inclinaison de la pièce L sera maxima, c'est-à-dire quand le chariot sera arrivé au bas de sa course. Avant cet instant, on voit que la chaîne aura été détendue, et que la tringle U, dont l'anneau est plus grand que l'ouverture pratiquée dans l'oreille V, agira de haut en bas (vu le ressort R) sur la pièce M. Dans cette position (fig. 5), le ressort qui agit également des deux côtés a un effet nul du côté opposé, en ce qu'il exercera une pression de haut en bas au point X′ de la pièce L. Aussitôt que le cliquet q se sera dégagé de son cran, la pièce M oscillera rapidement autour du centre O ; le cliquet q' s'engagera dans le cran p' qui lui correspond, et le tourillon rr viendra appliquer du côté S′ de la pièce SS′. L'inverse aura lieu quand le chariot aura atteint le point le plus élevé de sa course (fig. 4 et 5, pl. XXV).

Nous venons de voir que les mouvements de l'appareil à bascule, à chaque fin de course du chariot, produisent le mouvement rectiligne alternatif de la tringle P′P′, qui est transmis aux roues $m'm''$ par l'intermédiaire d'une tringle Q, parallèle à la première, et reliée à elle par un petit levier horizontal qui permet de régler la longueur de course nécessaire pour faire engrener alternativement les roues m' et m'' avec le pignon m, et changer ainsi le sens du mouvement du chariot.

Le mouvement rectiligne alternatif de la tringle P′P′ est converti en mouvement circulaire intermittent et de même sens, communiqué à l'arbre TT, au moyen d'un système d'une roue à rochet horizontal RR placée entre deux taquets paral-

lèles SS′ reliés par un ressort à boudin et pouvant osciller autour de deux points fixes *oo′*. Entre ces taquets est logée une pièce *t* fixée sur la tringle P′P′, et qui, à chaque avance ou recul de cette tringle, dégage l'un des taquets pour engager l'autre dans l'une des dents du rochet. L'arbre vertical T T, constamment sollicité à tourner par un poids suspendu à une chaîne qui passe sur une poulie I et qui est enroulée autour de cet arbre, tourne ainsi d'une quantité correspondante à une demi-dent du rochet RR.

Sur cet arbre TT sont calées deux roues d'engrenage :

a, qui fait mouvoir la crémaillère *a′a′*, à laquelle est fixée la fourche *bb* qui dirige la courroie des cônes et fait passer ainsi cette courroie sur les diamètres successifs des cônes.

c, qui fait mouvoir la crémaillère *c′c′*, reliée à l'axe *h* par la tringle C′*h*. A chaque changement de sens du mouvement du chariot, l'axe *h* avançant de quantités égales dans la coulisse I′′′, le bras du levier *hf* est raccourci, et le mouvement de bascule de l'appareil décrit ci-dessus se produit à chaque nouvelle couche pour une course de chariot moindre.

Ce mécanisme a pour but, en diminuant à chaque couche la hauteur de course du chariot, de donner aux bobines des bancs à broches à compression une forme conique aux extrémités.

UU, levier qui sert à soulever le cône inférieur, afin de détendre la courroie des cônes et permettre ainsi de ramener la courroie à sa position initiale, en faisant tourner à la main :

VV, arbre dont la rotation entraîne celle de l'arbre TT, et, par conséquent, ramène les crémaillières *a′a′* et *c′c′* à leur point de départ.

XX, tringle contre laquelle vient butter la pièce Y, quand la courroie du cône est arrivée à la fin de sa course et que la levée est terminée ; à son tour, elle vient butter contre la détente de la machine, et fait passer la poulie motrice sur la poulie folle.

Légende indiquant le nombre de dents des roues du banc à broches en gros, n° 1.

p — RT	z' — 30	s — s — 66	ii — 17
p' — 45	s_1 — s' 31	t — 35	i' i'' pas = 10mm,16
v — 84	t_1 — 35	t' — 23	RR —
v' — 140	t'_1 — 23	m — 10	a — 62
x — 40	o' — PC — 25	m' — m'' — 100	a' — pas = 7mm,91
x' — 105	O — 50	l — RC	c — 14
y — RL	q — 20	l' — 45	c' — pas = 7mm,91
y' — 60	C — 120	k — 15	E cylindre, 30m/m de diam.
z — 40	ABD 36	k' — 84	E' *id.* 25m/m *id.*
			E' *di.* 30m/m *id.*

Calcul du nombre de dents des pignons de recharge d'un banc à broches.

Ces calculs sont relatifs au cas du banc à broches en gros dont la légende précède.

Un banc à broches semblable étant établi, nous nous proposons de rechercher les différentes conditions, et de trouver le nombre de dents des roues de rechange qui, dans un cas déterminé, satisfont au laminage, à la torsion et au renvidage.

Étant donnés :

1° Le numéro de la mèche provenant des étirages (ou du passage d'un banc à broches précédent), 0,085 ;

2° Le numéro de la mèche qu'on veut produire sur le banc à broches, 0,52 ;

3° Le nombre de tours de torsion à donner à cette mèche par centimètre de longueur, afin qu'elle ait la consistance suffisante pour supporter sans altération l'opération du renvidage et du dévidage de la bobine au passage suivant, 0,26 ;

4° Le diamètre d_1 de la bobine vide, 0m,040 ;

5° Le diamètre d' de cette bobine quand s'enroule la dernière couche, 0m,130 ;

6° La hauteur de la bobine à la première couche 0m,237 ;

7° La hauteur de la bobine à la dernière couche, 0m,147 ;

On veut déterminer :

1° Le nombre de dents du pignon de rechange du laminage RL.

2° Le nombre de dents du pignon de rechange de la torsion RT.

3° Les rayons R_1 R'_1 des cônes, correspondant à la première et à la dernière couche, ainsi que la longueur de course de la courroie de ces cônes.

4° Le nombre de dents du pignon du cône o' ou PC.

5° Le nombre de dents du pignon de rechange qui règle la vitesse du chariot RC.

6° Le nombre de dents de la roue à rochet RR.

7° Le nombre de dents du pignon a de la crémaillière du cône.

Nombre de dents du pignon RT (*rechange du laminage*). — $\frac{y',x'}{y,x} = \frac{60.}{\text{RL}}\frac{105}{40} = \frac{0,52}{0,085}$, d'où RL = 25,75, soit 26.

Nombre de dents du pignon RT (*rechange de la torsion*). — On a vu que la torsion par centimètre de mèche fournie par les cylindres est $= \frac{m'}{\pi e}$.

m, désignant le nombre de tours d'ailette pour un tour de cylindre.

e le diamètre de ce cylindre en centimètres = 3.

On aura donc

$$\frac{140.\ 45.\ 31.\ 23}{84.\ \text{RT},\ 31.\ 23 \times 3,14 \times 3} = 0,26.$$

D'où RT = 45,5... 45 ou 46.

Les cônes du banc à broches que nous considérons sont ceux déjà terminés ; seulement il s'agit de fixer sur leur longueur les positions initiales et finales de la courroie correspondant au rapport de bobines $\frac{d'_1}{d'} = \frac{0.030}{0,040}$.

Soient R_1 et R'_1 les rayons extrêmes égaux deux à deux des cônes, correspondant aux rapports de bobines ci-dessus ;

X' et X les abscisses par rapport aux axes Ox, Oy des positions initiales et finales de la courroie.

$X - X' = L_1$ est la longueur de course de la courroie des cônes.

En appliquant au cas considéré les formules trouvées précédemment, on a :

$$\left.\begin{array}{l} \frac{R'_1}{R_1} : \frac{R_1}{R'_1} :: 0^m,130 : 0^m,040 \\ R_1 \times R' = \frac{K}{2} = 0^m,119 \end{array}\right\} \text{ d'où } \begin{array}{l} R'_1 = 0^m,0765. \\ R_1 = 0^m,0425. \end{array}$$

Si maintenant on pose $y = R'_1$ 0,0765 dans l'équation [A], qui représente la partie de courbe TMS, et qu'on en tire la valeur correspondante de $x = X$, après y avoir remplacé, pour B, D, E, F, leurs valeurs numériques, on trouve :

$$X = 0^m,7186.$$

Si dans la même équation, on pose $y = R_1 = 0^m,0425$, et qu'on en déduise la valeur correspondante de l'abscisse, on trouve :

$$X' = 0,0196,$$

$$\text{D'où : } X - X' \text{ ou } L_1 = 0,699.$$

Nombre de dents du pignon d'angle PC *(pignon du cône)*. — Les cônes étant combinés de telle sorte que les avancements successifs de la courroie qui commande le cône inférieur lui transmettent *des nombres de tours qui diminuent pour chaque couche en raison inverse des diamètres croissants de la bobine*, il suffira, pour déterminer les pignons (PC) et (RC), le premier réglant le renvidage, le second la vitesse du chariot, d'avoir égard à l'une quelconque des positions de la courroie ; car :

1° Le nombre de tours transmis à la roue C du mouvement différentiel (nombre de tours qui varient comme ceux du cône), feront pour chaque nouvelle position de la courroie, varier U — M dans un rapport inverse aux diamètres des bobines correspondants (condition à satisfaire pour opérer le renvidage à chaque couche).

2° La vitesse verticale des bobines diminuera pour chaque couche proportionnellement au nombre de tours du cône, ou en raison inverse des diamètres successifs de la bobine.

Considérons ce qui se passe à la première couche, et cherchons quel devra être *le nombre de tours* n *de la roue différentielle pour* un *tour du cylindre délivrant :*

Pendant ce temps, les ailettes font :

$$\frac{140.\ 45.\ 31.\ 35}{84.\ 46.\ 31.\ 23} = 2^{\text{tours}},481 = \text{M}.$$

On obtiendra le nombre de tours de bobines au moyen de la relation :

$$\text{U} = \text{M} + \frac{l}{\pi d_1}$$

dans laquelle $l = \pi e = 3,14 \times 3 = 9^{\text{cent}},42$;

$d_1 = 4^{\text{cent}}$, et on trouve $\text{U} = 3^{\text{tours}},231$.

Cela posé, on trouvera la valeur de n au moyen de la formule du n° 8, prise avec le signe + :

$$\text{U} = \text{M} + \frac{2n}{f}.$$

dans laquelle $\begin{cases} \text{M} = 2,481 \\ \text{U} = 3,231 \\ f = \frac{23}{35}, \text{ et d'où l'on tire } n = 0^{\text{tour}},246. \end{cases}$

Égalant cette valeur de n à l'expression du nombre de tours de la roue différentielle pour un tour de cylindre en fonction des rapports des nombres des dents des roues intermédiaires et des rayons des cônes correspondant à la première couche, on aura $\frac{140}{84}\frac{0^{\text{m}}0765}{0^{\text{m}}0425}\frac{\text{PC}.\ 20}{50.\ 120} = 0^{\text{tour}},246$, d'où PC ou le nombre de dents du pignon du cône = 24,61, soit 25.

Nombre de dents du pignon RC (*rechange pour la vitesse du chariot*). — Pour le numéro de mèche 0,52, fourni par le cylindre, on trouve en pratique qu'on peut enrouler sur la bobine, dans le sens de sa hauteur, 31 couches ou anneaux juxtaposés sur une longueur de $0^{\text{m}},130$; soit à la première

couche un développement de mèche $= 31 \times 3{,}14 \times 0^{m},040 = 3^{m},8936$, correspondant à un nombre de tours de cylindre

$$\frac{3{,}8936}{3{,}14 \times 0{,}03} = 41^{\text{tours}},33.$$

Donc, pour 41,33 tours de cylindre, le chariot devra monter ou descendre de $0^{m},130$. Or les pignons qui engrènent avec les crémaillères verticales du chariot ont 17 dents et un pas $= 0^{m}01016$; par conséquent, pour développer à leur circonférence primitive une longueur de $0^{m},130$, ils devront faire $\frac{0{,}130}{17 + 0{,}01016} = 0^{\text{tour}},753$.

Égalant le nombre de tours à son expression en fonction du nombre de tours de cylindre dans le même temps, des rapports des nombres de dents des roues intermédiaires et des rayons des cônes à la première couche, on a :

$$\frac{41.\ 33. \times 140.\ 0{,}0765.\ 25.\ \ 10.\ \text{RC}.\ 15}{84.\ 0{,}0425.\ 50.\ 100.\ 45.\ 84} = 0{,}753$$

D'où RC ou le nombre de dents du pignon de rechange de la vitesse du chariot $= 30{,}56$, soit 30 ou 31.

Nombre de dents de la roue à rochet RR. — L'expérience prouve que l'angle du cône de la bobine le plus convenable à adopter est d'environ 45 degrés, car il est un maximum qu'on ne peut pas dépasser sans que les anneaux extrêmes de chaque nouvelle couche viennent retomber sur les précédentes, déformer la bobine et empêcher qu'elle puisse être dévidée régulièrement. La longueur de course du chariot, qui est de $0^{m},237$ à la première couche, devra donc diminuer pour chaque nouvelle couche, et être de $0^{m},147$ à la dernière; il faudra, par conséquent, que l'appareil à bascule soit réglé de manière à faire basculer à la première couche, quand le chariot ou le point h aura fait un chemin vertical de $0^{m},237$, et à la dernière couche un chemin de $0^{m},147$.

Dans le banc à broches qui nous occupe, la distance du point f au point h est de $0^{m},335$, quand ce dernier occupe le milieu

de la coulisse I''', et que le chemin vertical qu'il parcourt est égal à la moyenne des chemins extrêmes, c'est-à-dire de $0^m,192$, il faudra donc régler l'appareil de manière à le faire basculer à chaque nouvelle couche, quand le point y aura décrit un chemin vertical $= 0,192 \times \frac{53,5}{335}$ (fy étant égal à $53^{mm},5$).

Cette course du point y, qui produit le mouvement de bascule, restant constante, on pourra déterminer, au moyen d'une comparaison de triangles semblables, quel devra être le raccourcissement total du levier hf, pour que le point h parcoure dans ses positions extrêmes des chemins verticaux égaux aux courses du chariot à la première et à la dernière couche.

On trouve ainsi que le chemin horizontal que devra décrire le point h dans la coulisse I''', pendant toute une levée, est de $0^m,157$, que par conséquent la petite crémaillère $c'c'$, dont l'avance à chaque couche imprime la même avance au point h, devra faire le même chemin.

Or cette crémaillère a une denture de $7^{mm},91$, et le pignon c qui la fait mouvoir a 14 dents; donc ce dernier devra faire, pendant une levée entière (et avec lui l'arbre vertical TT qui le porte, ainsi que la roue à rochet), un nombre de tours $= \frac{14 \times 0,00791}{0^m,157} = 1^{tour},418$.

Le nombre de dents du pignon à rochet dépend de ce nombre de tours et du nombre de couches enroulées sur la bobine; or, en n° 0,52, la pratique montre qu'il y a 51 couches sur des bobines ayant les dimensions que nous avons indiquées; donc il faudra que les longueurs de course de crémaillères, qui commandent le mouvement de bascule et les avances de la courroie des cônes, soient parcourues en 50 mouvements égaux et intermittents.

Or chaque changement de l'appareil à bascule a pour effet de faire tourner d'une demi-dent le pignon à rochet : le nombre de dents de ce rochet sera donc $= \frac{25}{1,418} = 17,6$, soit 17 à 18 dents.

Nombre de dents du pignon a de la crémaillère du cône.

— Ainsi qu'on vient de le voir, ce pignon a fera, pendant la levée entière, 1^{tour}, 418, et comme pendant ce temps la crémaillère, dont la denture est de $7^{mm},91$, devra avancer, à partir de sa position initiale, d'une longueur de 0,699, le nombre de dents du pignon qui la fait mouvoir devra être de

$$\frac{0^{m},699}{0,00791 \times 1,418} = 62,3.$$

Observations relatives au réglage.

Un banc à broches du système à deux cônes, à mouvement différentiel et à bobines comprimées, étant établi et produisant un numéro de mèche donné, si l'on voulait changer ce numéro sans changer la préparation, il y aurait à faire varier :

1° Le nombre de dents du pignon de rechange du laminage (RL) dans le rapport inverse des numéros, ce qui changerait le laminage proportionnellement aux numéros.

2° Le nombre de dents du pignon de rechange de la torsion (RT) dans le rapport inverse des racines carrées des numéros, ce qui aurait pour effet de changer la torsion proportionnellement aux racines carrées des numéros ou en raison inverse des diamètres des mèches.

(Donnée usitée en pratique.)

3° Il faudrait faire varier le nombre de dents du pignon de rechange de la vitesse du chariot (RC) en raison inverse des racines carrées des numéros, ce qui aurait pour effet de changer la vitesse verticale de la bobine dans le même rapport, ou proportionnellement aux diamètres des mèches.

4° Le pignon à rochet (RR) devra être remplacé par un pignon dont le nombre de dents sera augmenté ou diminué proportionnellement au nombre de couches qui s'enroulent sur la bobine dans les deux cas ; ce nombre de couches est lui-même inversement proportionnel aux diamètres des mèches dans les deux cas ; ou proportionnel aux racines carrées des numéros.

Il est aisé de voir que le changement de numéro produit sur un banc à broches n'influe pas sur le nombre de dents du pignon

du cône (PC), car si le nombre de tours d'ailette pour un tour de cylindre se trouve augmenté ou diminué par le changement du pignon de torsion (RT), il en est de même du nombre de tours des bobines, et leur différence $\frac{2}{f}n$ restera constante.

On voit aussi que n'importe quel sera le numéro de mèche fourni par les cylindres, pourvu que la forme des bobines ne soit pas changée, la course du point *h* (pl. XXV, fig. 4), pendant toute une levée, devra rester la même; il en sera de même du nombre de tours de l'arbre vertical TT, et par conséquent du nombre de dents du pignon de la crémaillère du cône.

Les règles indiquées pour les changements du nombre de dents des pignons, en cas de variation de numéro à produire, cesseraient d'être applicables si la nature du lainage venait à changer. Dans ce cas, la pratique seule pourra indiquer, suivant la longueur des filaments du coton que l'on aura en manutention, quels devront être, eu égard au numéro que l'on produit, la torsion à donner à la mèche, le nombre de couches que pourra contenir la bobine dans le sens de sa hauteur et de son diamètre; circonstances qui détermineront les nombres des dents des pignons (RT) (RC) (RR).

Lors de la mise en train d'un banc à broches du système que nous considérons, après avoir déterminé par le calcul les différents pignons de rechange afférents à un numéro donné, il faudra observer *à la première couche :*

1° *Si le renvidage s'opère convenablement;*

2° *Si la vitesse du chariot est telle que les anneaux formés sur la bobine s'y enroulent en hélice, sans se confondre et sans laisser d'intervalle entre chaque spire.*

1° Si la mèche, en sortant des cylindres, s'allonge, ne prend point de tors ou même forme une coupure et casse, cela indique que le tirage est trop fort, c'est-à-dire que la différence entre les nombres de tours de la bobine et de l'ailette, ou réciproquement, est trop grande; on a dans ce cas :

$$U = M \pm \frac{2n}{f};$$

d'où : $$U - M = \frac{2n}{f}, \text{ et } M - U = \frac{2n}{f}.$$

Il faudra, soit que les bobines tournent plus rapidement que les ailettes ou réciproquement, rendre cette différence moindre en diminuant n, ou le nombre de tours de la roue différentielle. C'est ce qu'on fera en remplaçant le pignon du cône PC.

Il est important de remarquer ici que pour suppléer à un tirage trop fort ou insuffisant, lors du renvidage de la première couche sur les bobines, il ne faudra jamais, dans le cas d'un banc à broches *à deux cônes*, avoir recours au recul de l'un ou l'autre de ces cônes, car cela modifierait entièrement le principe d'après lequel ils sont construits. Les cônes étant convenablement fixés, la courroie devra être placée, pour le renvidage de la première couche, au point indiqué par le calcul, et c'est d'après cela qu'on déterminera le pignon convenable à placer sur l'arbre du cône inférieur.

2° Si l'on remarque au renvidage de la première couche que la mèche ne se renvide pas sur la bobine en hélice à spires juxtaposées, cela indique que la vitesse du chariot doit être changée, c'est-à-dire qu'il faudra augmenter ou diminuer le nombre de dents du pignon (RC).

A mesure que les bobines se garnissent de coton et augmentent de diamètre, il peut arriver que la mèche, au sortir des cylindres, devienne de plus en plus lâche, ou bien qu'elle acquière une tension de plus en plus forte.

Cela indique, dans le premier cas, que la différence U — M ou M — U ne diminue pas assez d'une couche à la suivante, eu égard aux diamètres successifs de la bobine ; que par conséquent la courroie du cône avance de quantités trop petites, ce qui nécessitera un pignon à rochet (RR) d'un nombre de dents moindre.

Le contraire aura lieu si la mèche acquiert une tension de plus en plus forte, à mesure que la bobine se remplit.

§ 6. — Formule de la production d'un banc à broches.

Désignons par :
T, la torsion de la mèche par mètre ;
V, nombre de tours de l'ailette, par 1′ ;
n, le numéro de la mèche.
On a :
Longueur de la mèche développée par 1′ :

$$l = \frac{V}{T}.$$

Poids de la mèche produit par 1¹ ou p^1 en grammes :

$$p^1 = \frac{V}{T \times 2n}.$$

p étant le poids du coton contenu dans une bobine, le temps t nécessaire pour faire cette bobine est égal à :

$$t = \frac{p}{p^1} = p \times \frac{T \times 2n}{V}.$$

Dans cette formule, t est évalué en minutes, p et p^1 en grammes ; soit t'' le temps évalué en minutes, nécessaire pour faire la levée et remettre la machine en train, on a, en désignant par t_2 le temps nécessaire à la production d'une bobine d'un poids p :

$$t_2 = p \times \frac{T \times 2n}{V} + t',$$

ou

$$t_2 = \frac{2pTn + Vt''}{V}.$$

La production théorique P en grammes par broche et par jour est évidemment donnée par la formule

$$P = p \times \frac{12 \times 60}{t_2}.$$

Remplaçant t_2 par sa valeur, on a pour formule générale :

$$P = p \times \frac{720\,V}{2pTn + Vt''}.$$

La production pratique sera égale à P multiplié par un coefficient K, variable avec l'état de la machine, l'habileté de l'ouvrière, etc. Ce coefficient est, en général, de 0,85 à 0, 95.

§ 7. — Types de torsion imprimés aux bancs à broches.

La valeur de T de la formule précédente devant varier en raison de la nature des cotons et de la finesse du fil, nous donnons dans le tableau suivant des moyennes de torsion usitées dans les usines.

	Numéro du fil.	Banc à broches EN GROS.		Banc à broches DEMI-GROS.		Banc à broches. EN FIN.		Banc à broches SURFIN.	
		Numéro de la mèche.	Tors par centimètre.	Numéro de la mèche.	Tors par centimètre.	Numéro de la mèche.	Tors par centimètre.	Numéro de la mèche.	Tors par centimètre.
Chaîne	30	0,72	0,25	1,40	0,36	4,00	0,80	»	»
Mélange de jumel.	36	»	»	»	»	»	»	»	»
Salonique et tinnevelly. Marque.	40	0,72	»	»	»	»	»	»	»
Demi-chaîne	36	0,72	»	»	»	»	»	»	»
Chaîne jumel.	40	»	0,20	1,40	0,28	5,00	0,90	»	»
	42	»	»	»	»	»	»	»	»
	36	»	»	»	»	»	»	»	
Chaîne louisiane	30	0,678	0,315	0,95	0,375	3,39	0,65	»	»
	40	0,720	0,315	1,15	0,425	4,25	0,80	»	»
	50	0,678	0,315	0,95	0,375	3,40	0,65	12	1,60
	60	0,720	0,315	1,00	0,400	3,80	0,75	14	1,80
	70	0,720	0,315	1,15	0,425	4,25	0,80	15	2,00
	80	0,865	0,358	1,425	0,461	5,50	1,00	16	2,25
	90	1,145	0,425	1,585	0,515	7,20	1,15	18	2,50
	100	1,425	0,460	2,55	0,590	9,00	1,25	20	2,75
Ou encore Géorgie L. S.	100	0,60	0,36	1,50	0,50	4,4	0,90	9	1,00

Double mèche.

1 Ces deux exemples, pour différents cotons, produisant le même numéro, démontrent combien la torsion varie avec la substance et les filateurs. La règle consiste à ne donner aux préparations que la force nécessaire à les faire passer d'une opération à la suivante.

Applications de la formule de la production d'un banc à broches.

Banc à broches en gros, n° 1.

N° de la mèche, n, = 0. 60
Torsion par mètre T = 30.
Nombre de tours de l'ailette par 1′ = 500 tours.
Poids du coton contenu dans une bobine = 620 grammes.
En appliquant la formule pour trouver la valeur de t, on aura $t = 620 \times \frac{30 \times 2 \times 0.60}{500} = 45'$.

Le temps nécessaire pour faire la levée, t'', et remettre le métier en marche étant de 8′.
On a $t_2 = 45 + 8 = 53'$.
La production P par broche et pour 12 heures de travail, évaluée en kilog. sera donc de :

$$P = \frac{0{,}620 \times 720}{53'} = 8^{k},422.$$

Le nombre de broches étant de 72 par exemple,
La production totale du banc à broches sera de :

$$8^{k}.\ 422 \times 72 = 606{,}384.$$

La production pratique est d'environ 70 0/0 de celle théorique ; on aura donc :

$$606.\ 384 \times 0.\ 70 = 424^{k}.\ 468.$$

Banc à broches intermédiaires ou n° 2.

Numéro de la mèche — n = 1. 20.
Torsion par mètre T = 43
Nombre de tours d'ailette par 1′ = 700.
Poids de coton contenu dans une bobine = 480 grammes.

On a donc :

$$t = \frac{480 \times 43 \times 2 \times 1.20}{700} = 71'$$

$$t'' = 9'$$

$$t_2 = 71' + 9' = 80'$$

$$P = \frac{0^k,480 \times 720}{80} = 4,320.$$

Le nombre de broches étant de 120,
La production théorique totale est de :

$$4.\ 320 \times 120 = 518.\ 400.$$

Production pratique :

$$518.\ 400 \times 0.\ 80 = 414,72.$$

Banc à broches en fin ou n° 3.

Numéro de la mèche 3.50.
Torsion par mètre 70.
Nombre de tours d'ailettes par $1' = 900$.
Poids du coton contenu dans une bobine : 265 grammes.
Nombre de broches : 200.
On a donc :

$$t = 265 \times \frac{70 \times 2 \times 3,50}{900} = 145'$$

$$t'' = 145 + 10 = 155'$$

$$P = \frac{0^k,265 \times 720}{155'} = 1^k,231.$$

Production théorique totale :

$$1,231 \times 200 = 246,20.$$

Production pratique totale :

$$246,20 \times 0,85 = 209,27.$$

NOTA. — Avec un assortiment de deux bancs à broches en gros, 2 bancs à broches intermédiaires et 4 bancs à broches en fin produisant des mèches ayant les n°s ci-dessus, on pourra alimenter environ 1000 broches filant des n°s de 30 à 35.

§ 8 — Rota frotteur.

Considérations préliminaires. — Le rota frotteur a probablement été inspiré par la vue des bobinoirs de la laine peignée, avec lesquels il a une grande ressemblance. Il a le même but : la substitution d'un frottement à la torsion imprimée par le banc à broches pour condenser et consolider la mèche. Il en résulte une simplification du mécanisme et un appareil sensiblement meilleur marché que le banc à broches. C'était là, naguère, son principal avantage, car ses résultats étaient moins précis que ceux du banc à broches, et il occasionnait souvent des déchets en quelque sorte impossibles avec cette dernière machine. Aussi l'usage du rota était-il circonscrit à la transformation des fils très-ordinaires ; l'industrie normande seule l'employait et il était resté stationnaire jusqu'au moment où M. François Delamarre-Debouteville fils aîné y a apporté des perfectionnements tels que le rota s'est rapidement propagé dans les différents départements industriels, au point que l'on en compte au moins 600 fonctionnant dans diverses filatures. Avant de décrire cette machine il est juste de donner celle qui avait été exécutée tout d'abord par M. Danguy jeune, de Rouen, l'un des constructeurs qui s'était le plus occupé de ce genre de métiers ; il construisait une série de trois rotas, correspondant à trois passages successifs, comme dans le banc à broches. Il y a, par conséquent, le rota en gros, le rota intermédiaire et le rota en fin. Ce dernier est muni d'un mécanisme supplémentaire pour former les bobines, remplaçant soit les rouleaux d'appel, soit les chariots à mouvement alternatif de va-et-vient pour promener les caisses dans lesquelles tombent les mèches des passages précédents.

Pour tirer de ces machines à préparer l'effet voulu, il est important que le cuir des surfaces frottantes, formant l'organe principal, soit bien choisi et convenablement approprié au degré de préparation auquel il est destiné. Le grain de ce cuir

doit être plus fin pour les machines finisseuses que pour celles des passages précédents. Il doit être à petit grain doux et régulier pour les derniers rotas. La partie velue frottante peut être moins soignée et d'un grain plus accentué aux deux premiers passages.

Description des rotas frotteurs. Pl. XXVI. — La figure première est une vue de face ; la deuxième, une vue de côté et sans les poulies ; la troisième, un plan horizontal ; et la quatrième, la deuxième vue de côté.

Les rubans sortis du deuxième étirage, formant en général la cinquième opération comptée à partir du premier cardage, passent successivement entre trois rotas ; la première de ces machines est de 36 fils, les deux autres chacune de 48. Nous n'avons représenté que la dernière, la plus complète, formant des bobines comprimées comme les bancs à broches.

Les 36 mèches de l'appareil à préparer en gros sont réunies devant la machine par groupes de quatre resserrées par une petite tulipe qui les réunit les unes à côté des autres, pour être dirigées entre une paire de rouleaux d'appel. A la sortie de ces rouleaux, elles tombent dans des caisses rectangulaires de $0^m,36$, sur $0^m,11$ et de $0^m,70$ de profondeur. Ces caisses sont animées d'un mouvement de va-et-vient horizontal très-lent. Les mèches se disposent de cette façon par plis régulièrement superposés, jusqu'à ce que le récipient soit rempli.

Au deuxième frotteur les mèches sont doublées, et comme chacune des boîtes du précédent appareil contient 4 mèches ou boudins, on dispose 24 de ces récipients devant le rota intermédiaire de 48 broches ; puis, dédoublant ces mèches au moyen d'une tringle, on obtient ainsi des séries de deux fils qui restent réunis et qui sont laminés ensemble et étirés, en général, dans la proportion de 1 à 5 au maximum.

A la sortie de ce second rota, les mèches sont encore réunies dans des boîtes par séries de quatre, comme au précédent.

Les boîtes de la préparation intermédiaire alimentent le rota en fin, qui lamine et étire de nouveau de 4 à 5, suivant le numéro de la mèche à former.

Fonctionnement du rota en fin. — Le frottement opéré entre le rouleau 43 et le tablier 44 des figures, pl. XXVI, les mèches passent dans des petits anneaux en cuivre fixés à une tringle en fer 91, qui les isole les unes des autres. Elles descendent alors, après avoir fait un tour et demi autour des tiges rondes des petites palettes, sur les fuseaux 38, assemblés par paires sur les axes 37, posés horizontalement le long du chariot 60. Les espèces de broches 37 sont mues par les deux roues d'angles 36, fixées sur un arbre porté par le chariot, et qui reçoivent leur mouvement d'un pignon droit 31, solidaire avec le plateau différentiel 30. Ce plateau est entraîné par la poulie de friction 29, calée sur l'arbre vertical que commande la roue conique 25, de 36 dents, placée sur l'arbre de couche du moteur, commandant la roue 26, de 46 dents, placée sur l'arbre vertical portant la friction, appuyée contre le plateau différentiel par un ressort à boudin. Ce ressort, posé sur la tige d'un coulisseau en cuivre, porte le pivot du bas de l'arbre de la friction.

Du côté opposé du mécanisme différentiel de la cage 90, le rochet 65 est actionné par le heurtoir, placé sur l'arbre 64, pour faire tourner le vignot d'un degré et élever la friction de manière à la faire agir sur un plus grand diamètre du plateau 30. Le rochet de 62 dents, par exemple, adopté pour de la mèche n° 3, produit un déplacement de 1/62 à chaque courbe de la bobine. Une bobine avec de la mèche de cette finesse, sera par conséquent formée de 60 couches et aura un diamètre de $0^{m},079$.

Commande de va-et-vient du chariot pour former les couches. — Ce mouvement est déterminé par la forme de l'excentrique 48. A chacune de ces révolutions, imprimées par les engrenages 5, 6, 7 et 8, la pointe de cet excentrique agit sur une dent du rochet 57, fixé à la cage ou balancier 48, chargé du mouvement du chariot. Lorsque la grosseur du numéro varie, on change le pignon 5 par un plus grand ou plus petit pour mettre le mouvement en rapport avec la finesse du boudin.

Dégrenage et arrêt spontané de la machine. — Lorsque les

bobines ont le diamètre ou la grosseur voulue, pour être enlevées, le rota s'arrête de lui-même. Ce résultat est obtenu de la manière suivante : le pignon 50, placé sur l'arbre du rochet 57, a un vide comprenant l'espace de 4 dents, il s'ensuit qu'après une révolution entière de ce pignon, le vide se trouve en regard des dents de la crémaillère sollicitée par le poids 59. La crémaillère, n'engrenant plus, est rappelée par ce poids; son extrémité, en revenant sur elle-même, heurte la détente 56, par la touche 55, et fait dégrener la commande motrice.

La pointe de l'excentrique en cœur agit également à chaque révolution sur une dent du rochet 57, son pignon 50 fait alors rétrograder la crémaillère d'autant, par l'éloignement de son prisonnier du centre d'oscillation du col de cygne 52. Il en résulte une diminution dans la course du chariot, ce qui détermine les deux bases coniques de la bobine.

Un rota de 48 broches en fin peut produire en moyenne 75 kilogrammes de mèches n° 3 par jour. Le rendement varie naturellement avec les finesses des mèches; pour du n° 2, 5, il atteindra moyennement 100 kilogrammes, et il ne sera que de 50 kilogrammes pour du n° 5 en douze heures effectives.

Si l'on sait bien assortir les cuirs en raison des titres des préparations à traiter, l'on pourra obtenir des n^{os} 2 à 10, par conséquent à peu près toutes les finesses désirables, dans les filatures dont les fils n'arrivent pas à des titres élevés.

§ 9. — Réglage des organes et des commandes du rota.

Le réglage de cette machine est au moins aussi important que celui des machines les plus délicates de la filature. Le constructeur l'a si bien compris, qu'il livre une instruction spéciale à cet égard, où il appelle l'attention des industriels sur une série de points essentiels, et entre autres : 1° sur la tension convenable de la mèche entre le cannelé et le tablier pour éviter les *mariages*, les *vrilles*, etc.; 2° le débit des cannelés, s'assurer s'il est en rapport de leur développement, et si les

broches enroulent la mèche sans tirage ni altération ; 3° sur le choix des rochets, pignons et le réglage de la crémaillère, relativement aux titres ou numéros du boudin, et surtout sur le choix, l'appropriation et l'entretien des cuirs, des tabliers et des gros cylindres frotteurs.

Voici d'ailleurs la légende détaillée de la machine :

Légende du rota frotteur, pl. XXVI.

1. Poulies de commande.
2. Arbre de commande, portant les poulies, les roues 27, 20, 25, les pignons 3, 12 et le volant 102.
3. Pignon derrière le volant actionnant la roue 4.
4. Roue intermédiaire solidaire avec le pignon 5.
5. Pignon commandant la roue 6.
6. Roue intermédiaire solidaire avec le pignon 7.
7. Pignon qui commande la roue 8.
8. Roue dont l'axe porte l'excentrique en cœur 46.
9. Pignon actionné par la roue 8.
10. Roue sur le même axe que celle 9 pour commander la roue 11.
11. Roue sur un arbre longitudinal 64, armé d'un ergot qui fait tourner le rochet 103 d'une dent à chaque révolution.
12. Pignon sur l'arbre 2, derrière le volant, pour actionner la roue 13.
13. Roue intermédiaire commandant celle 16.
14. Roue sur l'arbre du cannelé du milieu ; elle est commandée par le pignon 15.
15. Pignon solidaire avec la roue 16.
16. Roue intermédiaire engrenant avec 13.
17. Pignon vers l'extrémité du cannelé de devant commandant 18.
18. Roue Marlborough actionnée par le pignon 17 et donnant la rotation au pignon 19.
19. Pignon sur le cannelé de derrière.
20. Roue sur l'arbre longitudinal 2.

21. Roue sur le cannelé de devant actionnée par celle 19.

22. Pignon assis sur les cannelés de devant pour commander la roue 23.

23. Roue Marlborough intermédiaire actionnant celle 24.

24. Roue sur l'arbre du rouleau 44 du tablier.

25. Roue conique accolée contre celle 20 pour actionner la roue 26.

26. Roue conique sur l'arbre vertical de la poulie de friction 29.

27. Roue conique sur l'arbre 2, près des poulies.

28. Roue conique commandée par celle 27 pour actionner les excentriques 41, 42.

29. Poulie de friction garnie d'un cuir appuyant contre le plateau 30. Elle est douée d'un mouvement ascensionnel qui ralentit le renvidage à mesure que la bobine grossit, ce qui constitue cinq mouvements différentiels.

30. Plateau de friction contre lequel appuie la poulie 29, dont l'adhérence détermine la rotation de ce plateau.

31. Long pignon sur le même arbre que le plateau 30 et commandant la rotation des broches.

32. Roue intermédiaire actionnée par le pignon 31 et donnant la rotation au pignon 33.

33. Pignon commandé par la roue 34 et solidaire avec le pignon 34.

34. Pignon conique solidaire avec celui 33 et actionnant le pignon 35.

35. Pignon situé à l'extrémité de l'arbre de couche portant les pignons qui font tourner les broches.

36. 36 pignons qui font tourner les broches.

37. Broches horizontales tournantes sur lesquelles on embroche les fuseaux 38.

38. Fuseaux en bois passés sur les broches 38, par paires, et sur lesquels s'envident les bobines.

39. Bobines.

40. Palettes autour desquelles la mèche fait un tour mort avant de se déposer sur les fuseaux, et dont la pression con-

venablement calculée donne la sûreté voulue aux bobines.

41. Boîte de l'excentrique du tablier 44, donnant à ces derniers un mouvement de va-et-vient horizontal.

42. Boîte de l'excentrique du gros rouleau 43, servant à celui-ci un mouvement horizontal de va-et-vient opposé à celui du tablier.

43. Gros rouleau tournant au-dessus du tablier en même temps qu'il va et vient.

44. Tablier dont le cuir possède un mouvement continu de rotation en même temps qu'il va et vient.

Les tabliers 44 sont frottés et roulés et donnent une mèche moins grosse qu'elle ne l'était en arrière, mais qui n'a aucune torsion.

45. Deux jumelles qui portent les rouleaux du tablier; l'une d'elles est reliée avec l'excentrique 41 par une tige 84.

46. Excentrique en cœur sur l'axe de la roue 8 et opérant le va-et-vient du chariot 60.

47. Galet reposant constamment sur l'excentrique 46, qui alors le soulève et le laisse abaisser alternativement pour donner l'oscillation à la cage 48.

48. Cage oscillant autour d'un point fixe 49 et articulée avec le col de cygne 52.

49. Cintre fixe d'oscillation de la cage 48.

50. Pignon fixé à la cage 48 et engrenant avec une crémaillère 51. Il manque quatre dents à sa circonférence.

51. Crémaillère portée par la cage 48 et glissant dans cette dernière.

52. Col de cygne claveté sur l'arbre longitudinal des bielles 53 et articulé avec la cage 48.

53. Bielles attachées au chariot et qui, par les oscillations de la cage 48, font aller et venir le chariot à chaque couche de mèche qui se dépose sur les fuseaux.

54. Petits supports qui relient le chariot avec les bielles 53.

55. Touche fixée sur la cage 48.

56. Mentonnet à charnière fixé au porte-système; il maintient le balancier 78; mais quand les bobines sont placées et

que la levée doit être faite, la touche 55 vient heurter ce mentonnet.

57. Rochet sur le même axe que le pignon 50 et qui tourne d'une dent toutes les fois que la pointe du cœur est en haut.

58. Petite poulie située sous le chariot 48 et portant un poids 59.

59. Poids dont la chaîne embrasse la poulie 58.

60. Les deux jumelles composant le chariot qui porte les broches 37.

61. Les roues du chariot.

62. Chemins sur lesquels roulent les roues 61.

63. Entretoises qui relient les roues 60 du chariot.

64. Arbre longitudinal de la roue 11, portant à l'autre extrémité un ergot qui fait tourner le rochet 65 d'une dent.

65. Rochet sur le même axe que l'excentrique 66.

66. Excentrique dont la rotation très-lente soulève le tourillon 67.

67. Tourillon de la fourchette qui embrasse la douille de la poulie 29 afin d'élever cette dernière pour ralentir la rotation du plateau 30 à mesure que la bobine grossit.

68. Levier permettant de relever à la main la poulie 29.

69. Poids suspendu au-dessous de l'arbre de la poulie 29.

70. Support du point d'oscillation du levier 68.

71. Poignée pour actionner le rochet 65 à la main.

72. Cliquet de la poignée 71, s'engageant dans les dents du rochet 65.

73. Chapeaux qui recouvrent les rouleaux de pression.

74. Rouleaux de pression maintenus comme à l'ordinaire.

75. Crémaillère opérant l'appel et l'étirage de la mèche.

76. Bielle articulée avec la tringle 77 et attachée sur la roue de la vis sans fin, hors du centre de cette roue, pour donner un mouvement lent de va-et-vient à la tringle 77, afin que les fils ne passent pas à la même place sans les cannelés.

77. Tringle longitudinale percée de trous en entonnoir par où passent les mèches allant aux cannelés.

78. Balancier retenu par la clanche 56; il est armé d'une

branche 79, appuyant contre un étoquiau 101 pour faire dégrener le métier.

79. Branche à peu près verticale du balancier 78.

80. Levier à poignées que l'ouvrier peut faire agir pour dégrener ou engrener le métier à volonté.

81. Tringle munie de goujons 82.

82. Goujons implantés dans la tringle 81 pour séparer les mèches venant dedans des pots ou boîtes situés derrière le métier et non figurés au dessin.

83. Tige qui relie la boîte 42 avec le gros rouleau 43.

84. Tige qui relie la boîte 41 avec l'une des jumelles 45 du tablier.

85. Tige courbe de la boîte 42, portant une douille qui supporte l'arbre du gros rouleau.

86. Autre tige courbe de la boîte 41, munie d'une douille guidant la marche du tablier.

87. Pièce en forme de X pour supporter le porte-système au milieu de sa longueur.

88. Poids suspendu au balancier 78.

89. Saillie supposant le centre d'oscillation de la fourchette qui fait monter la poulie 29.

90. Cage renfermant en partie la poulie 29 et la fourchette 67, et dans laquelle est pratiquée une coulisse servant de guide au tourillon de fourchette 67, lequel tourillon est soulevé par l'excentrique 66.

91. Tringle garnie de petites plaques surmontées d'anneaux servant de guides aux mèches sortant de dessous le gros rouleau et devant se diriger aux palettes 40.

92. Autre tringle unie, supportant les mèches qui doivent se rendre aux fuseaux de devant.

93. Deux tringles où sont fixées les palettes 40.

94. Supports des tringles 93 ; ils sont munis d'une charnière qui permet de soulever le bout de devant quand on a besoin de soulever les broches 37 pour enlever les bobines faites.

95. Porte-système supportant les mains.

96. Bâti du métier.

97. Chapelle supportant les axes des roues et des excentriques situés du côté des poulies.

98. Support dit *tête de cheval* pour supporter la marlborough 18 et les roues solidaires 15 et 16.

99. Boucle pour changer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle.

100. Tringle de débrayage.

101. Etoquiau poussé par la branche 79 quand le levier 78 agit.

102. Volant.

103. Support de l'axe d'oscillation de la cage 48.

104. Support de la roue 6 et de la roue 8.

105. Traverse qui relie les deux bâtis du bout.

106. Ressort de retenue du crochet 57 fixé à la cage 48.

107. Autre ressort de poussée du crochet 57, fixé au porte-système.

108. Ressort de retenue du crochet 65.

109. Colonnes qui supportent les chemins 62.

110. Bascules des broches.

111. Colonne et petite traverse pour supporter les tringles 91, 92 au milieu.

112. Petite tringle armée d'une poignée et de petits étoquiaux pour soulever les palettes 40 quand on doit faire la levée.

Le glissement de ces tringles a lieu par des coulisses qui y sont découpées de place en place et dans lesquelles sont engagées des voies fixes qui servent de guides.

113. Crochet de pression.

114. Crochets qui se rabattent sur les bouts extérieurs des broches pour arrêter les fuseaux, et que l'on soulève quand on fait la levée.

Leur renversement en arrière est empêché par des étoquiaux fixés au chariot.

Les vis qui servent de pivots à ces crochets sont aussi implantées dans le chariot.

(Les poids de pression n'ont pas été représentés.)

L'appareil à friction qui vient d'être décrit présente deux

dispositions différentes pour recevoir les mèches. La première, la plus simple, est à caisse rectangulaire, elle a l'inconvénient de nécessiter un tassement à la main toujours irrégulier, de causer des déchets anormaux et de ne pas contenir assez de produits. La seconde disposition, le rota finisseur à bobines, exige une place considérable, une grande complication de construction et revient à des prix assez élevés. On peut, en un mot, lui appliquer une partie des reproches faits aux bancs à broches quoiqu'il n'en présente pas les avantages. C'est pour obvier à ces critiques que M. Delamarre Deboutteville a imaginé les combinaisons d'un rota que nous allons décrire.

§ 10. — Frotteur-tasseur de M. Delamarre.

Le nouveau frotteur a pour but de disposer le coton dans chaque boîte, en anneaux réguliers et juxtaposés, et de le tasser mécaniquement. Ce mode présente plusieurs avantages, il évite les ruptures assez fréquentes des boudins provenant du mauvais rangement du coton dans les boîtes ordinaires, le tassage se faisant mécaniquement et par suite la boîte contenant moitié plus de coton, réalise une économie notable sur la main d'œuvre et diminue le nombre des rattaches à faire devant et derrière les machines; enfin, par ces motifs, la production est plus grande que dans le frotteur ordinaire.

Pour les frotteurs en gros, en moyen, et intermédiaire, on se sert généralement de boîtes contenant 4 boudins réunis ensemble, tandis que dans les frotteurs en fin on ne réunit dans chaque boîte que deux boudins. Dans les premiers on porte les préparations ainsi faites derrière la machine suivante, tandis que dans le frotteur en fin, la boîte terminée, on l'ouvre sur le côté et on enlève la pelote pour la porter directement au métier à filer. Ces pelotes durent très-longtemps derrière les métiers, soit de 3 à 5 jours suivant le n° du fil et la hauteur donnée aux pelotes. On trouve donc là encore un avantage sur la main d'œuvre.

La planche XXVII donne un plan fig. 1, une vue de côté

fig. 2, et une coupe transversale fig. 3. Dans ces 3 figures on a réuni les différents types de frotteurs. Ainsi le plan fig. 1 donne la disposition d'un frotteur en moyen, la fig. 2 celle d'un frotteur en gros, et la coupe 3 celle d'un frotteur en fin.

Derrière le frotteur en gros on place les pots P (fig. 2) provenant du dernier banc d'étirages ; pour les frotteurs intermédiaires en fin on met les boîtes B (fig. 1 et 3) fournies par le frotteur précédent. Ces boîtes, comme l'indique le plan (fig. 1), ont une forme rectangulaire terminée par deux demi-cylindres afin d'éviter les vides qui se produisent dans les angles des boîtes complétement rectangulaires.

Le coton est étiré et frotté comme dans les frotteurs ordinaires. C_1 C_2 C_3 cylindres étireurs. R rouleau, T tablier frotteur qui ont chacun un double mouvement de rotation et de va-et-vient.

Les mouvements de ces divers organes sont donnés par la poulie principale E au moyen de roues d'engrenages, et pour le va-et-vient du rouleau et du tablier, par des excentriques, les dispositions sont les mêmes que dans les frotteurs ordinaires.

Après avoir été frottée, la mèche est amenée par les rouleaux d'appel L_1 L_2 dans une tasseuse tournante T analogue à celles précédemment décrites pour les cardes et les bancs d'étirages.

La boîte B_2 (fig 3) placée en-dessous de la tasseuse a un mouvement de va-et-vient très-lent, de telle sorte que par suite de ce mouvement et de la rotation de la machine, le coton se dispose dans la boîte sous la forme d'anneaux elliptiques, juxtaposés les uns aux autres. Le mouvement de va-et-vient est donné à la boîte au moyen de la crémaillière M et du pignon g actionné par une série de roues d'engrenages. Dans les frotteurs en gros, moyen, et intermédiaires, le tassage s'opère par l'interposition du coton entre le plateau A. A′ (fig 1. 3) et celui d de ressorts à boudin r. r. figurés dans la boîte B (fig. 3). A mesure que le coton s'entasse dans la boîte, les ressorts baissent et le poids de la matière coton étant équilibré avec la tension des ressorts, la boîte s'emplit avec un tassage égal depuis le commencement jusqu'à la fin. Comme les ressorts seraient trop longs, on les relie par des plateaux d_1 d qui leur donnent

la stabilité nécessaire. Pour le frotteur en fin, la boîte B_2 est plus petite, et le plateau d_2 qui reçoit le coton est muni de ressorts horizontaux s. s, agissant sur les côtés de la boîte, au lieu de ressorts verticaux agissant sur le fond. Cette disposition est préférable pour les frotteurs en fin. Quand la levée est faite, on prend le plateau à ressorts horizontaux et on le remet dans le haut de la boîte.

Avantages économiques des frotteurs tasseurs sur les bancs à broches. — Supposons les rota frotteurs en gros, intermédiaires et moyens tels qu'on les construit et que nous les avons vus fonctionner avec 6 tables de 8 fils ou mèches à chaque table, soit 48 mèches sortant par devant, et les frotteurs en fin avec 7 tables et 8 fils à chaque table, soit 56 mèches, ces machines coûteront, la première, la seconde, et la troisième, chacune 2200 francs, la quatrième 2300, soit 8900 francs pour les quatre machines.

S'il s'agissait d'une production de 4000 broches donnant en chaîne 14, 6000 kilog. en 12 jours, il faudrait :

1 frotteur en gros,	48 fils.	2,200
2 frotteurs en moyen,	48 fils.	4,400
4 frotteurs en fin,	56 fils.	9,200
		15,800

Une femme menant facilement 2 frotteurs, cette série n'exigerait que 3 femmes 1/2.

Si l'on employait des bancs à broches, il faudrait pour la même quantité de fil produite dans le même temps :

1 banc à broches en gros, 64 broches[1], dont le prix est de 55 fr. la broche	3,520
2 bancs à broches moyen de 90 broches, 45 fr., la broche, soit.	8,100
3 bancs à broches en fin de 128 broches dont le prix est de 35 fr. la broche.	13,440
	25,060

[1] Le rendement de ces bancs à broches est un peu moindre que celui indiqué par la formule p. 437, attendu que nous avons pris ici non pas la production possible avec les machines les plus parfaites mais celle qu'on obtient généralement dans les filatures de Normandie montées depuis un certain temps.

Il faut pour conduire cette série 6 femmes et 3 jeunes filles :

Intérêts et amortissement pour la dépense des frotteurs tasseurs, 15,800, à 10 0/0	1,580f »»
Salaires, 3 femmes 1/2 à 1,75 = 6,125 × 300 = ...	1,838 50
Total. .	3,438f 50
Intérêt et amortissement pour la dépense des B. B., 25,060 à 10 0/0	2,506f »»
Salaires. 1,75 × 6 = 10,50 + (1 × 3 = 4) = 14,50 × 300 =	4,350 »»
Total.	6,856f »»

Différence annuelle en faveur des frotteurs tasseurs : 6856 — 3418,50 = 3437, f. 50.

Cette sommes répartie sur la production à raison de 6000 kil. en 12 jours ou 150,000 par an, donnera une différence de $\frac{3437,50}{150,000 \text{ k.}} = 0$, f. 023 par kilogrammes, seulement pour les préparations du second degré, deuxième période, ce qui est relativement considérable comparé au prix de revient de la filature des numéros auxquels les frotteurs tasseurs sont appliqués.

Nota : Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que la détermination du nombre des broches indiqué ci-dessus n'a rien d'absolu ; il peut varier dans une certaine limite avec leurs vitesses ; plus elle est grande et moins il en faudra. L'exemple que nous avons pris relatif à un bas numéro est celui où le nombre de tours des broches est un minimum. Plus la finesse des mèches augmente et plus on pourra donner de vitesse aux organes.

§ 11. — Banc Abbeg ou banc à broches à organes renvideurs modifiés, pl. XXVIII.

Le banc à broches est, ainsi que nous l'avons fait remarquer, la machine la plus chère de la filature, tant à cause de sa faible production relative qu'à cause de la complication de son mécanisme, dont la construction ne souffre pas de médiocrité. Le motif principal de dépense du système gît dans l'emploi du mouvement

différentiel, nécessité par le mode de renvidage, dont les points d'application varient à chaque révolution de la bobine. La vitesse de celle-ci doit changer à son tour pour que la tension exercée sur la mèche ne varie pas. Afin de simplifier ces sortes de machines dans cette partie essentielle on s'est ingénié à modifier le mode de formation de la bobine, en changeant la manière de superposer les couches de fils. Nous allons décrire la plus ingénieuse de ce genre quoiqu'elle soit restée sans application sérieuse, même en Suisse où elle a été inventée.

Dans le banc Abbeg comme dans le banc à broches, la mèche du dernier étirage passe par un système de trois cylindres cannelés, au sortir desquels elle est soumise à un appareil destiné à opérer en même temps la torsion et le renvidage. Ce renvidage, qui, dans les bancs à broches, se fait par anneaux formant une première couche sur toute la hauteur de la broche, suivie d'une seconde couche superposée sur la première, et venant ainsi augmenter, à chaque couche, le diamètre de la bobine, se fait de la manière suivante dans le banc Abbeg :

La mèche, en sortant de l'appareil mentionné ci-dessus et ayant déjà la torsion voulue, vient se placer sur un disque horizontal en bois couvert de feutre sous forme d'anneaux (fig. 1), tangents intérieurement à la circonférence du disque, placés les uns à côté des autres et venant tous embrasser un axe ou broche en fer, passant par le milieu du disque. La mèche, en continuant à se placer de cette manière, réalise une deuxième couche sur une première assise d'anneaux et ainsi de suite, jusqu'à former une tresse verticale ayant à sa base un disque en bois qui la retient, et pour axe une broche en fer autour de laquelle sont enroulés les anneaux de chaque assise. — De cette différence dans la manière d'opérer le renvidage de la mèche produite dans ces deux machines résulte une grande simplification apparente en faveur du banc Abbeg, provenant de ce que le renvidage s'y fait dans la même condition de tension pour tous les points des assises horizontales, tandis que dans le banc à broches, on se le rappelle, la vitesse des organes opé-

rant le renvidage varie à mesure que le diamètre de la bobine augmente.

Description de la machine.

La figure 2 est une vue de face, et 3 une coupe verticale transversale; les fig. de 4 à 11, sont des détails sur une échelle plus grande.

BBB′, bâtis de la machine.

D, porte-cylindre.

CCCC, trois cylindres cannelés de douze tables avec leurs accessoires.

EE, entonnoirs réunissant les mèches de deux tables cannelées.

FF, rouleaux d'appel.

AA, fig. 2 et 3, indique la position de l'appareil de torsion et de renvidage, donné en détail, fig. 5, 10 et 11.

S, H, broche à rainure avec son plateau de bois recouvert de feutre, fig. 4.

La broche S ne forme pas elle-même pivot. Au moyen d'une goupille g' qui traverse le cylindre creux g et qui vient embrasser la rainure de la broche, celle-ci fait corps avec le cylindre qui tourne dans la pièce fixe J formant crapaudine (fig. 4). La goupille J′ empêche le cylindre g de se mouvoir dans le sens de sa longueur.

Le plateau en bois H est percé dans son centre d'un trou cylindrique dans lequel est fixée une pièce à canon. Dans le canon est rivée une goupille destinée :

1° A entraîner la broche dans le mouvement de rotation du plateau (cette goupille pénétrant dans la rainure de la broche).

2° Lorsqu'une levée est terminée et qu'on enlève la broche par sa partie supérieure, la goupille glisse le long de la rainure jusqu'au bas de la broche, où se trouve une petite vis d'arrêt g'' qui empêche le plateau de quitter la broche.

I, traverse, fig. 2, portant les pivots et crapaudines des broches. Cette traverse peut se mouvoir autour des tourillons I′ I″ ayant leurs coussinets dans les bâtis BB.

KK, pièces à fourches, fig. 2, dans lesquelles vient s'engager le chariot L glissant verticalement dans les rainures des bâtis BB. A l'endroit de chaque broche le chariot est renflé en forme de canon cylindrique vertical, et percé d'un trou dans lequel tourne, à glissement doux, une pièce à bride S, placée dans la bride de quatre trous s''' destinés à recevoir le piton h' de la pièce h, faisant corps avec le plateau H fig. 4. Dans cette pièce s''' elle-même est ajustée, également à glissement doux, une autre pièce à bride r, reposant sur un ressort à hélice r'' appuyé sur un arrêt de la pièce s'''. Au moyen d'une goupille s'' la pièce r est entraînée dans le mouvement de rotation de s''', et agit, en même temps, comme ressort sur le plateau H, qui repose par sa partie évidée sur la bride de la pièce r.

Q, manivelle servant à faire monter et descendre le chariot, qui est constamment équilibrée, fig. 2.

q', contre-poids du chariot, auquel il est relié par trois chaînettes.

s' arbre moteur principal, faisant mouvoir : 1° les cylindres cannelés par l'intermédiaire de l'arbre de torsion T.

2° T arbre de torsion communiquant le mouvement à l'appareil A, fig. 5 *bis*, par l'intermédiaire de deux roues d'angle égales.

3° L'arbre de renvidage R, communiquant le mouvement à la partie N de l'appareil A par l'intermédiaire de deux roues d'angle égales.

4° U arbre à rainure, le long duquel se meut :

V, canon se déplaçant verticalement avec le chariot et portant une roue d'engrenage communiquant un mouvement de rotation aux broches et à leurs plateaux, par l'intermédiaire d'une paire de roues droites b' c' et deux paires de roues d'angle a' z'.

E porte une vis engrenant avec une vis sans fin F munie d'un excentrique fig. 9 qui donne le mouvement de va-et-vient aux guides-mèches le long des cylindres cannelés. Le mouvement des cylindres délivreurs F leur est communiqué par un arbre au moyen des roues o p q. Les autres parties de la ma-

chine telles que chapeaux, système de pression se reconnaissent facilement par les figures et n'ont d'ailleurs rien de particulier. Quant aux bobines sur lesquelles les mèches s'enroulent à la sortie des cylindres délivreurs elles sont indiquées en x y, fig. 3; sous les cylindres délivreurs F se trouvent placés les conduits cardeurs de la mèche qui reçoivent un mouvement de rotation de l'arbre T et par les engrenages coniques r fixés aux plateaux R′ (fig. 6) en projection horizontale. Ces plateaux K′ reposent sur le banc L (fig. 2).

L'arbre M reçoit de B le mouvement des engrenages t u v w et le transmet par les engrenages s au cône N calé sur le tube A (voir détails fig. 5 bis). Sur cette même pièce N se trouve fixée une roue x dentée intérieurement qui engrène avec la roue excentrique y placée sur le tube O sur A (voir détails fig. 5 bis). La mèche suit par conséquent le trajet du canal brisé A O et m' c'est-à-dire qu'à la sortie des cylindres étireurs elle entre par l'ouverture supérieure, suit ce tube vertical, s'incline vers o, suit cette nouvelle direction jusqu'à l'ouverture m' de la plaque o' d'où elle sort pour former la bobine. Il s'en suit que la partie A du mécanisme imprime le faible degré de torsion nécessaire à la mèche et la disposition du mécanisme o' faisant partie de l'embase réalise un envidage epicycloïdal indiqué en coupe horizontale dans la fig. 1. Il est bien entendu que ces pièces doivent être exécutées avec beaucoup de soin et avoir les surfaces polies afin de ne pas endommager la mèche. On voit dans la fig. 4 le détail des pièces de la bobine. S est l'axe sur lequel s'enroule la bobine X, fig. 3 et 7, l'embase O reçoit son mouvement par le pied U et de l'arbre principal de la façon suivante, fig. 3 et 11. La roue z engrène avec la roue a' sur l'arbre V ; sur ce dernier est fixée une roue b' engrenant à son tour avec c' sur l'arbre W. Cet arbre W porte la roue d'angle, d' engrenant avec la roue e' sur l'arbre horizontal X′, fig. 3. Cet arbre X′ qui est, comme la roue e', adapté au chariot L monte et descend ; avec lui se trouve à chaque bobine une roue d'angle f' fixée au pied U et engrenant avec la roue d'angle g' (voir en détails fig. 4). Il donne à cette dernière

roue g' et par conséquent au plateau H un mouvement de rotation. Z est la plaque inférieure contenant le coussinet des broches; chaque broche repose dans une crapaudine g' et tourne dans cette crapaudine par le pivot inférieur h' ; porte une coulisse dans laquelle est placé un ressort qui maintient le plateau H contre la broche quand on enlève la bobine.

L'axe S, relié par la goupille s''' à la pièce U du tube supérieur, est maintenu dans sa position par le ressort spirale r''. Le chariot L, vu fig. 2 à deux points différents de sa course verticale, glisse dans les coulisses pratiquées dans les montants de chaque côté du bâti, et est équilibré dans sa course par les contre-poids q' et r' (fig. 2 et 3). Ces contre-poids sont disposés de façon à ce que le premier agisse au commencement de l'envidage et le second lorsque le diamètre des bobines augmente vers la fin de l'opération. Le chariot est soulevé par le levier t' t' quand on remplace les bobines pleines par des broches nouvelles avec leur plateau; u' est une roue à rochet qui assure la position au moment voulu (voir. fig. 9). Lorsque les bobines sont pleines, celles près des montants, à gauche de la machine, viennent agir sur une espèce de détente w' correspondant à la brindeballe du débragage, agissent sur la tringle à fourche de la courroie et font passer celle-ci de la poulie fixe sur la poulie folle O'. Cette disposition n'offre rien de particulier; elle ressemble aux mécanismes débrayeurs en général. Le chariot incliné est maintenu dans cette position par des coulisses glissant dans les fourchettes x' pratiquées des deux côtés du bâti; le levier y' mène les bobines dans la position indiquée fig. 7; on peut alors avec facilité enlever les bobines pleines pour les remplacer par des broches vides et leur plateau.

Dans les deux positions verticale et inclinée, le chariot est retenu par la clanche z' au moyen d'un tenon.

Rapport de vitesse des organes. — Les dimensions et nombre des dents des transmissions sont tels que :

1° La partie A de l'appareil mise en mouvement par l'arbre T de torsion fait un tour autour de son centre pendant un tour d'arbre moteur.

2° La pièce O, ajustée à glissement dans les deux disques horizontaux m et m' de la pièce A, peut par conséquent tourner sur son axe yy et fait avec la partie A un mouvement de translation d'un tour autour de son centre pendant un tour d'arbre moteur.

3° La partie N de l'appareil, mise en mouvement par l'arbre R (arbre de renvidage) fait 1 tour 127 pendant un tour d'arbre moteur.

Cela posé, on voit que, pendant un tour d'arbre moteur, l'avance de la partie N sur la partie A tournant dans le même sens, est de $0^{tour},127$. Or, comme la pièce N porte un engrenage intérieur x de 50 dents, cette avance exprimée en nombre de dents sera $50 \times 0,127 = 6^{dents},35$ et le pignon intérieur o de 18 dents, engrenant avec x, communiquera à la pièce O un nombre de tours, sur son axe, correspondant à $6^{dents},35$, soit $0^{tour},3525$.

Le point o', où la mèche de coton sort de l'apppareil, décrira donc, en vertu du mouvement de rotation de la pièce O, un chemin $= 0^{tour},3525\ (0,072 \times 3,14) = 0^{m},0775$. Ce nombre représente la longueur de mèche sortie de l'appareil pendant un tour d'arbre moteur. Le cylindre délivrant développe, dans le même temps, une longueur de $\frac{20}{23}(0,029 \times 3,14) = 0^{m},073$.

Torsion de la mèche. — Pendant que le cylindre développe $0^{m},073$, la pièce A communique à la mèche une torsion de un tour, et la pièce O une torsion de $0^{tour},3525$ dans le même sens. Ensemble $1^{tour},3525$ pour une longueur de $0^{m},073$.

Mais il faut observer que, par le dévidage des tresses, la mèche perd une torsion de 1 tour par longueur d'anneau qui se dévide verticalement, c'est-à-dire pour $(0,072 \times 3,14) = 0^{m},226$, ce qui correspond à une torsion de $0^{tour},323$ pour une longueur de $0^{m},073$.

Retranchant $0^{tour},323$ de $1^{tour},3525$, il reste pour la torsion définitive $1^{tour},0295$ pour $0^{m},073$, ou $0^{tour},38$ par pouce, ou $0^{m},027$ [1].

[1] Si l'on compare cette torsion à celle des bancs à broches indiquée

Observation. — On changera la torsion de la mèche en variant les pignons qui sont sur l'arbre de torsion et sur le prolongement du cylindre délivrant. Il faudra alors varier, dans le même rapport, les roues de rechange correspondant au renvidage, engrenant, l'une avec un pignon de 26 dents, placé sur l'arbre de torsion T, l'autre avec un même pignon de 26 dents, placé sur l'arbre de renvidage R.

Pour mettre cette machine en train, on élève, au moyen de la manivelle Q, le chariot L, de manière que les plateaux de bois recouverts de feutre, viennent appliquer contre les disques m'. Dans cette position la barre de fer P, contre-poids du chariot, exerce, par son surpoids, une légère pression des rondelles feutrées contre la partie inférieure des disques m' et o parfaitement polis. La mèche doit être passée dans l'appareil, simplement pincée entre le plateau m' et le disque H. La machine étant alors mise en mouvement, la mèche se déroule sous forme d'anneaux qui se placent les uns à côté des autres, en vertu :

1° De la différence de vitesse que possèdent le plateau m' et le disque H.

2° Du nombre de révolutions du disque autour de son axe.

Nombre d'anneaux par assise horizontale. — Nous avons vu que pour un tour d'arbre moteur, le plateau m' faisait un tour. Pendant le même temps, le plateau H fait $\frac{38}{56} \times \frac{29}{30} = 1{,}02$ tour. L'avance du nombre de tours de H sur m' est donc de 0,02, pendant un tour d'arbre moteur, temps pendant lequel le point o' développe $0^m{,}0775$. Pendant le temps que le point o' met à décrire une circonférence, c'est-à-dire à développer un anneau, l'avance x de H sur m' deviendra, d'après la proportion suivante : $0{,}02 : x :: 0{,}0775 : 0{,}072 \times 3{,}14$.

D'où : $x = 0{,}02 \times \frac{0{,}072 \times 3{,}14}{0{,}0775} = 0{,}0583$, correspondant à $\frac{1}{17{,}20}$ tour : le nombre d'anneaux par assise horizontale est donc

précédemment, on remarquera que la torsion du banc Abbeg est pour 0,027 presque la même que celle du banc à broches demi-gros pour un centimètre, c'est-à-dire qu'on peut tordre moitié moins au banc Abbeg.

de 17,20. Les mèches de coton venant se former en tresses sur les six plateaux HH, font descendre le chariot et tous ses accessoires le long de l'arbre à rainure U, par la simple pression occasionnée par le volume de coton qui s'accroît entre les plateaux m' m' et les disques HH. Au commencement de la levée, le poids supplémentaire P′ repose à terre, et la longueur des petites chames qui le relient au poids Q′ est réglée de manière que ce poids ne commence à être soulevé que lorsque le poids des tresses formées a augmenté le poids du chariot d'une quantité suffisante pour pouvoir soulever ce poids sans trop durcir les tresses.

Quand les tresses sont suffisamment longues, un buttoir fixé sur le chariot qui descend, fait basculer le levier coudé i, et le poids q', en tombant, fait passer la courroie motrice sur la poulie folle, par l'intermédiaire de la chaînette du contre-poids, de la poulie u et de la tringle de débrayage t.

Pour enlever les tresses formées, il suffit d'abaisser le chariot et d'amener les extrémités kk dans les coulisses KK; puis, au moyen du levier Y′ (fig. 7), on fait légèrement basculer le chariot en avant, ce qui permet d'enlever facilement les tresses formées, y compris les plateaux en bois HH, et les broches CC, et d'en remettre d'autres.

Si cette machine ne s'est pas propagée dans l'industrie, c'est sans doute parce qu'elle n'agit pas avec toute la précision voulue quant à l'application de la torsion et présente des déchets anormaux par le dévidage des bobines dans les transformations ultérieures, enfin, parce que la machine tout en coûtant moins cher que le banc à broches, est d'un prix plus élevé que le frotteur tasseur, on préfère par conséquent ce dernier pour les fils ordinaires et le banc à broches, pour terminer les préparations des fils d'une certaine finesse.

CHAPITRE XXVI

FILAGE.

§ 1. — Considérations générales.

Une mèche isolée d'un numéro déterminé, ou mieux encore, deux mèches réunies, chacune d'une finesse double, étant données, continuer l'étirage et la torsion de manière à amener le produit à la longueur et à la solidité voulues, tel est le but fondamental du filage. Enrouler le fil à mesure qu'il s'exécute sur une bobine cylindrique ou un cône de révolution, constitue une fonction secondaire et cependant importante du métier à filer. Celui-ci est donc chargé d'un travail identique à celui des machines précédentes qui préparent les mèches. La différence ne réside que dans les proportions ou quantités d'étirage et de torsion appliquées dans les deux cas à la même longueur, et dans les modifications du produit qui en résulte. Par la transformation au filage, la finesse et la solidité du résultat deviennent telles, qu'elles influent notablement, comme nous le verrons, sur le mode de renvidage qui n'est plus celui des bancs à broches. Aux bancs à broches, l'étirage et la torsion sont très-faibles relativement à la masse; ils sont, au contraire, considérables au métier à filer. Une mèche de préparation du numéro 3, par exemple, pesant 16 grammes environ par 100 mètres de longueur reçoit moyennement 65 tours de torsion par mètre au dernier banc à broches. Transformée en un fil du numéro 30, la même longueur pèsera dix fois moins, c'est-à-dire que le même poids acquerra dix fois

plus de longueur et sera tordu en raison de cet allongement de 800 tours au mètre environ. C'est cette torsion finale, énergique, qui, en transformant les filaments droits en hélice, opère la cohésion mécanique de la masse, et permet de fixer les échelonnements des fibres de manière à produire des longueurs illimitées avec des brins de 2 à 3 centimètres, et de donner au fil qui en résulte une ténacité équivalente à celle de l'ensemble des filaments de sa section. Nous démontrons plus loin que pour obtenir ce résultat dans tous les cas, il est nécessaire de faire varier le nombre de tours constituant la torsion avec la finesse des fils. Les cylindres étireurs des métiers à filer décuplent parfois la longueur de la mèche pendant que l'organe tordeur lui imprime une torsion équivalente à l'étirage. La production étant en raison directe et le prix du filage en raison inverse de la vitesse de rotation de la broche, on a constamment cherché à l'augmenter, elle atteint aujourd'hui près de 7,000 tours à la minute dans les métiers à filer les plus perfectionnés. Les broches à ailettes des bancs à broches qui exécutent les mèches ne pourraient, à beaucoup près, atteindre une telle vitesse sans développer un frottement et des vitations considérables et occasionner de fréquentes ruptures ; il a par conséquent fallu modifier l'organe tordeur et renvideur, pour le rendre plus favorable au travail du métier à filer. La finesse et la solidité relatives du fil fait dans les conditions indiqués ci-dessus, ont permis à leur tour de changer et de simplifier parfois le mécanisme chargé de commander le récepteur du fil (la bobine cylindrique ou la canette). Le petit diamètre du produit, même le plus ordinaire, rend la différence des couches qu'il forme peu sensible, sa ténacité permet de s'en servir parfois pour entraîner la bobine, et de pouvoir supprimer par conséquent le mécanisme compliqué que nécessite le renvidage de mèches d'un diamètre décuple.

Cependant l'emploi du fil lui-même à la commande directe de la bobine, n'a pu guère être utilisé jusqu'à présent qu'aux produits d'une certaine ténacité, aux fils de chaîne jusqu'au numéro 40 environ. Ceux d'une finesse plus grande, et ceux

moins tordus pour trame, n'offrent pas assez de force pour pouvoir être renvidés de la même manière et pour résister à la traction continuelle à laquelle le produit est soumis dans ce système, connu chez nous sous le nom, assez peu significatif, de *métier continu*. C'est plutôt système à *fonctions simultanées* qu'il faudrait le nommer, parce que le renvidage, l'étirage et la torsion ont lieu en même temps. Cette condition de l'action simultanée de tous les organes de la machine nécessite naturellement plus de force, toutes choses égales d'ailleurs, pour exécuter le fil que lorsqu'il est produit par un système où le renvidage n'est effectué qu'après la confection d'une certaine longueur de fil. La division des fonctions ainsi pratiquée allége le travail ; elle caractérise, avec la disposition spéciale du fil sous forme de cônes ou canettes, le métier le plus répandu, connu sous le nom de *mule-jenny*.

Sans entrer de nouveau dans l'histoire, si souvent bien ou mal répétée, de l'invention du système général connu sous ce nom, disons un mot sur la signification, ou plutôt sur l'origine de cette dénomination. Au commencement de l'emploi des appareils à broches multiples et automatiques, on imagina, en Angleterre, le métier désigné sous le nom de *throstle* ou *grive*, nom conservé également pendant quelque temps en France au système *continu*. Il était généralement mû par une chute d'eau, à cause de la force motrice notable qu'il absorbe, de là son nom de *moulin à filer*, comme on dit encore un moulin à tan, etc., et le nom de *mill* en anglais, de *filage hydraulique* en France et ailleurs, pour désigner ce mode de transformation. Ce mot *mill* serait-il devenu *mull* ou *mule* par corruption, comme cela se voit si souvent pour des mots d'une même langue, et à plus forte raison pour ceux transportés d'une langue dans une autre? Ou bien, ce qui nous paraîtrait plus logique, le *mule* anglais, qui veut dire *adoucir*, aurait-il été employé au début pour désigner le filage en doux, à faible torsion, auquel on aurait ajouté celui de Jeannette ou Jenny, dont fut baptisé le premier système à chariot porte-broches et à mouvement horizontal? Jenny était, suivant la tradition, le

nom de la fille de l'inventeur du métier à pince et à chariot, avant l'emploi des cylindres étireurs, réservés à l'origine au métier continu. La pince retenait les rubans pendant que le mouvement du chariot les étirait en les tordant, par la rotation simultanée des broches. La substitution des cylindres étireurs à la pince a donné naissance au métier mixte à mouvement horizontal portant les broches. De là la combinaison des deux noms de *mule-jenny*. Deux genres de métiers se partagent par conséquent la fabrication des fils de toutes natures et de tous genres depuis les numéros les plus bas jusqu'aux plus élevés, qu'ils soient en coton ou de substance textile quelconque. Ces deux systèmes sont le continu déjà défini et le mule-jenny, dont nous allons préciser plus complétement les caractères.

Si, pour le moment, nous ne faisons pas de distinction entre le mule-jenny et le *self-acting* ou *renvideur automate*, c'est qu'il n'y en a pas dans les fonctions et le mouvement des organes, le self-acting étant un mule-jenny dont toutes les fonctions ont lieu automatiquement. Dans le premier, auquel on a plus spécialement conservé le nom de mule-jenny, certaines des fonctions s'exécutent encore avec le concours de l'ouvrier, mais tous deux sont identiques dans leurs composition et combinaison d'organes, et dans l'exécution de l'ensemble de leurs fonctions; entièrement self-acting pour l'un, et partiellement automatiques pour l'autre. Cette *automatisation* présentait des difficultés telles, qu'il a fallu une longue suite de recherches et d'essais pratiques pour réussir. Malgré le développement de ce genre de métier, le degré de perfection auquel il est arrivé, il continue à être l'objet des recherches les plus actives, dans le but de simplifier son mécanisme, de donner plus de douceur et de précision au fonctionnement de certains de ses organes, et de pouvoir élever sensiblement le niveau de la finesse des fils qu'il produit actuellement. Car si l'automate exécute avec la même facilité les fils pour la chaîne et pour la trame, les avantages économiques de sa production sont limités. Au delà d'un titre donné et d'une certaine finesse qui varie avec la perfection d'exécution de ces métiers, il y a plus de

profit, en général, à se servir du mule-jenny ordinaire (les causes de cette limitation sont indiquées plus loin).

Le système continu est, de son côté, l'objet d'expérimentations très-sérieuses dans le même but, afin de pouvoir le faire servir avec avantage, aussi bien aux fils pour trame que pour chaîne de toutes espèces de titres, et, par conséquent, en obtenir les résultats avantageux du self-acting pour les numéros ordinaires, et ceux du mule-jenny pour les finesses élevées, avec des combinaisons mécaniques plus simples que celles du plus simple des deux systèmes en usage, et une économie considérable de place.

Lors même que ces prévisions se réaliseraient, la transformation du mule-jenny ordinaire en automate complet n'en resterait pas moins un des exemples les plus remarquables de la puissance créatrice des arts mécaniques de notre époque, et une des solutions qui a rendu et rend encore les plus importants services aux arts textiles.

DESCRIPTION DE LA CONSTITUTION DES DEUX SYSTÈMES DE MÉTIERS : CONTINU ET MULE-JENNY.

§ 2. — Principe du métier continu.

La disposition générale du métier ne diffère de celle des bancs à broches que par plus de simplicité dans les transmissions de mouvement. La figure 1, pl. XXX, donne une coupe verticale d'un continu représentant une broche, les cylindres étireurs et les transmissions de mouvement les plus perfectionnées. On y remarque tous les organes et commandes déjà décrits dans les bancs à broches ; c, c', c^2, sont les cylindres cannelés étireurs avec ceux de pression, et leurs chapeaux ou sellettes x, x', dont la tige est fixée à un levier qui produit la pression des rouleaux sur les cannelés. La mèche étirée tra-

verse l'orifice d'un guide distributeur B, se dirige dans l'axe de la broche, puis elle est prise par l'ailette S, qui guide le fil et le tord en l'enroulant sur la bobine B′.

Les cylindres étireurs sont commandés identiquement ici, comme dans tous les cas semblables, par une série de petites roues droites r, r' r^2 (vue en plan, fig. 2).

Quant au mouvement de rotation de la broche et de la bobine, il est imprimé de la façon la plus élémentaire. Le plus souvent c'est par une noix, petite poulie à gorge, placée sur la broche et recevant une corde venant d'un tambour de commande du métier. La fig. 6 donne cette disposition. Les broches sont placées sur deux rangées comme l'ordinaire, T indique le tambour de transmission, dont les cordes r vont commander de chaque côté les noix k des broches.

Si nous revenons à la figure 1, nous trouverons le même résultat, c'est-à-dire le mouvement de rotation obtenu par une commande de roues d'engrenage. Un arbre horizontal fait tourner une série de roues droites, en un nombre égal à celui des broches. Chacune d'elles E engrène avec un pignon, sur l'arbre duquel se trouvent les roues cônes a, engrenant avec celle b, placée sur chaque broche. Celle-ci imprime la rotation simultanée à son ailette S. Quant à la bobine B′, placée librement sur la broche, elle est entraînée par le fil avec une vitesse diminuée par le frottement de son embase. Cette cause de différence de vitesse entre la bobine et la broche suffit pour permettre d'envider le fil formé à chaque instant. Pour qu'il se distribue régulièrement sur la hauteur, les embases des bobines reçoivent un mouvement de va-et-vient vertical au moyen d'un chariot, tout à fait analogue à celui des bancs à broches, quant à la marche, sinon aux transmissions.

De quelques modifications déjà anciennes apportées aux broches du métier continu. — Lorsque les broches sont commandées par engrenage au lieu de l'être par des cordes ou courroies, il est indispensable d'avoir à sa disposition un moyen spécial de les arrêter lorsqu'un fil casse, pour le ratta-

cher ou pour toute autre cause, par exemple pour enlever la bobine. A cet effet l'on a imaginé d'établir l'adhérence nécessaire entre le pignon *a* et *b* par un ressort placé sous le moyeu de l'axe de ce dernier.

Ce ressort abandonné à lui-même presse contre le moyeu et établit le contact; si l'on appuie, au contraire, sur ce ressort d'une manière quelconque, son action est neutralisée, l'engrenement des roues n'a plus lieu, et la broche s'arrête. Comme nous ne pouvons entrer ici dans les détails d'exécution de ce débrayage, nous renvoyons au *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, où nous avons décrit d'une manière complète ce système de transmission et divers moyens d'arrêter les broches isolément. Les formes de l'ailette et de la broche ont parfois été modifiées; pour faciliter l'enlèvement de la bobine, par exemple, on a adopté la disposition fig. 3, où l'ailette a ses tiges tournées en sens opposé à celui de la figure 1. MM. A. Koechlin, qui ont les premiers exécuté ce système, l'ont trouvé plus facile à monter et à démonter, et surtout d'une construction plus solide. Le corps B de la broche peut être plus fort et l'ailette s'y trouve placée d'une manière plus assurée. Un coup d'œil sur le mode d'assemblage en *e e* suffit pour le démontrer.

Des constructeurs américains avaient proposé de leur côté l'exécution indiquée fig. 4. L'ailette, dans ce système, se trouve fermée de toutes parts. Ses branches fixes formant un cadre ne sont plus exposées à vibrer. De plus on a proposé de se servir de la broche elle-même pour former bobine, comme on le voit en e. Des dispositions analogues ayant été reprises récemment, nous aurons à y revenir. Enfin, au lieu d'ailette on a proposé une espèce de cloche G, fig. 5, pour guider le fil sur la broche c et former la bobine A. Les autres dispositions de ce système n'offrent rien de particulier. Le but principal que l'on espérait obtenir ici était encore un amoindrissement dans la vibration, et cependant à une certaine vitesse, la cloche ou sorte de calotte se mettait tellement en vibration, qu'elle rendait un son comme le ferait un disque sur lequel on passerait conti-

nuellement un archet. Les métiers continus, ayant en général de 200 à 240 broches, on comprend l'impraticabilité du système, tant à cause de l'inconvénient dont nous venons de parler que des ruptures qui en résulteraient; aussi est-on revenu de préférence au système continu pur et simple; les causes de son emploi relativement restreint sont d'ailleurs faciles à analyser.

§ 3. — Causes de l'emploi limité du métier continu.

La bobine tourne parce que le fil entraîné par l'ailette que la broche commande, l'entraîne à son tour, avec sa vitesse propre, diminuée de celle occasionnée par le frottement de l'embase de la bobine, comme nous l'avons déjà indiqué.

La différence de vitesse entre les deux organes, bobine et broche, doit correspondre à la longueur de fil confectionnée dans le même temps. Cette longueur est facile à déterminer, soit en raison du développement des cylindres qui fournissent la mèche à la broche, soit en raison du nombre de tours de cette dernière pour réaliser la torsion voulue. Or, la différence de vitesse produite est, en général, plus que suffisante, et on peut d'ailleurs la faire varier par une disposition très-simple. Elle consiste à attacher par une ficelle un petit poids au rebord de l'embase de la bobine, de façon à le faire agir sur des rayons différents, afin de faire varier l'intensité du frottement avec les modifications de tension résultant de l'augmentation progressive du diamètre de la bobine. Il suffit d'énoncer cette manière d'opérer, pour faire comprendre qu'elle est plus simple que précise. On en tire néanmoins un parti convenable pour une série de numéros jusqu'à 40 environ, et pour des fils fortement tordus. Malgré l'irrégularité d'action dont nous venons de parler, les fils des continus sont les plus recherchés et se vendent le plus cher, parce qu'ils sont plus forts, moins duveteux et même plus régulièrement tordus que les mêmes numéros obtenus avec une matière identique sur le mule-jenny.

Mais si l'on voulait faire des fils moins tordus, pour de la trame par exemple, ils ne pourraient supporter l'effort nécessaire à l'entraînement de la bobine. Cette insuffisance de solidité dans un fil destiné à remplir les fonctions d'une petite corde se présente également pour des fils de chaîne fins ; cet inconvénient, commun aux deux sortes de fils, vient s'ajouter à celui résultant d'une grande vitesse, indispensable lorsqu'il s'agit de fils de numéros élevés. La tension extrême du fil, combinée aux vibrations des ailettes, énerverait le produit, multiplierait les ruptures, les arrêts et le déchet, et rendrait alors le travail impossible. Pour atténuer ces difficultés, inhérentes au métier décrit, il faudrait ralentir la vitesse des broches ; mais diminuer cette vitesse, c'est amoindrir la production dans la même proportion, le rendement deviendrait tel, dans ce cas, que l'usage du système ne serait plus pratique en présence des conditions de travail réalisées par le mule-jenny.

Disons aussi qu'un reproche secondaire fait au métier continu est de ne produire que des bobines cylindriques et de nécessiter un dévidage pour les transformer en canettes lorsqu'il s'agit de s'en servir sous forme de trame. Ce reproche est secondaire, disons-nous, parce qu'on peut faire des canettes presque aussi facilement que des bobines sur ce genre de métier. S'il n'en est pas ainsi, c'est que, n'y produisant que des fils pour chaîne nécessitant toujours un dévidage, il était plus simple de former des bobines cylindriques.

De la différence des caractères des fils produits sur les métiers continus et mule-jenny. — Si l'on fait abstraction du système de métier, et qu'on suppose deux numéros de fils, l'un d'une grosseur double de l'autre, exécutés avec une égale torsion, c'est-à-dire ayant reçu le même nombre de tours par unité de longueur, il est évident que les hélices ou pas de vis, qui constituent la torsion du fil, n'auront pas la même longueur ; celles du plus gros numéro auront une longueur double de celle du numéro le plus fin, puisque nous avons supposé un rapport de volume de 1 à 2. Mais si, au lieu de deux fils différents, on en considère un seul variant de section sur sa lon-

gueur, le même fait devra se réaliser encore, c'est-à-dire que les hélices des parties fines devront être moins allongées, plus rapprochées et plus nombreuses que celles des grosses, la torsion se distribuant en raison inverse des différentes circonférences ou diamètres d'un même fil, qui aurait par accident, comme cela n'arrive que trop souvent, des points irréguliers. Or la torsion doit varier en raison de la nature et des caractères des filaments élémentaires composant le produit, et rester constante, c'est-à-dire avoir le même angle autant que possible pour les fils des mêmes types de finesses différentes ; le nombre des hélices doit donc être en raison inverse des grosseurs. Ces considérations ont conduit à la détermination expérimentale de lois appliquées à la torsion des diverses espèces et numéros de fils. Elles ont déterminé la loi de l'application de la torsion en raison de la racine carrée des numéros des fils.

Mais cette loi, d'après laquelle on change le degré de torsion suivant les types et les finesses des produits, n'est pas applicable à un fil qui par une cause accidentelle a des dimensions irrégulières sur quelques points de sa longueur. Cependant l'égale répartition du tors peut dans certains de ces cas se régulariser spontanément. Si par exemple, la torsion s'exécute partiellement, progressivement, de proche en proche sur une certaine longueur avant le renvidage, la propriété inhérente à la matière fera *couler le tors*, comme on dit, et lui permettra de se répartir en raison des finesses et des grosseurs soumises à l'effet de la rotation. On remarquera sur un fil ainsi traité que, pour une même unité de longueur, les hélices seront plus serrées et plus nombreuses sur les parties fines que sur les grosses. C'est le cas du mule-jenny à la main ou automatique, dont les aiguillées, tordues à partir de la sortie du chariot, ne reçoivent leur torsion complète que par la rotation finale qui s'exerce pour chacune d'elles sur une longueur d'environ $1^{m},20$ à $1^{m},60$. Mais si la torsion se réalise d'une manière directe et définitive sur chaque élément du fil à sa sortie des cylindres alimentaires, il n'en est plus de même. Le nombre de tours

par unité de longueur sera d'autant plus constant, quelle que soit d'ailleurs la grosseur variable des points tordus, que la distance entre les cylindres et le point d'application de la torsion sera plus rapprochée. La mèche étant simultanément saisie, tordue et fixée à son point de départ, le nombre total de tours sera réparti également sur la longueur fournie pendant le même temps, sans que les hélices puissent se raccourcir ou s'allonger en raison de la variation de sections du fil. C'est ce qui se passe d'une manière plus ou moins rigoureuse dans le métier continu, où les fonctions sont simultanées.

Les différences des caractères des fils obtenus par l'emploi des deux systèmes sont faciles à déduire de cette analyse : le fil du mule-jenny, précisement à cause de la facilité du coulage des brins, sera relativement duveteux, couvert et formé par des degrés de torsion plus ou moins réguliers, mais rationnellement distribués de manière à ménager la propriété la plus recherchée dans le produit, l'élasticité.

Les fils du continu se distinguent et se caractérisent au contraire par un grain plus prononcé, plus uniforme, résultant de la régularité de la torsion, et par une surface moins duveteuse ; ils sont en général supérieurs en ténacité et inférieurs en élasticité à ceux du mule-jenny.

Le fait que nous indiquons de la répartition du tors, en raison des inégalités accidentelles, se réalisera avec plus ou moins de facilité, suivant la nature des fibres et leur degré de netteté à la surface, suivant qu'elles seront lisses ou duveteuses.

Le choix de l'un ou de l'autre système de filage repose donc sur le caractère des filaments de la matière première et du genre d'articles à exécuter. Si l'on joint ces considérations à celles qui précèdent sur les caractères distinctifs des deux systèmes de métiers, on se rendra compte des causes pour lesquelles le mule-jenny peut être appliqué à toutes espèces de matières dont les filaments ont une longueur limitée, rangés d'ordinaire au nombre des substances à brins courts, tandis que

le système continu est plus généralement appliqué aux fibres longues telles que celles du chanvre, du lin, des laines longues et brillantes. Pour le coton, on en fait un usage plus restreint, il n'est pour ainsi dire employé que pour les fils assez gros destinés à divers emplois et pour les fils de chaîne notablement tordus, ne dépassant guère le n° 40, les mule-jenny présentant au delà pour tous les autres articles des avantages sur le continu tant sous le rapport de la production que de l'élasticité des fils. Néanmoins on poursuit, comme nous le disons plus loin, les recherches pour perfectionner le système continu afin d'étendre ses applications.

§ 4. — Métier mule-jenny.

La figure 1, pl. XXIX, représente une élévation d'un métier mule-jenny réduit à sa plus simple expression. On y distingue deux parties principales, l'une fixe, dont les organes tournent sur place, et l'autre dont les organes mobiles, les broches, tournent pendant le déplacement de leur support, ou chariot H, H. Au bâti S est fixé un support à étages G, sur lequel sont placées des broches pour recevoir librement les bobines B avec leurs mèches. Chacun des deux étages sert à alimenter une tête de cylindres c, c', c'' supportée par un bras du bâti S. Sur le sol, de chaque côté du métier, et perpendiculairement à la direction des cylindres, reposent plusieurs rails R parfaitement parallèles entre eux. Ils sont destinés à recevoir les jantes des roues r, r du chariot solide et léger H sur toute la largeur du métier. Ce chariot porte une rangée de broches b dont le nombre est proportionnel à sa longueur, elles ont toutes une même inclinaison plus ou moins prononcée avec l'horizon. Ces broches en acier, terminées en pivot à leur extrémité inférieure, tournent dans une crapaudine, et sont maintenues vers le milieu dans un collet qui leur sert de coussinet. Elles reçoivent leur mouvement d'une poulie ou noix n, au moyen d'une courroie ou corde venant du tambour T, également sup-

porté par le chariot H. Enfin, sur toute la longueur de ce dernier s'étendent : 1° une tringle ronde *t* dite *baguette*, fixée à l'extrémité d'un bras courbe ou *rabat-fil* articulé au point *d* ; 2° une seconde baguette en regard et parallèlement à la première supportée par le bras courbe *i g* et articulé en d_1. Ces deux baguettes, par l'impulsion de leurs bras, décrivent les courbes respectives ponctuées *x*, *q* et *v*, *t*. Le chariot mobile sur les rails peut s'approcher avec ses organes et accessoires qui le composent jusqu'au contact des cylindres, et s'en éloigner d'une quantité déterminée à l'avance. Le parcours entier du chariot, allée et venue, constitue une *course*, et la longueur correspondante du fil, une *aiguillée*.

§ 5. — Double fonction de la broche dans le mule-jenny.

La bobine proprement dite, telle qu'elle existe dans le rouet, le banc à broches et le métier continu, manque dans le système mule-jenny, où la broche remplit alternativement la double fonction d'organe tordeur et d'organe renvideur. A cet effet, on la garnit, à frottement doux, d'un tube parfois en bois léger, généralement en carton mince, dont la forme épouse celle de la broche et qui sert de bobine ; ce tube est placé et enlevé absolument de la même manière, lorsqu'il est suffisamment recouvert de fil. Le cône de fil fait est généralement désigné sous le nom de *canette*. La disposition spéciale de l'organe essentiel du métier sur un chariot nécessite la division du travail en deux temps, et ne permet de commencer l'enroulement des fils autour de leurs récepteurs qu'après la confection de la longueur constante dite *aiguillée*. Le métier réalise simultanément, bien entendu, un nombre d'aiguillées égal à celui des broches, et ces aiguillées forment chacune une couche sur leur canette respective.

Importance du mode de renvidage et conditions à remplir pour obtenir un résultat convenable. — Une bobine cylindrique ou un cône de fil (canette) doit avoir : 1° *toutes ses couches serrées et envidées sous une tension constante ;*

2° *contenir, toutes choses égales d'ailleurs, un maximum de longueur sous un minimum de volume;* 3° *se développer au dévidage avec facilité et régularité, sans éboulement ni confusion, d'une extrémité à l'autre, de la longueur qui constitue le cylindre ou le cône, soit que le dévidage ait lieu d'une manière continue, ou par intermittence, par une action lente et constante, ou par des impulsions brusques, saccadées et alternatives.*

On ne saurait manquer à l'une de ces conditions sans qu'il en résulte une conséquence fâcheuse; si le volume d'une bobine ou d'une canette donnée ne contient pas le plus de fil possible, il s'en suivra ce double inconvénient : 1° une perte de temps en multipliant les levées plus qu'elles ne pourraient l'être; 2° des couches molles susceptibles de s'emmêler et d'occasionner par conséquent une nouvelle perte de temps, et un déchet au dévidage. Ajoutons que si le fil était trop tendu, son élasticité et sa qualité en seraient altérées, et s'il n'est pas disposé de manière que chaque couche forme une enveloppe solide autour du cylindre ou du cône qui lui sert en quelque sorte de moule ou de noyau, une tension même légère lors du dévidage, en agissant directement sur un point d'une couche, pourra troubler l'ordre et la disposition de l'une ou de plusieurs des suivantes; de là éboulement, et encore perte de temps et déchet. Ces inconvénients possibles dans les bobines cylindriques toujours dévidées par un mouvement uniforme parfaitement réglé, seront bien plus à craindre pour la canette, directement placée dans la navette du tisserand, et dévidée par une impulsion indirecte et des chocs alternatifs imprimés dans les deux sens opposés.

Cette opération accessoire de l'enroulement ou renvidage prend donc de fait une importance sérieuse à cause des conséquences qui peuvent résulter de la manière de la pratiquer et des difficultés que sa réalisation rencontre. En effet, pour remplir les conditions ci-dessus énoncées d'un bon renvidage, il faut qu'il ait lieu sous une tension régulière, quoique le récepteur se déplace constamment et que le point d'application du fil

change à chaque aiguillée, par l'augmentation du volume enroulé en raison du nombre des couches superposées, aussi bien pour la bobine que pour la canette. Pour cette dernière, les conditions vont en se compliquant encore, les divisions égales en hauteur ayant des sections décroissantes de la base au sommet. Il faut, par conséquent, faire varier le nombre des superpositions dans la hauteur en raison des variations des diamètres successifs, et l'unité de longueur destinée à chaque couche doit, de plus, être inégalement répartie sur la hauteur à chaque course. L'enroulement doit d'ailleurs être pratiqué d'une manière spéciale pour que chaque couche ait une égale solidité. En effet, si la bobine était formée par de simples anneaux parallèlement et concentriquement superposés du centre à la circonférence, elle serait loin d'avoir la consistance nécessaire au dévidage. On est parvenu à obtenir des cônes solides en composant chaque couche d'un certain nombre d'hélices qui se croisent, une partie de l'aiguillée sert à les former dans la direction du sommet à la base, et l'autre dans le sens inverse. Il résulte de cette évolution un point d'entre-croisement qui est pour ainsi dire l'attache développable de chaque couche, et qui ne peut en général se défaire que lorsqu'on l'atteint dans l'ordre de sa formation.

Utilité spéciale des bobines coniques. — Les bobines coniques ou canettes ont l'avantage de pouvoir passer du métier à filer dans la navette du tisseur, d'économiser ainsi la dépense, le temps perdu et les déchets que le dévidage peut entraîner. Mais comme la confection des canettes exige certaines complications dans l'envidage, on pourrait se demander pourquoi on n'alimente pas les navettes du métier à tisser le coton par des bobines plus ou moins cylindriques, comme cela a lieu pour le tissage de la soie, par exemple.

Nous devons d'abord faire remarquer que la canette dite à *dérouler* de l'industrie des soieries est tantôt elliptique, tantôt un cylindre avec ses extrémités convexes et rarement un cylindre régulier ; il y aurait donc de nouvelles conditions à remplir, presque aussi compliquées que celles dont il a été question pré-

cédemment; mais n'en serait-il pas ainsi, la confection de la navette à dérouler serait-elle plus simple à produire, elle ne pourrait offrir les avantages de la bobine conique dite *canette à défiler*, particulièrement propre aux fils plus ou moins duveteux, dont l'adhérence spéciale déformerait la bobine, et éboulerait en se développant les couches de proche en proche. Les fonctions des divers organes du métier et les conditions de leur réalisation étant précisées, examinons le fonctionnement général du métier mule-jenny.

§ 6. — Fonctionnement du métier. — Etirage et torsion simultanés.

Au moment de commencer le filage, le chariot est approché aussi près que possible du bâti des bobines alimentaires, et par conséquent des cylindres étireurs c, c' c'', Pl. XXIX. Ceux-ci sont mis en mouvement, les mèches qu'ils fournissent sont fixées chacune à la broche correspondante au point où doit partir la base de la canette. Le chariot s'éloigne alors des cylindres jusqu'à la limite de sa course, les broches tournent en même temps autour de leur axe. L'étirage est produit par les cylindres ; la torsion des mèches et la tension nécessaire aux fils sont déterminées par la marche du chariot, la première est la conséquence de la rotation des fils par les broches, et la seconde de l'avancement du chariot. La période qui embrasse les trois actions simultanées, l'étirage, la torsion et la tension des fils, constitue celle de la *sortie du chariot*. Arrivé au terme de la course du chariot, celui-ci et les cylindres s'arrêtent simultanément et parfois aussi les broches; supposons pour le moment le cas le plus simple, celui du filage des plus bas numéros, et considérons l'action du renvidage.

§ 7. — Renvidage.

L'enroulement du fil doit commencer alors. Tous les fils

faits, sans rupture ni vrilles, seront dirigés sous l'action d'une certaine tension, de la base au sommet de la broche, et de la pointe de celle-ci aux cylindres étireurs. Comme la première courbure, formée par le fil autour de la broche pendant la sortie du chariot, n'a pas la forme voulue ni la position exigée de la couche qui doit contribuer à la constitution générale de la canette, il est nécessaire d'opérer son déroulement avant de commencer le renvidage.

A cet effet, les broches reçoivent un mouvement de rotation dans la direction opposée à celle qui a produit l'enroulement pendant la torsion. Ainsi déroulés des broches, les fils sont simultanément abaissés d'une certaine quantité par l'action d'une baguette *t*, pendant qu'une contre-baguette *g* est soulevée pour maintenir leur développement régulier. Les aiguillées se trouvent saisies et guidées de cette façon dans une espèce de pince cylindrique qui devient le point de départ et l'origine de la formation de chaque couche ; cette pince cylindrique est formée par deux baguettes en fil de fer qui peuvent embrasser simultanément les fils de toutes les broches du métier. Cette opération intermédiaire très-importante, quoique accessoire en apparence, du déroulage du fil et de la manœuvre des baguettes, a reçu dans les filatures le nom de *dépointage*. Le dépointage exécuté, le renvidage commence ; à cet effet, le chariot est mis en mouvement pour revenir sur lui-même à son point de départ près des cylindres étireurs, et les broches tournent de nouveau dans leur première direction, c'est-à-dire dans le sens qui a déterminé la torsion ; pendant ce second mouvement du chariot, la baguette et la contre-baguette continuent à agir sur le fil pour opérer le renvidage jusqu'à son retour près du bâti des cylindres ; les aiguillées doivent alors être complétement envidées : le chariot s'arrête, les baguettes et contre-baguettes abandonnent les fils et reviennent à leurs positions initiales. Le retour du chariot, pour opérer le renvidage et revenir à son point de départ, constitue *sa rentrée* ; le temps employé à la sortie et à la rentrée, mesure la durée nécessaire pour

former les aiguillées ou celle d'une *évolution complète du chariot*.

Aussitôt après la rentrée, une nouvelle formation d'aiguillées recommence identiquement à la précédente. Les cylindres et les broches reprennent leur rotation pendant la sortie du chariot et la conservent jusqu'à l'extrémité de la course ; puis arrêt des cylindres, exécution du dépointage, suivi du renvidage et du retour des baguettes à leur position primitive ; ce retour des baguettes est parfois désigné sous le nom d'*empointage*.

§ 8. — Torsion supplémentaire.

La quantité de torsion imprimée à chaque aiguillée est proportionnelle au nombre de tours des broches pendant la livraison des mèches, et, par conséquent, dans le rapport de ce nombre au développement de la circonférence du dernier cylindre. Si par exemple, les broches font 1,200 tours pendant la livraison de 1 mètre de fil, chaque décimètre devra recevoir 120 tours, chaque centimètre 12 tours, si la torsion a été convenablement réalisée. Il faut donc que chaque unité de longueur fournie par les cylindres reçoive un nombre égal de rotation des broches, ce qui ne peut s'obtenir mathématiquement avec un mouvement constant des cylindres étireurs et du chariot, agissant sur un fil incliné (une simple épure suffit pour démontrer ce fait) ; de plus, la torsion imprimée aux fils augmentant avec leurs finesses, il arrive bientôt un moment où la rotation des broches, quelque considérable qu'elle soit pendant la sortie du chariot, devient insuffisante à la bonne confection du produit. Les broches doivent donc continuer à tourner et à tordre après l'arrêt du chariot et avant d'opérer le dépointage. C'est cette continuation du mouvement des broches, dans le but de régulariser la torsion faite et de la compléter, qui est désignée sous le nom de *torsion supplémentaire*. Elle peut donc avoir le double but 1° de régulariser la torsion dans le filage des produits ordinaires, 2° de la

régulariser et de la compléter dans la production des fils fins.

Double vitesse. — Pour arriver plus sûrement à la régularité de la torsion, elle est appliquée graduellement lorsqu'il s'agit de la production des fils les plus fins et les plus soignés. La vitesse des broches, modérée d'abord, lors de la sortie du chariot, augmente généralement du double pendant la période dite de la torsion supplémentaire ; de là le nom de *double vitesse* donné à l'accélération progressive des organes tordeurs ; cette accélération a lieu par le déplacement d'une courroie sur une poulie marchant à la plus grande vitesse.

Étirage supplémentaire par le chariot. — Dans la plupart des cas et surtout dans celui où la torsion supplémentaire et la double vitesse sont usitées, on utilise également une partie de la sortie du chariot comme moyen d'étirage. Au lieu de s'arrêter simultanément, les cylindres s'arrêtent avant que le chariot ne soit arrivé à l'extrémité de sa course, le chemin parcouru alors par le chariot aura dépassé le développement des cylindres d'une quantité variant de $0^m,08$ à $0^m,14$ de longueur par aiguillée suivant les cas, à ajouter au développement du fil fourni par les organes étireurs.

Étirage supplémentaire par les cylindres. — Au lieu de suspendre le mouvement des cylindres étireurs pendant la rentrée du chariot, on continue parfois à livrer de la mèche pendant cette période en rendant le mouvement de rotation constant aux organes étireurs. Nous avons vu pratiquer ce moyen dans une des filatures les plus estimées pour l'excellence de ses produits dans les finesses les plus élevées. Nous reviendrons sur cette pratique, en décrivant le mécanisme que les Anglais nomment *roller motion*, récemment modifié en France. Nous ne faisons, pour le moment, en quelque sorte qu'une énumération succincte des diverses conditions à réaliser dans le filage. Nous devons donc, pour terminer cette partie, faire une récapitulation des divers temps du travail, et indiquer la nécessité de varier les mouvements de certains organes dont il vient d'être question :

1° *A la sortie du chariot.* Pour les produits de certaines

catégories, il y a avantage à ralentir son mouvement et à accélérer celui des broches.

2° *A la rentrée.* La vitesse du chariot doit aller en croissant jusqu'à la moitié de sa course, et décroître au contraire de ce point jusqu'aux porte-cylindres.

3° *La vitesse des broches ou leur nombre de tours* doit diminuer à chaque rentrée, en raison de l'augmentation croissante du diamètre des canettes.

4° *Les points d'application de l'origine de chaque couche* doivent varier également sur la hauteur, tant pour former la base que le sommet de la canette.

§ 9. — Diverses dénominations données aux métiers mule-jenny selon leur degré d'automatisation et leurs destinations respectives.

Les métiers mule-jenny, les plus anciens métiers auxquels l'on semble plus particulièrement conserver ce nom, sont mus en partie par un moteur et en partie à la main. La première période de travail seulement, embrassant l'étirage et la torsion, est exécutée automatiquement ; le dépointage, la rentrée du chariot et l'envidage se font à la main. On a donné le nom de *demi-renvideur* au système, lorsque l'empointage et la fin de la rentrée du chariot ont également lieu par le moteur, et que le fileur n'a qu'une impulsion à donner au chariot pour déterminer son retour.

Ces métiers, exclusivement employés aux fils fins, fonctionnent toujours avec la double vitesse, l'étirage et la torsion supplémentaire. Le système est propre à la production de tous les fils imaginables, depuis les numéros les plus bas jusqu'aux plus élevés ; mais certaines de ses fonctions, celles qui forment le renvidage, étant exécutées à la main, le nombre de broches par métier et la vitesse de la manœuvre sont limitées en raison de la force de l'ouvrier.

Le self-acting *automate*, ou *renvideur*, est le métier mule-

jenny, dont toutes les fonctions sont automatiques; la force musculaire de l'homme, dont la valeur s'élève heureusement chaque jour, y est remplacée par la force motrice du feu ou de l'eau, dont le prix va sensiblement en diminuant avec les progrès réalisés dans les arts mécaniques et hydrauliques. Cependant l'usage du self-acting, malgré les essais pour l'étendre, est restreint jusqu'à ce jour à la production des finesses ne dépassant pas les nos 50 à 60. En d'autres termes, pour des fils plus fins, les conditions de production, dans lesquelles nous n'avons pas à entrer ici, sont telles, que le travail du self-acting ne peut lutter avantageusement sous le rapport de l'économie, avec le mule-jenny ordinaire.

Dans ce dernier système un fileur et deux enfants suffisent au travail de deux métiers de 500 broches chacun : ce sont donc 1,000 broches que dirigent un fileur et ses aides. Or, pour faire ces 1,000 aiguillées, il faut pour la torsion un temps qui est en raison des finesses du fil ; la durée de la rentrée du chariot pour opérer son enroulement reste au contraire à peu près constante. Le rapport entre le nombre de secondes nécessaires à la torsion du fil et celui du renvidage augmente donc avec les finesses. Pour filer du no 80 à 100, par exemple, il faut en moyenne vingt-huit secondes pour la sortie du chariot et la torsion supplémentaire, et environ soixante secondes pour du no 200. Cette partie du travail a toujours lieu automatiquement dans tous les systèmes, et la rentrée pour l'envidage n'exige dans les deux cas que deux à trois secondes. (C'est cette dernière opération seule à laquelle le fileur a besoin de contribuer dans les métiers mule-jenny en fin.) Ce n'est donc que 1/15 à 1/20 partie du temps qui incombe au travail à la main. L'automatisation complète dans ce cas n'offrirait pas d'économie, la durée de cette période de l'opération restant égale, de deux à trois secondes. Mais lorsqu'il s'agit des produits communs et intermédiaires, la confection des aiguillées est de quinze à vingt-quatre secondes, celle du renvidage de 5″, les rapports sont alors de 1/3 à 1/4 ; il y a donc intérêt à substituer entièrement le moteur à l'homme, et c'est dans ce cas que les avan-

tages du self-acting sont très-réels. Il produit indistinctement des fils peu tordus pour la trame, ou très-tors pour chaîne; néanmoins, lorsqu'il s'agit de certaines catégories de fils de chaîne fortement et régulièrement tordus, qui doivent recevoir la teinture avant le tissage, et être le moins duveteux possible, pour certains articles de fantaisie ou pour des tissus courants dont les croisures doivent produire un aspect spécial, on préfère le filage au métier continu. Sa production est avantageuse alors jusqu'au n° 40 environ; la limite de cette production s'étendra encore d'une façon notable avec le progrès en voie de réalisation. Les motifs de cette préférence ont été déjà indiqués. Mais en attendant, le système dans lequel toutes les opérations ont lieu automatiquement, va constamment en se propageant. Le rôle du fileur et de ses aides se borne dans ce cas au placement des bobines de préparation, au garnissage des broches avec des cônes en papier, à la surveillance des fils et au rattachage de ceux qui se brisent.

Sauf quelques mouvements, tel que la double vitesse, par exemple, le métier automate les exécute tous. Sa production est cependaut en général réduite aux finesses précédemment constatées. Le système entièrement automate est donc un métier mule-jenny complet; s'il présente autant de modifications qu'il y a d'établissements, elles ne portent en général que sur des détails plus ou moins importants. Cette machine est l'une de celles qui aujourd'hui encore présentent le plus vaste champ de recherches aux combinaisons mécaniques, les principales conditions à réaliser offrant plusieurs solutions sous le rapport des relations des transmissions mécaniques.

Nous allons d'abord donner la description de l'un des métiers les plus répandus, connu sous le nom de son constructeur, M. Parr-Curtis, de Manchester; nous indiquerons ensuite sommairement les éléments qui ont été modifiés, et les améliorations encore poursuivies pour faire du self-acting un métier à l'abri de tout reproche.

§ 10. — Métier Parr-Curtis.

La figure 1, pl. XXXI, représente une élévation longitudinale des principales parties du métier.

La figure 2 est une vue de bout.

La figure 3, un plan horizontal.

La figure 4, une coupe verticale de la disposition des poulies motrices.

Les figures des planches XXXII et XXXIII sont des coupes et des détails des figures précédentes, qui seront décrites successivement. Pour ne pas trop compliquer les descriptions qui suivent, rappelons que tous les organes travailleurs du self-acting fonctionnent identiquement comme ceux du mule-jenny que nous venons de décrire ; ces deux systèmes ne diffèrent entre eux que par les transmissions de mouvement. Nous indiquerons donc tout d'abord celles-ci en commençant par les poulies motrices.

Poulies motrices, (pl. XXXI, fig. 1, 2, 3, 4). — Le bâti principal des transmissions ou tétière AA est fixé à peu près au milieu de la machine et sépare le porte-cylindres en deux parties. L'arbre moteur E, placé à la partie supérieure du bâti, porte trois poulies C_1, C_2, C_3 (fig. 1, 3 et en détail fig. 4). La poulie C_1 est fixée sur l'arbre moteur E; la poulie C_2, plus étroite que les deux autres, est folle sur l'arbre, mais elle porte une longue douille sur laquelle est clavetée la roue d'engrenage a. La poulie C_3 est la poulie folle de la machine, elle tourne librement sur la douille de la poulie C_2, et l'ouvrier, lorsqu'il veut arrêter, met la courroie sur cette poulie au moyen de la tringle T′ (fig. 1).

Pendant la marche de la machine, le guide-courroie M est réglé de telle sorte qne la courroie, étant sur la poulie C^1, mord toujours sur C^2, de manière à faire tourner constamment cette dernière ; si, au contraire, la courroie est sur la poulie C^2, elle

ne doit toucher en aucun point la poulie C^1 et par conséquent ne lui transmet pas de mouvement. En d'autres termes, la poulie C^1 a des périodes de mouvement et des périodes de repos, tandis que la poulie C^2 tourne toujours. La poulie C^1 est en outre conique à son intérieur, ce qui lui permet de recevoir un cône à friction venu de fonte avec la roue d'engrenage H, folle sur l'arbre E. Ce cône, garni de cuir sur toute sa surface, est appuyé de temps en temps contre la poulie C^1 et lui communique le mouvement qu'elle reçoit de la poulie C^2 tant que le contact dure.

Arbre à deux temps. — Parallèlement à l'arbre principal et à la partie supérieure du bâti se trouve l'arbre I, qui règle les mouvements de sortie et de rentrée du chariot; il est en outre relié aux pièces produisant à chaque période des mouvements particuliers. Cet arbre tourne continuellement, car il est commandé par la poulie C^2 au moyen des roues d'engrenage : *a* (17 dents), *b* (28 dents), *c* (18 dents), *d* (36 dents), *e* (12 dents), H (66 dents) et *f* (24 dents). L'arbre I passe librement, mais avec le moins de jeu possible, dans un arbre creux en fonte B (pl. XXXII, fig. 1 et 6). Une chambre d'évidement, ménagée dans l'intérieur de l'arbre B, facilite l'ajustage et le graissage des deux pièces portées par deux supports à douille S S^1, fixés au bâti, et dans lesquels elles peuvent tourner.

L'arbre B se nomme arbre *à deux temps;* il reçoit son mouvement de l'arbre I au moyen de la boîte d'embrayage D^1 D^2. La partie D^1 est fixée sur l'arbre B, la partie D^2 est assujettie au mouvement de l'arbre I par deux clavettes fixes sur lesquelles elle peut glisser sans cesser son mouvement. La figure 2 (pl. XXXII) représente une vue de face de la partie D^1 du manchon et montre la forme excentrique de sa douille, traversée par deux tourillons *a*, *b* (fig. 1 et 2). L'un de ces tourillons, *a*, sert à relier la partie D^1 à un plateau en fer *p*, fou sur l'arbre I et destiné à éviter l'usure du tourillon *b*. Celui-ci s'appuie d'un côté contre le plateau *p*, et de l'autre contre une plaque à surfaces saillantes A (fig. 1, 3). Cette plaque reçoit un mouvement alternatif et rectiligne d'un balancier CC′ pouvant os-

ciller autour de son centre de gravité sur un axe fixé au bâti.

Lorsque le chariot rentre à $0^m,02$ environ des tampons d'arrêt, l'arbre D de la baguette appuie sur la pièce M, et fait baisser la partie C du balancier et par suite la plaque A articulée au balancier. De même à $0^m,02$ environ avant la sortie complète du chariot, l'arbre D′ de la contre-baguette appuie sur une pièce semblable M′ et relève la partie C′ du balancier et la plaque A. Des coulisses ménagées dans les pièces M et M′ et dans le balancier CC′ permettent de déterminer le moment où s'effectue l'oscillation du balancier et l'amplitude de cette oscillation. Un poids P, qu'on peut déplacer le long du balancier, sert à équilibrer toujours ce dernier, quelles que soient les positions de M et de M′ par rapport au centre du balancier. Un trou rectangulaire, pratiqué au milieu de la plaque A, laisse passer l'arbre B. On a réservé du jeu dans le sens vertical, pour permettre le déplacement de la plaque d'une quantité un peu plus grande que le diamètre du tourillon *b*. Deux parties saillantes *r*, *t* se prolongent sur cette même plaque, l'une *r* en haut et l'autre *t* en bas, par des plans inclinés qui ont la largeur du tourillon *b*. Quand ce tourillon arrive sur l'un des plans, en *o* par exemple, il repousse la partie D^2 du manchon et débraye ; au contraire, lorsqu'il quitte ce plan et passe de *o* en *o′*, il peut alors reculer, et un ressort R effectue l'embrayage en repoussant le manchon. Supposons le tourillon *b* au point *o* (fig. 3), si la partie C du balancier s'abaisse, il quitte la saillie *r* pour venir dans la partie creuse, en *o′*, le ressort repousse le manchon, l'embrayage s'opère et l'arbre creux B est entraîné par l'arbre I. Le tourillon *b* décrit un arc de cercle qui passe au milieu du plan incliné de la saillie *t*, et au moment où il arrive sur ce plan, il repousse le manchon et produit le débrayage. Par suite de la vitesse acquise, l'arbre B continue son mouvement jusqu'à ce que le tourillon *b* arrive en o_1 contre la partie saillante *t*. Si le balancier se relève, le tourillon *b* passe en o_1, permet l'embrayage du manchon, décrit un arc de cercle et butte contre la partie *r* après avoir opéré le débrayage. Les points *o′* et *o′* et o_1 sont deux à deux sur un

même diamètre, de telle sorte que l'arbre creux fait un demi-tour à chacune de ses évolutions.

Cet arbre est chargé de produire ou d'arrêter le mouvement de certaines pièces; il atteint ce but au moyen des excentriques N, P et du plateau évidé K, venus de fonte avec lui.

Le mode de transmission du mouvement de l'arbre E à l'arbre B étant exposé ainsi que les moyens de le maintenir dans des positions déterminées, et les mouvements des autres organes ayant une grande analogie avec ceux du mule-jenny ordinaire nous n'avons pas à y revenir en détails et passons à l'explication des mouvements successifs d'un jeu complet de la machine. On remarque comme dans le mule-jenny les quatre périodes suivantes :

1° La période du filage, comprenant l'étirage du fil donné par les cylindres cannelés, la torsion produite par le mouvement des broches, et la tension du fil produite par la sortie du chariot.

2° Complément de la torsion du fil ou continuation du mouvement des broches, les cylindres et le chariot étant arrêtés.

3° Dépointage ou mouvement en sens inverse des broches et abaissement de la baguette pour développer une certaine quantité de fils du sommet de chaque broche et les guider pendant l'opération suivante.

4° Renvidage comprenant la rentrée du chariot, le mouvement des broches et de la baguette pour la formation de la bobine.

PREMIÈRE PÉRIODE

Mouvements des cylindres et des broches et sortie du chariot.

Mouvements des cylindres. — Pendant cette période, la courroie se trouve en partie sur la poulie C^1 fixée sur l'arbre moteur E, en partie sur la poulie C_1, qui doit comme nous l'avons dit toujours tourner pendant les quatre périodes.

Vers l'extrémité droite de l'arbre E (fig. 1 et 3, pl. XXXI, et fig. 4 et 5, pl. XXXII) est fixé le pignon d'angle g (34 dents),

commandant la roue d'angle *i* de 120 dents, fixé sur l'arbre creux C que traverse l'arbre des cylindres de devant D_1, D_1. L'arbre C, formé de deux pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre au moyen d'entailles disposées en croix, passe dans le support à douille S et le palier P fixés au bâti. Le manchon d'embrayage RR′ a l'une de ses parties R venue de fonte avec l'arbre creux C ; l'autre R′ est reliée à l'arbre des cylindres au moyen d'un disque *d* fixé sur cet arbre et portant à sa circonférence trois encoches correspondantes à trois saillies disposées symétriquement sur la circonférence intérieure de la partie R′, de sorte que celle-ci peut glisser sur l'arbre des cylindres sans cesser d'en être dépendante. Pendant la première période, le manchon est embrayé, et le mouvement de la roue *i* se transmet aux cylindres de devant de 0,025 de diamètre. Les cylindres de derrière, de 0,022 de diamètre, reçoivent leur mouvement, comme dans les mule-jenny, de ceux de devant, au moyen d'un pignon droit de 17 dents commandant une roue de 80 dents. Celle-ci forme une tête de cheval avec une roue de rechange communiquant le mouvement à une quatrième roue également de rechange de 50 à 60 dents, fixée sur les cylindres de derrière.

Les cylindres du milieu, de 0,022 de diamètre, sont commandés par ceux de derrière. Une roue de 34 dents, clavetée sur ces derniers, transmet, au moyen d'une marlborough, le mouvement à une roue de 30 dents fixée sur ceux du milieu. Cette commande est ordinairement établie à chacune des deux extrémités du métier.

Sortie du chariot. — L'arbre des cannelés de devant porte une roue *k* (20 dents) qui commande la roue droite *p* (57 dents), au moyen des roues intermédiaires *l* (46 dents), *m* (49 dents), *n* (roue de rechange de 17 à 22 dents) (fig. 2, 3, pl. XXXI) et (fig. 2, pl. XXXIII), placées sur un balancier L dont le centre d'oscillation se trouve sur l'arbre D, des cannelés. La roue *p* nommée *main-douce*, est fixée sur un arbre longitudinal F, qui s'étend sur toute la longueur du métier. Sur cet arbre se trouvent dans l'intérieur de la tête du métier, et aux deux extré-

mités du porte-cylindres, des tambours à six gorges (de 0,170 de diamètre) commandant le chariot au moyen de cordes r, s. La corde s passe sous la poulie G et sur la poulie K folle sur l'arbre transversal MM à l'avant du métier, et s'attache à un tourillon v porté par le chariot. Des roues à rochet permettent de tendre cette corde. La corde r, qui se projette en plan sur la corde s, s'attache directement à un tourillon t identique au premier. On comprend, dès lors, que les tambours, en tournant de manière à enrouler les cordes s, feront sortir le chariot ; quant aux cordes r ou contre-cordes, elles permettent de tendre les cordes s, et de régler la position du chariot par rapport au porte-cylindres.

Mouvement des broches. — Le mouvement se transmet aux broches au moyen d'un volant X à deux gorges (fig. 1 et 3, pl. XXXI) fixé à l'extrémité de l'arbre principal E, de manière à être enlevé facilement, afin de pouvoir y fixer des volants de différents diamètres et mettre ainsi la vitesse des broches en rapport avec le numéro qu'on veut filer. Une corde sans fin passe du volant X sur les poulies à deux gorges x_1, x_2, y, x_3, x_4, deux fois sur chacune de ces poulies et dans l'ordre où nous les avons décrites. Ce double passage permet de donner une grande longueur à la corde, que l'on peut, pour cette raison, tendre beaucoup plus que deux cordes, sans dépasser la limite d'élasticité. Les poulies x_1, et x_4, ont leurs tourillons fixés au bâti de la tête du même côté que le volant. Le tourillon de la poulie x_2, est fixé à une coulisse Lo, boulonnée à l'extrémité antérieure de la tête, et qui permet d'éloigner plus ou moins la poulie x_2, afin de tendre la corde. A cet effet, la coulisse porte une vis fixe (fig. 11, pl. XXXII), le tourillon de la roue x_2 est terminé par une partie carrée formant écrou et ajustée dans la coulisse, de telle sorte qu'en tournant la vis au moyen d'une petite manivelle, l'ouvrier fait marcher l'écrou et par suite la poulie dans un sens ou dans l'autre. La position de la poulie une fois déterminée, de peur qu'elle ne varie, on serre le tourillon contre la coulisse au moyen d'un écrou.

Les deux dernières poulies x_3 et y sont portées par le cha-

riot, la première x_3 tourne librement sur un prisonnier boulonné au chariot ; la seconde est clavetée sur l'arbre des roues à rochet N qui transmet le mouvement aux broches, comme dans les mule-jenny, soit au moyen de tambours horizontaux, soit au moyen de tambours inclinés parallèlement aux broches.

Les tambours horizontaux sont moins coûteux et plus légers que les derniers, mais ils durent moins longtemps et ne permettent pas d'aller aussi vite.

D'après la marche indiquée de la corde, la torsion du fil est dirigée de droite à gauche. Tous les mouvements décrits se font pendant la première période, avec une vitesse uniforme, jusqu'à ce que le chariot arrive à la fin de son cours. Alors commence la deuxième période.

DEUXIÈME PÉRIODE

Continuation du mouvement des broches.

Dans cette période de torsion supplémentaire, le chariot et les cylindres sont arrêtés, tandis que la rotation des broches continue pour compléter et régulariser la torsion du fil.

Lorsque le chariot est arrivé à l'extrémité de sa course, l'arbre à deux temps B (fig. 1) fait un demi-tour, et entraîne dans son mouvement les trois excentriques N, P, K, comme nous l'avons expliqué plus haut. L'excentrique N (fig. 4 et 5, pl. XXXII) agit en tournant, sur le levier F, de manière à opérer le débrayage du manchon R, R′ au moyen de la fourchette g ; par suite les cannelés et le chariot s'arrêtent. Il faut toutefois que les cylindres et l'arbre de main-douce deviennent indépendants pendant les trois dernières périodes ; autrement, à la rentrée du chariot, la main-douce, en tournant, entraînerait les cylindres en sens inverse de leur mouvement pendant la première période, ce qui occasionnerait la rupture de tous les fils. On fait dégrener les deux roues n et p au moyen de l'excentrique P. L'arbre à deux temps, en tournant d'une demi-circonférence, fait prendre à cet excentrique une

position diamétralement opposée à celle qui est dessinée (fig. 1, pl. XXXII). Alors le levier G_1 G_2, articulé au bâti, soulève le balancier L au moyen de la pièce J, g, d'une quantité suffisante pour dégrener les deux roues n et p (fig. 2, pl. XXXIII). A la fin de cette période, la courroie abandonne la poulie C_1 pour passer complétement sur la poulie C_2, et le mouvement de torsion des broches est terminé. Ce déplacement de la courroie s'opère au moyen du plateau évidé K, dont les détails sont représentés (fig. 6, 9 et 10, pl. XXXII), et du secteur de torsion Y. En faisant un demi-tour à la fin de la première période, l'arbre à deux temps a mis l'évidement de ce plateau en face d'un galet g porté par un levier J_1, dont l'axe est fixé au bâti. A l'extrémité supérieure de ce levier est articulée une bielle Q_0 munie d'une coulisse qui lui permet de glisser sur la douille du secteur Y, et terminé par un tenon e_0 qui s'appuie contre la courbure du secteur (fig. 1, pl. XXXII, et fig. 6, pl. XXXI). Le prisonnier sur lequel est monté le galet g, porte également le levier J_0 auquel est boulonné le guide-courroie M_0. Un peu au-dessus du galet, un ressort K_1 s'attache d'un côté au levier J_0, de l'autre au bâti, et se trouve tendu au moyen d'un écrou à oreilles. Sous son action J_0 presse contre l'axe de J_1, et les deux leviers deviennent solidaires ; le galet g tend à s'appuyer constamment contre le plateau K, et le tenon e_0 de la bielle Q_0 contre le secteur Y. Ce dernier est commandé par la vis sans fin V, fixée sur l'arbre moteur E, au moyen de roues droites; il a donc, pendant les deux premières périodes, un mouvement de rotation. Tant que le tenon e_0 se trouve sur la partie circulaire du secteur, la courroie ne peut se déplacer. Mais lorsqu'il vient à la quitter à la fin de la seconde période, le galet g qui se trouve en face de l'évidement du plateau K, par suite du demi-tour fait par ce plateau à la fin de la première période, est tiré par le ressort R_1 au fond de cet évidement ; les deux leviers J_0 et J_1 s'inclinent vers la droite et font passer la courroie sur la poulie C_2. On a réuni ces deux leviers au moyen d'un ressort afin que l'ouvrier puisse arrêter sa machine à volonté, en tirant, au

moyen de la tringle T′, sur le levier J_0, pour mettre la courroie sur la poulie folle C_2.

TROISIÈME PÉRIODE

Dépointage.

Détour des broches. — Le détour des broches, dont le but est de dévider la portion de fil qui a pris sur l'extrémité de la broche la forme d'une hélice, est produit par une rotation en sens inverse des broches. Comme le mouvement est donné aux broches par l'arbre moteur E, il suffira de faire tourner celui-ci en sens contraire de son mouvement pendant les deux premières périodes. En parlant de l'arbre à deux temps, nous avons indiqué que la roue H est commandée par la poulie C_2 au moyen des roues d'engrenage *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, et que cette roue est terminée par un cône qui peut entrer dans la poulie motrice C_1, entraîner dans son mouvement cette dernière et, par suite, l'arbre moteur.

Le nombre des engrenages reliant la poulie C_2 et la roue H étant impair, il en résulte que cette roue, en commandant la poulie C au moyen du cône de friction, donnera à l'arbre moteur et aux broches un mouvement en sens inverse de celui qu'ils avaient pendant les deux premières périodes. Le cône de la roue H est poussé contre celui de la poulie C_1 au moyen d'un levier coudé ZZ′, nommé *levier de dépointage*, et qui agit de la manière suivante (fig. 6, pl. XXXII).

Lorsque le chariot est complétement sorti, une fourchette Ko, fixé sur un arbre et portée par le chariot, vient s'appuyer sur le levier AA′ qui comprime, par ce mouvement, le ressort R_2 placé sur une tringle T_3 articulée à l'extrémité inférieure du levier ZZ′. Ce ressort presse contre une bague b_3 fixée sur la tringle, et tend à pousser celle-ci et le levier ZZ′ vers la gauche. Celui-ci est formé de deux pièces Z et Z′ fixées sur un arbre transversal C′, et tous ces mouvements sont communiqués à la roue de dépointage H au moyen d'un doigt d_4, claveté sur le

même arbre, et d'un petit palier p_3 qui embrasse une gorge pratiquée dans la douille de la roue H.

Pendant les deux premières périodes, la position du levier ZZ′ ne peut changer, la partie Z′ étant maintenue par une vis de réglage v_3 qui s'appuie sur une patte l_2 venue de fonte avec la pièce J_1. Cette vis a été réglée de telle sorte que la courroie se trouvant sur la poulie C_1, la roue H est complétement séparée de C_1. A la fin de la deuxième période, le passage de la courroie sur la poulie C_1 abaisse la patte l_2, la partie inférieure de J_1 allant vers la gauche ; le ressort R_2, comprimé pendant toute cette période par le levier AA′ et la fourchette Ko, peut alors agir sur le levier ZZ′ devenu libre, et le fait aller vers la gauche. La roue H, poussée en avant par ce levier, entre dans la poulie C_1 et donne aux broches leur mouvement de rotation en sens inverse.

Baguette et contre-baguette. — La baguette et la contre-baguette restent immobiles et ne touchent pas les fils pendant les deux premières périodes. Aux extrémités et le long du chariot sont placés des ressorts à boudin No (fig. 13 et 16, pl. XXX) reliés à l'arbre de la baguette par de petites courroies et qui tendent constamment à relever la baguette. Celle-ci doit être maintenue à une faible distance au-dessus des fils, $0^m,02$ environ ; à cet effet, on a fixé sur l'arbre de la baguette une pièce P qui vient butter sur l'arbre de la contre-baguette et empêche la baguette de se relever davantage. A cette pièce P est articulée une bielle B réunie à un levier L par une chaîne *h*. Une seconde chaîne *h′* relie également le levier L à l'arbre de la contre-baguette au moyen d'un secteur S fixé sur ce dernier. Le levier L est articulé au chariot, et un poids I peut glisser à volonté sur ce levier. Lorsque la baguette est complétement relevée, les deux chaînes *hh′* sont tendues et supportent les leviers de pression L ; si la baguette vient à s'abaisser, la chaîne *h* se détend, alors toute la pression du levier L se porte sur la chaîne *h′* qui tend à faire relever la contre-baguette. Celle-ci est placée au-dessous des fils qui se trouveront ainsi pris entre la baguette et la contre-baguette et recevront toute la pression

du levier L. On règle cette pression en écartant plus ou moins les poids I du centre du levier.

Les ressorts et les leviers de pression sont ordinairement au nombre de quatre, disposés régulièrement sur toute la longueur du chariot.

Abaissement de la baguette. — L'abaissement de la baguette est combiné avec le détour des broches, car les deux mouvements doivent se faire simultanément afin d'éviter les vrilles.

L'arbre des roues à rochet N, dont nous avons déjà parlé au sujet du mouvement des broches, porte un certain nombre de plateaux et de roues, les uns fixes, les autres fous sur cet arbre et représentés en détail (fig. 7 et 8, pl. XXXII). *y* est la poulie à deux gorges, mentionnée plus haut, au moyen de laquelle le mouvement est transmis à l'arbre N. O est une roue à rochet, *q* un cliquet qui est porté par un boulon passé dans l'un des trous d'un plateau U fou sur l'arbre N. Au cliquet *q* est venu de fonte un petit bras de levier muni de deux goupilles, entre lesquelles passe une lame de ressort S qui entoure la douille de la roue à rochet O et fait friction sur elle.

Le moyeu *x* du plateau U présente plusieurs gorges, et à ce moyeu est fixée la chaîne *c* (fig. 6, pl. XXXII) passant sous le galet *l* que porte le levier *i* claveté sur l'arbre *d*, et de là va s'attacher à une petite bielle articulée au baisse-baguette G′ fixé sur l'arbre D de la baguette. La disposition de la figure 7 montre que la roue à rochet tournant de gauche à droite, dans le sens de la flèche, le ressort S, qui fait friction, tend à être entraîné dans le même sens et à faire lever le cliquet *q*; c'est ce qui se passe pendant les deux premières périodes. En outre, lorsque le cliquet *q* est dégagé des dents du rochet, ce ressort doit rester immobile pendant ces deux périodes, autrement il entraînerait dans son mouvement le cliquet *q* et le plateau U, et finirait par faire enrouler la chaîne, qui, en abaissant la baguette, produirait la rafle. Pour ces raisons une plaque de fer, portant deux nez *m* et *n*, se trouve entre la roue à rochet et le plateau U. Ces deux nez sont disposés de manière que

l'un d'eux m venant porter contre un buttoir B fixé au chariot, l'autre, n, s'appuie contre le tourillon du cliquet q, le plateau ne peut donc plus tourner dans le sens de la flèche (fig. 4 et 8).

Au contraire, pendant le dépointage, l'arbre N prenant un mouvement en sens inverse, le ressort S, entraîné vers la gauche, fait mordre le cliquet q dans les dents de la roue à crochet o; le mouvement de l'arbre est donc communiqué au plateau U, et la chaîne e s'enroulant sur le moyeu X, fait baisser la baguette. Le nez n est plus court que le nez m pour qu'il ne puisse jamais venir toucher le buttoir B et limiter par trop le mouvement du moyeu X.

Les gorges du moyeu vont en diminuant de diamètre, et la baguette obtient de cette manière une vitesse angulaire variable. Cette condition est indispensable, car, pour éviter les vrilles au moment du détour des broches, la baguette doit d'abord s'abaisser rapidement pour saisir le fil; une fois celui-ci tendu, il faut diminuer la vitesse d'abaissement de la baguette pour ne pas le fatiguer et laisser le temps au détour de se terminer. Les trous percés dans le plateau U permettent de tendre plus ou moins la chaîne, et, par conséquent, de changer dans certaines limites la durée de l'abaissement de la baguette.

On peut également modifier la loi de vitesse d'abaissement en inclinant plus ou moins le baisse-baguette. Il arrive souvent que, pendant la formation de la bobine, l'abaissement de la baguette ne se trouve pas en rapport avec le détour des broches, que ce détour, convenable au commencement de la levée, devient trop grand vers la fin; pour obvier à cet inconvénient, on a imaginé, dans plusieurs filatures, de remplacer le levier G′ par un secteur circulaire S (fig. 14 et 15, pl. XXXII) portant un tourillon n auquel la chaîne est attachée. Sur ce tourillon est fixée une roue de compteur r commandée par une vis sans fin v, sur l'arbre de laquelle se trouve un rochet P. A la fin de la rentrée du chariot, ce rochet butte contre une plaque de fer qui le fait tourner d'une ou deux dents; il en résulte qu'à chaque aiguillée la chaîne s'enroule d'une petite quantité sur le tourillon n et devient de moins en moins lâche; l'abaisse-

ment de la baguette commence alors plus tôt, et le détour des broches diminue. Cette disposition très-simple est surtout avantageuse pour les numéros fins. Nous terminerons cette partie de la description en disant que, pour avoir un bon dépointage, il est indispensable de faire détourner les broches le plus lentement possible ; on y arrive en faisant appuyer légèrement le cône de la roue H contre la poulie motrice C_1.

Nous allons maintenant décrire les organes qui terminent la troisième période.

Deux bras de levier sont fixés sur l'arbre *d* (fig. 6, pl. XXXII), l'un *n*, tiré constamment vers la gauche par un ressort R_3 dont l'autre extrémité est attachée au chariot, l'autre *m*, à l'extrémité supérieure duquel est articulé un tirant *b* qui le relie à une bielle L. Celle-ci, par l'intermédiaire des leviers *m* et *n*, subit l'action du ressort R_3 qui l'oblige à s'appuyer constamment contre un galet *q*. Ce galet et le galet *q'* sont tous deux portés par une pièce R articulée au chariot ; en outre, *q'* repose sur une pièce en fonte nommée *règle* et que nous décrirons plus loin. L'extrémité supérieure de la bielle L est articulée avec un bras de levier M fixé sur l'arbre D de la baguette. Celle-ci, en s'abaissant, tirée par la chaîne *c*, fait lever la bielle L, et lorsque l'extrémité inférieure *e* de celle-ci arrive au haut du galet *q*, le ressort R_3 tire L jusqu'à ce que le talon *a* vienne s'appuyer contre le galet *q*. Mais en même temps ce ressort fait tourner de droite à gauche l'arbre *d*, relève la fourchette Ko qui fait revenir vers la droite le levier ZZ' par l'intermédiaire du levier coudé AA' et de la tringle T_3, et, par conséquent, sépare la roue H de la poulie motrice C ; alors le mouvement des broches en sens inverse s'arrête, et la troisième période est terminée.

L'arbre *d*, en tournant, fait aussi incliner le levier *t* vers la gauche afin de permettre à la chaîne *c* de se détendre immédiatement. Les broches, à cause de leur puissance vive, tournent encore un peu après le dépointage, et la chaîne continue à s'enrouler. Elle pourrait donc, si elle restait tendue, agir sur la baguette, dont elle changerait le point de départ con-

venable pour le renvidage du fil. C'est pour diminuer cette puissance vive des broches, qui augmente le détour, que le dépointage doit se faire aussi lentement que possible. Le nombre de tours de broches en sens inverse, l'angle d'abaissement de la baguette dépendent évidemment de la hauteur du point de contact du galet *q* et de la bielle L au-dessus du talon de cette bielle. Dans la quatrième période on verra quels sont les organes qui font varier cette hauteur, qui doit diminuer de plus en plus pendant tout le temps de la formation de la bobine.

Le levier ZZ′ maintient, pendant les trois premières périodes, une pièce U ; et la fourchette Ko doit, à la fin de la troisième période, tirer le levier ZZ′ vers la droite, assez pour que cette pièce devienne complétement libre.

Le chariot doit rester immobile pendant la deuxième et la troisième période, afin que la torsion supplémentaire et le dépointage s'opèrent régulièrement, et que les fils restent tendus. On parvient à ce résultat au moyen des crochets O,O (fig. 3 et 4, pl. XXXIII), mobiles sur un tourillon fixé à un support à coulisse S boulonné à la tête antérieure du bâti. Ces crochets sont en outre soutenus par un levier *v* fixé sur un arbre V, et ils sont sollicités de bas en haut par un ressort R. Ils viennent s'engager dans une pièce *c* boulonnée au chariot qu'ils rendent immobile jusqu'au moment où ils sont soulevés par le levier *v*.

Ajoutons que le ressort R fait appuyer un levier B contre le balancier CC′ de l'arbre à deux temps. C'est une mesure de sûreté dont le but est d'empêcher ce balancier de changer de position sous une action autre que celle du chariot.

QUATRIÈME PÉRIODE

Renvidage par la rentrée du chariot.

Mouvement du chariot. — La pièce U est un balancier (fig. 1, 3, 4, pl. XXXIII) fixé sur l'arbre V dont on vient de parler,

et qui va d'un bout à l'autre de la tête du métier. Cet arbre est soutenu à ses deux extrémités par des supports à douille boulonnés au bâti et dans lesquels il peut tourner. La pièce U devenant libre à la fin du dépointage, le ressort R soulève le levier v qui dégage par ce mouvement le chariot des crochets de retenue O,O, et fait tourner d'un certain angle l'arbre V. Celui-ci entraîne dans son mouvement le balancier U, dont la partie U′ s'abaisse. A l'extrémité de U′ est articulée une tringle vertical N′o qui porte une fourchette F, embrassant la gorge d'un manchon d'embrayage MM′, et une pièce à coulisse D maintenue au moyen de deux écrous qui permettent de régler sa position et dans laquelle s'engage un tourillon fixé au balancier G_1 G_2.

Pendant la première période, l'arbre de la main-douce étant embrayé, la tringle N repose par le haut de sa coulisse sur le tourillon du levier G_1G_2, en sorte que l'embrayage du manchon M est empêché par ce tourillon et par l'encoche du levier Z qui retient le balancier U. La partie G_2 du balancier G_1G_2 s'abaissant à la fin de cette période, l'encoche du levier Z retient seule le balancier U. Mais au moment où se termine la troisième période, le balancier U devenant libre, la tringle peut s'abaisser sous son action et embrayer le manchon MM des scroles. La partie M du manchon est commandée par l'arbre vertical Ko auquel elle est reliée par deux clavettes fixes sur lesquelles elle peut glisser. Cet arbre reçoit son mouvement de la poulie C_1, par l'intermédiare des roues a, b, c, d, déjà indiquées, et des deux roues d'angle x z, de 16 dents chacune. La partie M′ du manchon, folle sur l'arbre K_o, porte une roue d'angle de 12 dents s venue de fonte avec elle engrenant avec la roue d'angle t de 32 dents qui est fixée sur l'arbre S des scroles. Le manchon étant embrayé, le mouvement de la poulie C_2 est alors transmis à l'arbre S.

Sur cet arbre sont fixées deux poulies à gorge B′B″ ; les gorges de ces poulies forment une hélice dont le rayon croît d'abord pour décroître ensuite périodiquement, ce qui leur donne la forme d'un escargot. Chaque poulie a quatre gorges

et porte le nom de *scrole* ou *escargot*. Une corde est attachée à l'aide d'un anneau au plus petit rayon de chaque poulie, de telle sorte que, par le mouvement de l'arbre S, l'une des cordes s'enroule tandis que l'autre se déroule; par suite de l'identité des deux scroles, les vitesses variables de ces deux cordes sont toujours égales entre elles.

L'une des cordes d' (fig. 1, 2, 3, pl. XXXI) est attachée directement à un tendeur m' fixé au chariot; l'autre p', avant de s'attacher au tendeur n', passe sur une poulie F′ placée à la tête d'avant le métier.

La corde d', en s'enroulant sur le scrole B′, tire le chariot vers le porte-cylindre, et lui donne un mouvement accéléré jusque vers le milieu de sa rentrée. A ce moment, les deux cordes se trouvent sur leur gorge de plus grand diamètre. La corde d' n'agit plus sur le chariot qui tend à conserver sa vitesse acquise; mais alors la corde p', se déroulant sur des diamètres de plus en plus petits, retient le chariot et le force à arriver presque sans vitesse à la limite de sa course. Ce système ingénieux permet ainsi de faire rentrer le chariot dans un temps minimum. Lorsque les cordes des scroles ne sont pas assez tendues, le chariot a de la peine à rentrer; dans le cas, au contraire, d'une trop grande tension, le chariot arrive brusquement contre ses tampons d'arrêt. On remédie à ces deux inconvénients au moyen du tendeur n' qu'on tourne dans un sens ou dans l'autre pour ramener les cordes à une tension convenable. On est souvent obligé de faire varier la tension des cordes pendant la marche du renvideur, lorsque le moteur n'a pas une vitesse régulière.

Mouvement des broches. — La bobine est formée par la superposition de couches coniques, ainsi à chaque aiguillée le fil se renvide suivant un cône, et par conséquent sur un diamètre de plus en plus petit; il en résulte que la vitesse des broches doit aller en augmentant depuis le commencement jusqu'à la fin de la rentrée du chariot. Pour obtenir cette variation de vitesse, on se sert d'un secteur V′, à dents d'engrenage mobile autour d'un axe fixé au bâti (fig. 1, 2, 3,

pl. XXXI; fig. 5, pl. XXXIII). Il est mis en mouvement par un pignon c' claveté sur l'arbre transversal M, qui est commandé par l'arbre de main-douce F, au moyen des roues d'angle e' d', l', g' ; l' est fixée sur l'arbre M, c' sur l'arbre F, d' et g' sur un arbre K′ allant d'un bout à l'autre de la tête du métier. La main-douce reliée au chariot par les deux cordes (r et s) dont nous avons déjà parlé, reçoit de ce dernier, pendant le renvidage, son mouvement qu'il communique au secteur. Par cette disposition, on comprend de suite que les arcs décrits par le secteur sont proportionnels aux chemins parcourus par le chariot.

Au commencement de la quatrième période, le bras z du secteur est presque vertical, il est légèrement incliné vers la droite, et le mouvement donné au secteur pendant cette période fait baisser le bras z et lui fait décrire un angle de 90 degrés environ. Cet angle n'est pas absolu pour tous les renvideurs, il varie entre 80 et 110 degrés.

Le bras z porte une vis I′ à double filet, le long de laquelle peut se mouvoir l'écrou h'. A ce dernier est fixée une chaîne qui s'enroule sur un tambour L′ nommé *barillet*. Celui-ci et la roue d'engrenage p (60 dents) sont clavetés sur un arbre O porté par le chariot : la roue p engrène avec une roue h (20 dents) portée par l'arbre N des roues à rochet (fig. 7, pl. XXXII). Cette roue est fixée sur un plateau P fou sur l'arbre N, et qui porte un cliquet p, lequel peut engrener avec la roue à rochet R, clavetée sur l'arbre O, au moyen d'un ressort à friction L. Nous retrouvons la même disposition que celle que nous avons décrite en parlant du dépointage ; la seule différence est que le ressort R ne fait plus friction sur la douille de la roue à rochet, mais sur celle d'un support fixe T dans lequel tourne l'arbre N. Il en résulte que l'engrènement ou le dégrènement du cliquet p ne dépend plus, comme dans le cas précédent, du mouvement de la roue à rochet R, mais de celui de la roue h et par conséquent du barillet.

Pendant la sortie du chariot, le secteur, commandé par la main-douce, se relève vers la droite pour revenir à la position

qu'il avait avant le renvidage, et la chaîne R′ s'enroule sur le barillet L′, auquel on donne un mouvement de rotation dans le sens de la flèche (fig. 5, pl. XXXIII) au moyen d'une corde C. Cette corde passe une fois sur une poulie venue de fonte avec le barillet, et va se fixer d'un côté à la partie postérieure du bâti, de l'autre à un levier coudé P′ exerçant par son poids une tension sur la corde. Il était impossible de rendre cette corde complétement fixe, à cause des tensions variables exercées sur la chaîne C par le secteur V′. La chaîne, qui devient lâche au commencement de la sortie du chariot, se trouve tendue vers la fin, la corde doit glisser sur la poulie à ce moment. Le sens du mouvement du barillet, pendant la sortie du chariot, est tel que le ressort L fait lever le cliquet *p*; le plateau P et la roue à rochet R sont donc indépendants l'un de l'autre. Il en est de même pendant la deuxième et la troisième période, le barillet étant immobile, la position du cliquet ne change pas. Mais à la rentrée du chariot, la chaîne R′ retenue par le secteur V′ fait tourner le barillet en sens contraire de la flèche, le cliquet *p* s'abaisse immédiatement, entre dans les dents de la roue à rochet R et communique le mouvement du barillet à l'arbre N et par suite aux broches. La corde C ne joue aucun rôle pendant la rentrée du chariot, son action sur le barillet n'étant pas assez puissante pour le faire tourner quand il commande les broches.

Pour faire comprendre le mouvement que le secteur donne aux broches, considérons l'écrou *h′* en un point quelconque *a* de la vis I′ (fig. 8, pl. XXXIII). Supposons I′ vertical au commencement de la rentrée du chariot, et l'angle *a* décrit pendant le renvidage de 90 degrés. Soit *o* le centre de rotation du secteur. Partageons l'arc *ae* en quatre parties égales *b*, *c*, *d*, *e*, par exemple ; les chemins parcourus par le chariot, correspondants à ces points, seront égaux. Ainsi, quand le secteur sera au point *b*, le chariot sera au quart de sa course, au point *c* le chariot sera au milieu de sa course, etc., il en résulte que les longueurs de fil renvidé, pendant que le secteur parcourt les arcs *ab*, *ac*, etc., seront égales entre elles et représenteront le

quart de l'aiguillée. Le nombre de tours du barillet est proportionnel au chemin parcouru par le chariot, diminué de la quantité dont le secteur s'est avancé dans le sens horizontal, par conséquent, pour chaque division *ab*, *bc*, etc., au quart de l'aiguillée diminué des quantités *ob'*, *bc'*, etc., projections des arcs *ab*, *bc*, sur l'horizontale *oe*. La courbe *abe* étant un arc de cercle, les projections des arcs égaux *ab*, *bc*, etc., sont de plus en plus petites à mesure qu'on se rapproche du point e, donc les nombres de tours de broches pour une même longueur de fil seront plus grands à la fin qu'au commencement. Le nombre total de tours de broches est évidemment proportionnel à la longueur de l'aiguillée diminuée du rayon *oa*. Pendant la formation du noyau de la bobine, le diamètre de celle-ci devenant de plus en plus grand, le nombre total de tours de broche nécessaire pour renvider une même longueur de fil, l'aiguillée, sera de plus en plus petit; l'écrou devra donc monter pour augmenter le rayon *oa*. Le fil arrive au corps de la bobine, le diamètre devient constant et l'écrou devra rester immobile. Aujourd'hui encore, dans beaucoup d'établissements, l'ouvrier fait monter lui-même l'écrou au moyen de la manivelle *m* (fig. 5) fixée à l'extrémité de la vis I'; il se règle sur la hauteur que doit occuper la contre-baguette par rapport à la pointe des broches. Lorsque celles-ci tournent trop vite, la tension des fils augmente et fait baisser rapidement la contre-baguette pendant le renvidage; il faut alors faire monter l'écrou. L'effet inverse se produit lorsque les broches ne tournent pas assez vite.

Depuis longtemps on a imaginé des appareils mécaniques pour commander l'écrou. Ils reposent tous sur ce principe : la hauteur de la contre-baguette devant rester sensiblement constante pendant le renvidage, produire au moyen de ses variations de hauteur un mouvement de rotation à la vis du secteur.

Nous allons décrire le plus récent de ces appareils, qui nous paraît, d'après expériences faites, l'un des plus convenables. Au bas de la vis I est fixée une roue d'angle *u*, engrenant avec une autre roue d'angle *v* (fig. 5 et 6, pl. XXXIII); celle-ci et la

poulie x, montée sur son moyeu, tournent sur un prisonnier qui est dans le prolongement de l'axe du secteur. Cette poulie est munie de 6 dents, entrant dans les mailles d'une chaîne sans fin F à la Vaucanson qui passe sur une seconde poulie y identique à la première, et dont l'axe est fixé à la partie postérieure du bâti. Le brin supérieur de la chaîne, tiré dans le sens de la rentrée du chariot, fait monter l'écrou h'.

Une pièce à coulisse C embrasse l'arbre D′ de la contre-baguette, au bas de cette pièce sont boulonnés deux taquets f et h, qui peuvent engrener avec les dents des roues à rochet p et g. Sur chacune de ces roues sont fixées des roues m, e, engrenant : la première, avec le brin supérieur de la chaîne F ; la seconde, avec le brin inférieur : ces deux systèmes sont portés par le support T boulonné au chariot. Lorsque l'un des taquets, f par exemple, vient engrener avec la roue p, la roue m ne peut plus tourner, et elle tire la chaîne F qui fait mouvoir la poulie x.

Un excentrique A, formé d'un arc de cercle bl et d'une ligne droite $a\ b$ se rapprochant vers le centre, est fixé à l'arbre D′.

L'excentrique B, également formé d'un arc de cercle di décrit du centre de la baguette et d'une partie droite cd, est fou sur l'arbre D de la baguette ; mais il est relié à cet arbre au moyen de la pièce E fixée sur D, et qui présente un vide dans lequel est une saillie s de la pièce B. Pendant la sortie du chariot, l'excentrique B occupe la position indiquée sur la figure, et dans laquelle il est maintenu par la saillie s qui appuie contre la paroi q de la pièce creuse E. Cet excentrique retient, au moyen d'un tasseau t, la coulisse C, qui est toujours sollicitée de bas en haut par un ressort R attaché d'un côté à la coulisse, de l'autre à l'un des supports S des arbres D, D′. Dans cette position, le tasseau t a été réglé de manière qu'aucun des taquets f et h ne puisse engrener avec les roues à rochet p et g ; les roues m et e tournent donc librement sur leurs axes, et aucun mouvement n'est donné à la chaîne F ; mais lorsque la baguette s'abaisse, la vis o, qui passe dans le paroi r de la pièce E, appuie contre la saillie s et fait tourner l'excentrique B. Au

moment où la partie droite *cd* arrive en face du tasseau *t*, la coulisse C n'est plus retenue par cet excentrique ; elle peut s'élever sous l'influence du ressort R et faire engrener le taquet *f*. Mais pendant ce mouvement de la baguette, la contre-baguette s'est élevée et a fait tourner l'excentrique A, et lorsqu'elle est à une hauteur convenable, la partie *b l* vient appuyer contre le tasseau *z*, qui empêche l'engrènement du taquet *f*. Si la contre-baguette s'abaisse pendant le renvidage, le vide *a*, *b* arrive en face du tasseau *z*, la coulisse C remonte aussitôt, engrène le taquet *f*, et la chaîne F tirée par les dents de la roue en fait monter l'écrou *h* ; si, au contraire, la baguette remontait trop, le renflement *j*, *k* ferait baisser la coulisse C et engrener le taquet *h* dans la roue *g* ; la chaîne F, tirée alors en sens contraire, ferait descendre l'écrou R′. L'engrènement du taquet *f* ne peut se produire que pendant la formation du noyau de la bobine et au commencement de la rentrée du chariot plus ou moins longtemps, selon que la bobine est moins ou plus avancée, mais jamais vers la fin, ce qui est une bonne condition. En effet, l'arc *di* a pour angle au centre un angle égal à celui décrit par la baguette pendant la formation du noyau ; il en résulte que, le noyau fini, le tasseau buttera constamment contre cet arc de cercle, et que la coulisse C ne pourra jamais s'élever pendant tout le temps de la formation du corps de la bobine. Les bobines variant de forme pour chaque métier renvideur, la longueur de l'arc *di* ne peut être absolue ; c'est pour pouvoir modifier cette longueur qu'on a relié la pièce B à l'arbre D au moyen de la pièce. En écartant ou rapprochant la vis *o* de la saillie, on peut augmenter ou diminuer l'angle décrit par l'excentrique. Au commencement du renvidage, la saillie *s* est appuyée contre la vis *o* par le ressort N qui se tend en venant butter contre l'arbre D′ de la contre-baguette, et rend les mouvements de l'excentrique solidaires de ceux de la baguette ; aussi le taquet *f* ne peut agir que lorsque le tasseau *t* est en face de la partie *c*, *d*, c'est-à-dire pendant un temps maximum correspondant à celui que met la baguette à parcourir l'angle au centre représenté par cette partie, qui ne peut rester au-

dessus du tasseau *t* que pendant une portion de l'aiguillée. Vers la fin du renvidage, la partie circulaire *di* se trouve toujours en face du tasseau *t*, et le taquet *f* ne peut jamais agir. A ce moment, le ressort N a abandonné l'arbre D′, et la paroi *q* relève complétement l'excentrique B à la fin de l'aiguillée. Le renflement *j k* peut, au contraire, toujours agir ; il n'est véritablement utile que pendant la formation du corps de la bobine, car il se présente souvent des irrégularités qui nécessitent un mouvement accéléré des broches. Une coulisse circulaire, ménagée dans la pièce A, permet de régler sa distance au tasseau.

Pour terminer ce que nous avons à dire sur les fonctions du secteur, il nous reste à parler d'une pièce qui se trouve à sa partie supérieure, et qu'on nomme *nez* du secteur. Cette pièce L (fig. 5), vissée sur le levier Z, est munie d'une coulisse dans laquelle se trouve un tourillon *d*, et que l'on peut serrer au moyen d'un écrou à oreilles. L'ouvrier peut donc éloigner ou rapprocher à volonté ce tourillon du bras de levier du secteur. Le chariot étant presque rentré, le tourillon *d* vient s'appuyer sur la chaîne R′ du secteur, afin d'augmenter la vitesse des broches. Plus on éloigne le tourillon, et plus son action est grande, car il agit plus tôt et plus longtemps sur la chaîne : sa fonction est de serrer davantage le fil à la tête de la bobine. On ne se sert ordinairement du nez du secteur que pour les dernières couches, et on laisse à l'ouvrier le soin de régler l'écrou ; sans cette précaution, on obtiendrait des têtes très-grosses et qui s'ébouleraient facilement.

Direction de la baguette. — Le mouvement est donné à la baguette, pendant le renvidage, par une règle en fonte W (fig. 5 et 7, pl. XXXIII) portant deux boulons, *a*, *b*. Une partie seulement de ces boulons est filetée ; l'autre, celle voisine de la tête, est tournée et forme un épaulement qui vient s'appuyer contre la règle. Chaque boulon, par cette partie tournée, repose sur une plaque de fer très-mince, de 0,005 d'épaisseur, A, B, dont les bords supérieurs sont courbes. Les têtes des boulons forment un rebord qui empêche les plaques de se dé-

verser. Ces deux plaques, nommées *platines* (l'une A, platine des bases, et l'autre B, platine des sommets), sont placées dans une rainure pratiquée dans un patin en fonte qui supporte tout le système. La règle est, en outre, prise du côté de la tête d'avant, entre deux plaques U, U′ faisant partie d'un support S fixé sur le patin, et elle porte vers la tête d'arrière un troisième boulon *c* semblable aux deux premiers, dont la partie tournée se meut dans une coulisse courbe Q : la tête de ce boulon et les deux plaques U, U′ assurent la verticalité de la règle.

Cette dernière, parfaitement guidée et reposant constamment par son propre poids sur les deux platines, prendra toutes les positions dépendantes de leur courbure, si l'on vient à leur donner, après chaque aiguillée, un déplacement dans le sens horizontal. A cet effet les platines sont reliées entre elles au moyen de deux tringles plates M′, M″ boulonnées ensemble ; une coulisse permet de régler à volonté leur écartement. Près de la platine A est vissé à la tringle un écrou mobile en bronze dont la vis X fixe est portée par le support S ; sur cette vis est clavetée une roue à rochet B, dont l'appareil à cliquet *yl* est boulonné au support S. A chaque aiguillée, vers la fin de la première période, une pièce E, fixée au chariot, s'appuie sur le levier du cliquet, de manière à élever ce dernier et à faire tourner la roue à rochet. Ainsi la vis tourne, à chaque aiguillée, d'une quantité correspondante à une ou deux dents au plus du rochet, et l'on a disposé le sens de son mouvement de manière que l'écrou mobile s'avance vers la gauche ainsi que les platines. A l'inspection seule de la courbe A, on voit que la règle ira toujours en s'abaissant, et l'on comprend que, par la courbe B, on peut faire varier la différence de niveau des boulons *a* et *b*.

Le mouvement de la règle est transmis à la baguette par la bielle L et le levier M, que nous avons décrit en parlant du dépointage. La baguette, sollicitée par ses ressorts, tend toujours à se relever, elle appuie donc constamment le levier L sur le galet *q*, dont tous les mouvements dépendent du galet *q′*. Celui-ci, qui roule constamment sur la règle pendant la quatrième période,

a un mouvement d'abaissement qui dépend de l'inclinaison et de la forme de cette règle ; et cet abaissement des galets q,q' étant continu, permet à la baguette de se relever d'une manière également continue. A chaque aiguillée, la règle s'abaissant de plus en plus, le point de départ des deux galets se trouve de plus en plus bas, et la hauteur du point de contact de la bielle L et du galet q, au-dessus du talon de cette bielle, devient de plus en plus petite ; il en résulte que l'angle d'abaissement de la baguette pendant le dépointage diminue, et que le fil commence à se renvider sur la broche à une hauteur de plus en plus grande. La bobine est formée par la superposition de couches coniques ; à chaque aiguillée, le fil, guidé par la baguette, se contourne en hélice autour de la couche précédente. Au commencement du renvidage, l'hélice est descendante, c'est-à-dire que le fil se renvide de bas en haut; puis arrivée à la base de la dernière couche, la baguette remonte, et l'hélice devient ascendante. La partie descendante se compose d'un petit nombre de tours de fil seulement, trois ou quatre au plus, elle ne sert qu'à relier les têtes, c'est ce qu'on appelle croiser le fil. Sans ce croisement, les têtes se détacheraient trop facilement, et il arriverait qu'en dévidant le fil d'une bobine, plusieurs têtes se sépareraient et occasionneraient ainsi des enchevêtrements et par suite des ruptures. Le mouvement de la baguette, correspondant à la descendante, est donné par la partie inclinée fi de la règle qui fait monter le galet q'. Celui-ci, arrivé au point i, commence à descendre et conserve ce mouvement jusqu'à la fin du renvidage ; la baguette change alors de direction et remonte insensiblement jusqu'un peu au-dessus du sommet du cône de la dernière couche. (L'ensemble de ce mécanisme dont la règle qui vient d'être décrite forme la base est désigné parfois sous le nom anglais de *copping plate*). A ce moment, le chariot se trouve à la limite de sa course de rentrée, et une pièce V′ (fig. 6, pl. XXXII) boulonnée à la bielle L butte contre une équerre P, qui repousse cette bielle en arrière, la fait quitter le galet q et permet à la baguette de se relever. Cette pièce V′ est inclinée à

droite par rapport à la verticale ; le galet q et la bielle L baissant à chaque aiguillée, le point où l'équerre vient frapper cette pièce se rapproche de plus en plus de l'extrémité e de la bielle, donc à cause de l'inclinaison de V′, le chariot sera à ce moment de plus en plus rapproché de ses tampons d'arrêt. La baguette doit toujours se relever avant la rentrée complète du chariot, pour que le fil puisse remonter au haut de la broche ; mais à mesure que la bobine se forme, la hauteur de la broche restée libre diminue, et la quantité de fil nécessaire pour s'enrouler au haut de la broche est moins grande. Le déclanchement de la baguette doit donc se faire de plus en plus tard ; c'est ce qui explique l'inclinaison de la pièce V′.

Lorsque la baguette se relève trop tard, le fil se coupe sur toute la longueur du métier ; si, au contraire, elle se relève trop tôt, il se forme des vrilles.

On peut régler convenablement le relèvement de la baguette au moyen de l'équerre fixe qu'une coulisse permet de reculer ou d'avancer.

La règle, en s'abaissant, a un mouvement horizontal produit par la coulisse inclinée Q (fig. 5, pl. XXXIII). Cette coulisse est une ligne droite ou une courbe déterminée par l'expérience ; pour la ligne droite, la pente est sensiblement dans le rapport de 5 à 4.

On a donné ce mouvement à la règle pour trois raisons : 1° afin que la longueur du fil croisé augmente au fur et à mesure de la formation de la bobine ; 2° pour augmenter l'angle d'abaissement de la baguette au moment du dépointage, cet angle se trouvant trop petit vers la fin de la bobine lorsqu'il n'est déterminé que par les platines ; 3° pour améliorer la pointe des bobines.

Mouvement de la contre-baguette. — Au moment du dépointage, la baguette s'abaissant, la contre-baguette devient libre et se relève alors sous l'action des leviers L (fig. 13, pl. XXXII). Les fils pris entre la baguette et la contre-baguette se tendent naturellement. Mais cette pression doit varier suivant la nature du fil et sa finesse ; on la règle, comme nous

l'avons vu, au moyen des poids mobiles I en les éloignant ou les rapprochant du centre des leviers.

Pendant la quatrième période, la contre-baguette agit librement sur le fil, elle doit le maintenir dans un état de tension convenable pour éviter les vrilles et les bobines molles, mais sans le fatiguer ; autremeut il se produit des ruptures assez nombreuses.

A la fin de cette période, la baguette se relève, et simultanément la contre-baguette doit s'abaisser pour éviter le déroulement du fil à la tête de la bobine.

Un levier articulé au chariot (fig. 17, pl. XXXII), présentant une partie courbe, est relié au rabat-fil de la contre-baguette par une chaîne C. Le levier vient butter par sa partie courbe contre un galet fixé au porte-cylindre et fait baisser la contre-baguette un peu au-dessous de la position qu'elle doit occuper pendant les deux premières périodes. Il en résulte que les leviers de pression sont soulevés par les chaînes de la contre-baguette, et que la baguette, n'ayant plus à supporter la charge de la contre-baguette, se relève rapidement sous l'action de ses ressorts. Sans cette disposition, le relèvement de la baguette se ferait beaucoup trop lentement, et il arriverait que la première période commencerait avant qu'elle fût entièrement relevée. Le fil, par suite du mouvement des broches retenu par la baguette, se renviderait sur la broche et serait rompu.

Pendant la quatrième période, la baguette a bien à vaincre, pour se relever, l'effort de la contre-baguette, mais supporté par la règle, cet effort a peu d'importance.

Il n'en est pas de même pendant le dépointage qui se fait très-lentement et au moyen d'un organe à friction. Aussi a-t-on cherché à annuler cet effort, pendant cette période, en faisant reposer les leviers de pression sur des plans inclinés fixés au sol. Les leviers, un peu soulevés par ces plans, cessent d'exercer leur pression sur la contre-baguette jusqu'au moment où, le chariot rentrant, ils abandonnent ces plans inclinés. Cette disposition est sans inconvénient, car la tensien exercée sur les

fils par la contre-baguette n'a besoin d'avoir lieu et d'être constante que pendant la quatrième période.

CINQUIÈME PÉRIODE

Retour des organes à leur position initiale.

A la fin de la rentrée du chariot commence cette période, pendant laquelle les différentes pièces reprennent leur première position pour recommencer la course. Nous avons vu que la baguette devient libre à cet instant et reprend la position qu'elle doit occuper pendant la première période, en même temps son arbre fait baisser le balancier de l'arbre à deux temps qui tourne alors d'une demi-circonférence. L'excentrique N (fig. 4 et 5, pl. XXXII) embraye le manchon RR′ des cannelés, l'excentrique P (fig. 1, pl. XXXIII) fait revenir le balancier G_1 G_2 dans sa première position ; la partie G^2, en montant, relève la tringle au moyen du goujon I, débraye le manchon des scroles MM′, et le mouvement de rentrée du chariot s'arrête. En même temps, la partie G_1 s'étant abaissée, le balancier L embraye la roue *n* avec la roue *p* qui donne le mouvement à l'arbre de main-douce (fig. 2, pl. XXXIII). Enfin la partie pleine du plateau évidé K (fig. 6 et 9, pl. XXXII) est revenue en face du galet *g*, l'a repoussé vers la droite, et les leviers J_1, J *o* vers la gauche, et la courroie est passée sur la poulie motrice C_1, sans quitter toutefois complétement la poulie C_2. La première période commence donc de nouveau.

Détermination de la courbe des platines. — On a vu qu'à chaque aiguillée les platines, commandées par une vis et une roue à rochet, avançaient toujours de la même quantité représentée par une ou deux dents du rochet. La longueur du fil renvidé étant toujours la même, puisque l'aiguillée est constante, il en résulte qu'en décomposant le volume total de la bobine en volumes partiels égaux entre eux, les chemins correspondants à ces volumes parcourus par les platines seront égaux. De même pour des volumes partiels doubles ou

triples, les chemins seront deux ou trois fois plus grands. En un mot, les chemins parcourus par les platines, pour former deux volumes partiels de la bobine, sont proportionnels à ces volumes.

On peut donc déterminer géométriquement la courbure des platines. En effet, connaissant le mécanisme qui relie la baguette à la règle il est facile de déterminer, au moyen d'une épure (fig. 8 et 11, pl. XXII), les positions du galet q', et par conséquent les différentes hauteurs de la courbe de la platine des bases par rapport à une horizontale A, correspondantes aux différentes bases de la bobine $a\,d$, $m\,n$, etc. Soient $e\,c'$ (fig. 11) la hauteur qui fait arriver le guide-fil de la baguette en face de l'une de ces bases $r\,s$; pour avoir le point c' de la platine, il suffit de placer la verticale $e\,c'$ à une distance du point A, telle que $\frac{A\,c}{AB} = \frac{\text{vol. } adrsr's'}{\text{volume total de la bobine.}}$

Ces calculs sont assez longs, et l'on préfère, en pratique, un moyen empirique très-simple, quitte à retoucher au besoin les courbes avec la lime. Soit AB le chemin total parcouru par les platines pour faire complétement une bobine (fig. 10), on décompose la ligne AB en deux parties AC et BC proportionnelles aux volumes du noyau et du corps. Aux points A, C', B, élevons des perpendiculaires. La première AE a une longueur telle que le boulon de la règle a étant au point E, et le galet de règle q' au point de la règle où commence l'hélice ascendante, le guide-fil de la baguette se trouve en regard de la base ad (fig. 8) de la première couche de la bobine. De même pour les deux autres verticales; le galet q' étant toujours au même point, lorsque le boulon a est au point G, le guide-fil vis-à-vis la base bl' du corps, et le boulon étant au point F, le guide-fil est vis-à-vis la dernière base fi du corps. Du point E, menons une parallèle EH rencontrant en H la verticale CG, et du point H comme centre, avec HG pour rayon, décrivons un arc de cercle que nous arrêtons à la ligne EH au point L. Cet arc et la distance AC ou EH étant divisés en un même nombre de parties égales, on mène par les points

de division des horizontales et des verticales ; les points de rencontre de ces lignes de même rang donnent la courbe EG de la partie de base qui correspond au noyau. Pour la courbe qui a rapport au corps de la bobine, on joint les points GaF par une ligne droite.

Pour la platine des sommets, on prend sur chaque verticale, AE, CG et BF, les points 1′ 2′, β, tels que le galet q', en s'abaissant pendant le renvidage des longueurs E1′, G2′ et FB, élève le guide-fil en regard des sommets *ot*, *le*, *gh* (sommets de la première couche, du noyau et du corps de la bobine), et par ces trois points on fait passer un arc de cercle qui, après retouches, deviendra la courbe cherchée pour la platine des sommets.

Ces deux courbes conviennent lorsque la règle est guidée dans une coulisse verticale, comme cela a lieu encore dans beaucoup de renvideurs. Mais lorsque la règle descend en suivant une coulisse inclinée, on opère comme précédemment, seulement on mène, au lieu de verticales, des parallèles à l'inclinaison de la coulisse (fig. 9). La platine des bases détermine la forme générale de la bobine, celle des sommets, les hauteurs des cônes successifs. Pour obtenir une bonne bobine, les cônes doivent aller pour le noyau en augmentant depuis la base *ad* jusqu'à la base bl', et il faut que ces cônes augmentent plus rapidement au commencement que vers la fin. Le contraire doit avoir lieu pour le corps de la bobine, les cônes vont en diminuant de plus en plus jusqu'à l'achèvement de la bobine.

Afin de rendre l'étude de l'ensemble des mouvements plus facile, nous croyons devoir résumer dans le tableau synoptique ci-contre les différents temps du filage tels qu'ils se réalisent dans le métier self-acting que nous venons de décrire.

Tableau synoptique des fonctions du mule-jenny self-acting.

RÉSULTATS réalisés aux diverses périodes.	ORGANES qui les exécutent.	TRANSMISSION en action pendant la période.	MÉCANISMES EN FONCTION à la fin de chaque période pour transformer le mouvement. Manière de réaliser la période suivante.
I Etirage et torsion simultanés.	Rotation des cylindres étireurs, mouvement rectiligne du chariot à la sortie, et rotation simultanée des broches autour de leurs axes pendant la translation du chariot.	L'arbre moteur par la poulie motrice J′ transmettant simultanément l'action à l'arbre du cylindre étireur, à la main-douce et au volant des broches engrenées. Redressement du secteur et enroulement de la chaînette autour du barillet.	Le levier spécial du chariot pour faire arrêter les cylindres et le chariot, en faisant débrayer par des leviers de relations le manchon de l'arbre du cylindre et celui du chariot: ce dernier est maintenu arrêté par un verrou, une clanche ou un loquet.
II Torsion finale des fils.	Les broches seules continuent leur mouvement pendant le temps nécessaire et déterminé à priori.	Le volant continue à tourner sans changer le sens de rotation pendant que le compteur accomplit sa course.	Le compteur, à la fin de sa course, met le levier de la courroie motrice en liberté et fait passer la courroie sollicitée par un ressort sur la poulie voisine, pendant l'engrènement du cône de friction.
III Dépointage ou dévidage des fils des sommets des broches.	Les broches par leur rotation en sens opposé de leur précédent mouvement.	Rotation inverse du volant et abaissement simultané de la baguette, et soulèvement du levier vertical de liaison pour le faire reposer à sa partie inférieure sur la règle.	Le levier de liaison détermine le débrayage de la friction et fait embrayer le manchon de l'arbre des poulies scroles du chariot.
IV Renvidage ou formation de la canette ou busette.	Le chariot par son mouvement rectiligne de retour, les broches par leur rotation dans le même sens qu'à la sortie et la baguette guide-fil.	L'arbre des scroles, par l'embrayage de son manchon, le secteur qui commande les broches et la baguette, dont les déplacements sont guidés par la règle.	Le chariot débraye le manchon de l'arbre du scrole et détermine l'embrayage du manchon des cylindres étireurs et des engrenages de la main-douce. Le métier est alors en position de recommencer de nouveau la première période.

Nous n'avons plus pour compléter ce qui concerne le métier self-acting qu'à indiquer les rapports de vitesse des organes dont il a été question jusqu'ici. Nous avons pris pour exemple le filage d'un des numéros les plus courants.

Vitesses et rapports des transmissions de mouvement des principaux organes des mule-jenny automates pour des nos 30 à 35, chaîne.

ORGANES.	DIAMÈTRE.	VITESSE PAR 1′	DÉVELOPPEMENT.
			m.
Poulie motrice.....	0.40	..... 300 »	»
Broches.....	0.007 — 0.003	$300 \times \frac{470 \times 22 \times 36 \times 262}{150 \times 44 \times 24 \times 28} = 6.600$ »	»
Cylindre de devant...	0.025	$300 \times \frac{34}{120}$ ..... 85 »	6,670
Cylindre de derrière..	0.022	$300 \times \frac{34 \times 25 \times 20}{120 \times 83 \times 50}$ 10 75	0,741
Cylindre du milieu...	0.022	$300 \times \frac{34 \times 25 \times 20 \times 34}{120 \times 83 \times 50 \times 32}$ ... 11 42	0,788
Main-douce.....	»	$300 \times \frac{34 \times 20 \times 19}{120 \times 49 \times 57}$ 11 56	»
Sortie du chariot.....	»	$11,56 \times 3.14 \times 0,200 = 7^m,26$	7,26
Vitesse du volant pendant le dépointage.	0.470	$300 \times \frac{17 \times 18 \times 12}{18 \times 36 \times 66}$ 16 05	»
Vitesse des broches pendant le dépoint.	»	$16,5 \times 22$ ..... 363 »	»
Scrole	Diam. moyen 0.20	$300 \times \frac{17 \times 18 \times 12}{28 \times 36 \times 32}$ 34 14	»
Rentrée du chariot..	»	$34,14 \times 3.14 \times 0.200 = 21^m,44$	21,44

Longueur de l'aiguillée. 1m,60

Durée de la sortie du chariot, $\frac{1,60 \times 60}{7,26}$ . . . . . 13″,5

Durée du dépointage . . . . . 2 ,5

Durée de la rentrée du chariot, $\frac{1,60 \times 60}{21,44}$ . . . . . 4 ,5

Durée totale de l'aiguillée. . . . . 20″.5

Nombre total d'aiguillées, théorique, pour 12 heures de travail $12 \times \frac{3600}{20,5}$ . . . . . 2107 aig.

Poids d'une aiguillée pour n° 30, $500 \times \frac{1,60}{30000}$ . . . gr,0266

Production théorique d'une broche pour 12 heures de travail, $0,0266 \times 2107$. 56gr,05

Admettant que le poids d'une bobine est de . . . 55gr,00

Le temps théoriquement nécessaire pour faire une levée est de $12 \times \frac{55}{56,05}$ . . . . . 11h,47′

Etirage des cylindres, $\frac{6,67}{0,741}$ 9

Etirage du chariot, $\frac{7,26}{6,67}$ 1,09

Etirage total. 10,09

§ 11. — Remarques sur les variations de vitesse des principaux organes des métiers à filer.

Nous devons rappeler que les vitesses de certains organes du tableau sont naturellement variables avec le genre de fils et leurs finesses. Les quantités d'étirage et de torsion changeant avec la trame, la chaîne et les numéros, la durée de la course du chariot et les vitesses relatives des cylindres étireurs ne peuvent rester constantes. A mesure que les titres s'élèvent, la torsion et, par conséquent, le temps de la sortie du chariot augmentent.

La durée totale de la course ou de la confection d'une aiguillée a été trouvée de :

Pour le n° 30 pris pour exemple	20″,5
Pour du n° 40 à 50, elle serait en moyenne de . . .	23 ,0
Pour du n° 50 à 60.	26 ,0
Pour le mule-jenny à la main produisant du n° 60 à 70, elle serait en moyenne de.	28 ,5
Pour le mule-jenny à la main produisant du n° 70 à 80, elle serait en moyenne de.	30 ,5
Pour le mule-jenny à la main produisant du n° 80 à 90, elle serait en moyenne de.	32 ,5

Ces chiffres comprennent la rentrée et la sortie du chariot, la durée de la rentrée reste à peu près constante, comme nous l'avons vu § 8, elle est de 4″,5 à 5 secondes, dans les self-acting, et pour les métiers à la main de 5″,5 à 6″,5, en raison des vitesses.

La durée de la rentrée du chariot pour les métiers self-acting, ne présente donc qu'une différence d'une demi-seconde, tandis que la sortie du même organe en offre une d'environ cinq secondes. Les variations ont lieu à peu près dans le même rapport dans le mule-jenny à la main. C'est cette augmentation de la durée de la sortie d'une part et la diminution de la vitesse des cylindres délivreurs de l'autre, qui permettent d'effectuer la

quantité de torsion augmentant en raison de la racine carrée des numéros. La livraison des cylindres de devant doit donc également être en raison inverse de la racine carrée des titres. Si par exemple, il s'agissait de trouver le nombre de tours à imprimer aux cylindres de devant pour filer du n° 100, sachant que pour du n° 30 les 85 tours indiqués au tableau donnent un résultat convenable, on aura la vitesse pour du n° 100, par la proportion de 85 tours : $\sqrt{30} :: \sqrt{100} : x$ ou $85 : 5{,}5 :: 10 : x$, d'où $x = \frac{550}{10} = 55$ tours, au lieu de faire 85 tours, et la longueur fournie sera réduite proportionnellement.

Le nombre de tours des broches restant le même dans l'unité de temps et la durée de la livraison augmentant, il y a un double élément qui influe sur l'application de la torsion. On arrive pratiquement à régler les vitesses des cylindres et du chariot dans chaque cas, par le choix du pignon de rechange qui détermine d'une part le rapport du mouvement des cylindres étireurs, et de l'autre la modification de la marche dans le chariot.

Réglage de la machine. — Nous supposons tous les organes en place, la tête du métier, les cylindres, le chariot parfaitement nivelés. Celui-ci doit être réglé de manière à se trouver partout parallèle aux cylindres, les broches ayant été d'avance placées en ligne droite, et suivant l'inclinaison convenable. Pour arriver à ce résultat, on fait sortir complétement le chariot à la longueur de l'aiguillée, et on amène la pointe des broches voisines de la tête du métier à la distance voulue des cannelés (on se sert, à cet effet, d'une longue règle, sur laquelle on a marqué un trait) ; puis on fixe le chariot au moyen du crochet de retenue (ce crochet doit entrer avec un peu de jeu dans la pièce d'arrêt fixée au chariot), et on règle à la même distance la pointe des broches situées aux extrémités du chariot, au moyen des cordes-guides. Il est facile de comprendre qu'en serrant l'une ou l'autre de ces cordes, on fait marcher le métier dans un sens ou dans l'autre. Pour les longs métiers, les cordes-guides ne vont souvent que jusqu'au milieu

du chariot, dans ce cas, on règle la pointe des broches du milieu au moyen des cordes de *mains-douces*. Toutes les cordes-guides et les cordes de mains-douces serrées, on rentre complétement le chariot, et l'on vérifie de nouveau avec un calibre si toutes les pointes des broches sont bien à la même distance des cannelés (0,07 à 0,08), alors on place contre le chariot, les tampons d'arrêt près de la tête du métier. Pour les longs métiers, ceux du milieu se fixent à $0^m,005$ du chariot, et ceux des extrémités à $0^m,010$, à cause du fouettage qui se produit par suite de la grande longueur. Pour la sortie du chariot, des équerres d'arrêt sont fixées au montant de chaque extrémité du métier, on les place également à $0^m,010$ au delà de la course de sortie et pour la même raison.

Réglage de l'arbre à deux temps, I. — Cet arbre doit commencer son mouvement un peu avant la fin de la rentrée et de la sortie du chariot. Celui-ci ayant encore 0,02 environ à parcourir pour terminer sa rentrée, par exemple (les broches se trouvent alors à $0^m,9$ du porte-cylindres), la pièce M est fixée (fig. 1, 2, 3, 4, pl. XXXI), de manière que l'arbre de la baguette, supposé réglé, se trouve à la partie supérieure de cette pièce, et que le balancier C soit baissé, alors le goujon *b* doit être au-dessus de la saillie N, et le manchon D_1,D_2 embrayé. On fait ensuite tourner l'arbre d'un demi-tour, et l'on s'assure si ce goujon arrive bien contre la saillie, et si le manchon se trouve complétement débrayé avec un jeu de $0^m,004$ à $0^m,005$; on opère de même pour la sortie. Dans les mouvements du balancier, il faut vérifier si les saillies ne viennent pas toucher l'arbre; en outre, les plans ne doivent pas être plus larges que le diamètre du goujon *b*, pour n'avoir aucune perte de temps et une plus grande précision dans le mouvement de l'arbre B.

Réglage des cannelés. — Le balancier CC, restant baissé, le manchon D_1D_2 débrayé, on embraye le manchon des cannelés RR (fig. 1, 4 et 5, pl. XXXI), au moyen de la fourchette *g*, on tourne ensuite d'un demi-tour l'arbre B, et l'on voit si le manchon RR′ est bien débrayé; on s'assure, en faisant tourner plu-

sieurs fois l'arbre B, si le mouvement est très-doux; on comprend que, pour ces opérations, la commande de B a été interrompue, en enlevant la roue *f* (fig. 1, pl. XXXI); il faut examiner si la fourchette *g* ne porte pas dans le fond de la gorge du manchon RR', autrement elle pourrait brider.

Réglage de l'arbre de la main-douce. — On opère absolument de la même manière. Le balancier CC' (fig. 1 et 4, 5, pl. XXXII) baissé, le manchon DD' débrayé, on fait engrener la roue *n* du balancier L, fig. 1 et 2, pl. XXXIII, avec la roue *p* fixée sur l'arbre de la main-douce; inversement l'arbre B ayant décrit un demi-tour, le balancier doit être levé, et les roues *n*, *p* dégrenées. Si le montage a été bien fait, ces mouvements doivent s'effectuer sans difficulté, autrement il faudrait avoir recours à la lime et s'assurer ensuite de la douceur des mouvements en faisant tourner l'arbre B.

Réglage de la détente de la courroie. — Il en est de même pour le réglage de ce mécanisme, il faut seulement avoir soin que le galet g_1 se trouvant dans l'évidement du plateau *k* (fig. 8 et 10, pl. XXXII), ne porte pas au fond de cet évidement, mais qu'il en soit éloigné de $0^m,002$ environ, le ressort ne devant que presser le talon e_0 contre la partie creuse de l'excentrique de torsion Y. Le contraire doit avoir lieu quand le galet se trouve sur la partie pleine de l'excentrique *k*, il subit alors toute l'action du ressort, tandis que le talon ne touche que légèrement le grand arc de cercle de l'excentrique. La coulisse ménagée dans le levier J_0 permet de régler convenablement le guide-courroie Mo : lorsque le galet *g* se trouve sur la partie pleine du plateau *k*, la courroie doit mordre de $0^m,010$ à $0^m,015$ sur la poulie C_2; quand, au contraire, ce galet est au fond de l'évidement, la courroie ne doit plus toucher la poulie C_1.

Réglage de la friction. — La roue H doit être rapprochée le plus possible de la poulie C_1, sans cependant que les deux cônes puissent se toucher, on s'en assure en faisant tourner C_1 qui ne doit pas même tendre à entraîner la roue H (fig. 4, pl. XXXII), on a soin, en réglant ce mouvement, de mettre un peu d'huile au moyeu de la roue H, pour que l'arbre moteur ne puisse la

faire tourner sans le contact de C_1. On fixe alors le doigt d_1 et le levier z^1 sur l'arbre G^1, en faisant porter la vis de réglage v_1 sur la patte f_2, puis, au moyen de cette vis, on cherche à rapprocher encore la roue H de l'arbre C_1 en évitant le contact avec soin. Pendant tout ce réglage, le galet g est sur la partie pleine k. On tourne ensuite l'arbre B, le galet se place dans l'évidement, et la patte f_2 s'abaisse, on fait rentrer la roue H dans C_1 en appuyant un peu sur z^1 avec la main; les deux poulies doivent alors tourner ensemble et la vis v_3 ne doit pas porter sur la patte f_2.

Réglage du levier z (fig. 1 et 6, pl. XXXII). — Le galet g^1 étant toujours sur la partie pleine de K, on met le levier Z, sensiblement vertical, de manière qu'il porte de $0^m,003$ sur le balancier U, puis g se trouvant dans l'évidement de K, et faisant engrener la friction H, le fond de l'encoche du levier Z ne doit pas toucher le balancier U. Le chariot sorti, on place le galet du levier A′ dans la fourchette K_0 et la tringle T_3 dans le levier A′. On comprime le ressort R, au moyen de la bague b_3. Nous avons vu dans l'explication concernant le dépointage, que la tension de ce ressort ne se règle convenablement que pendant la marche du métier. Les leviers n, m, ainsi que la tringle t et la bielle L en place, et le ressort R_2 tendu, on lève cette bielle L à la main de manière à lui faire occuper sa position après le dépointage (sur le galet q); on sait que le levier Z se retire vers la gauche; il faut alors s'assurer qu'il ne touche plus la pièce U. La fourche K_0 a été placée sensiblement horizontale; et les leviers n, m étant dans des positions analogues à celles données sur la figure, on a réglé la tringle t de manière à relier les deux pièces m, L, et serré le ressort R_2. Si, en relevant la bielle L, la pièce U ne se trouvait pas complétement dégagée, on allongerait la tringle t de manière à augmenter l'angle décrit par les pièces K_0, n, m, ou l'on baisserait le point d'attache de la tringle t avec la bielle L.

Il faut avoir soin que dans ces mouvements, le galet de A′ ne vienne pas porter dans le fond de la fourche K_0.

Bielle L, *réglage de la baguette.* — La règle et les platines

fixées, on place la bielle sur le galet q, on fixe le levier M sur l'arbre de la baguette. La bielle, dans cette position, doit se trouver sensiblement verticale, on la fait sortir plusieurs fois du galet q, pour s'assurer que son mouvement est très-libre, les deux pièces M L pouvant se brider, comme dans toute articulation, ce qui serait un grave inconvénient, la baguette monterait alors par secousses. Les platines étant à leurs points de départ, points toujours repérés, c'est-à-dire la règle étant le plus haut possible, on amène poussant le chariot, le galet q' au sommet de la règle, et en ce point on règle le guide-fil de la baguette à une distance de $0^m,010$ à $0^m,015$ du porte-collet ; cette distance est donnée d'avance. On abaisse pour cela le rabat-fil, jusqu'à ce que le guide-fil vienne toucher un calibre reposant sur le porte-collet et de $0^m,010$ à $0^m,015$ de hauteur. On se sert souvent pour cette opération d'un pied à coulisse, d'une épaisseur convenable. On relève la baguette, et on règle les buttoirs P′ de manière que la baguette se trouve à une hauteur de 0^m185 environ, au-dessus du porte-collet. On prend avec le pied à coulisse cette distance qui n'est pas absolue, elle dépend de la longueur des broches et de leur inclinaison, mais, en général on a intérêt à mettre la baguette le plus près possible de la pointe des broches, et il ne faut laisser que la distance strictement nécessaire, pour que le fileur puisse prendre les fils cassés ; cette distance est de $0^m,015$ à $0^m,02$ au-dessus de la broche.

Réglage de la chaîne de dépointage et des roues à rochet. — La baguette relevée, on place le levier G′, et le levier i étant sensiblement vertical, on passe la chaîne sous le galet l en la laissant un peu lâche. On met la bielle L_1 sur le galet q, le levier i s'incline vers la gauche, et il faut s'assurer que ce mouvement du galet détend un peu la chaîne. Ce réglage se fait lorsque la machine est en marche, suivant la position du levier G et son rayon. On comprend qu'on aura à l'origine de l'abaissement de la baguette une vitesse plus ou moins grande pour cette dernière. Il est convenable que cette vitesse soit grande au commencement et faible à la fin, aussi faut-il tou-

jours placer le levier G au-dessus de l'horizontale ; quant à son rayon, il dépend encore de l'excès de chaîne et du détour. On a intérêt à augmenter le rayon du levier G et à diminuer l'excès de chaîne. Quant au cliquet, on le place, la baguette relevée, de telle sorte que le nez le plus court, *n*, s'appuie contre lui tandis que l'autre est contre le buttoir ; seulement il faut s'assurer que l'excès de chaîne donné n'est pas trop grand, c'est-à-dire que le dépointage est fini avant que le nez *m*, repris par le cliquet, vienne reposer sur le buttoir.

Le cliquet dégrené doit être à une distance telle de la roue à rochet, qu'il ne puisse jamais toucher les dents du rochet. Ce résultat est obtenu par l'action du ressort.

Le même principe s'applique au cliquet du barillet ; car il arrive souvent que le chariot, quoique maintenu par son crochet, fait un petit mouvement vers le porte-cylindres pendant le dépointage, mouvement qui tend à engrener le cliquet ; il faut par conséquent lui laisser beaucoup de jeu.

Réglage du manchon d'embrayage des scroles. — Le chariot sorti et les crochets de retenue O fixés, dans la pièce d'arrêt *c*, et le levier ZZ′ au dépointage, on fixe le levier *v* de manière à être tout près des crochets, et l'on tend le ressort R, en s'assurant que le levier ne soulève pas les crochets. Le balancier L, l'arbre à deux temps et le levier ZZ′ étant dans la position qu'ils occupent pendant le renvidage, la tringle N_1 s'abaisse et vient reposer sur le goujon J_1 du levier G_1 G_2. On embraye le manchon M, M′, et on fixe la fourchette F, en soulevant la tringle de manière que l'effort du ressort R ne porte plus sur le goujon J_1, mais bien sur le manchon M, M′. En revenant à sa première position, ce manchon doit se trouver débrayé avec un jeu de $0^m,010$ à $0^m,015$.

Réglage de la marche de la baguette pendant le renvidage, et de son déclanchement. — Lorsque le chariot ne se trouve plus qu'à $0^m,02$ environ du bout de sa course de rentrée, on mesure la hauteur du guide-fil au-dessus du porte-collet, cette hauteur dépend de celle du premier cône de la bobine. Elle est ordinairement de $0^m,050$ à $0^m,055$. La règle et

les platines sont à la position correspondante à la première aiguillée. Dans le cas où la hauteur ne serait pas convenable, il faudrait toucher à la platine de derrière. En ce point du chariot l'équerre fixe P est réglée (fig 6, pl. XXXI) de manière que la bielle L soit sur le point de quitter le galet *q*. Cette position est souvent changée pendant la marche de la machine, soit que le déclanchement se produise trop tôt et occasionne des vrilles, soit, au contraire, trop tard, ce qui donne des échancrures, des coupures et quelquefois la rafle, c'est-à-dire une rupture générale.

Réglage de la contre-baguette. — On commence par placer la contre-baguette à une même distance au-dessus du porte-collet, 0^{m},16 ordinairement, la baguette étant relevée, au moyen des chaînes *h h'* (fig. 13, pl. XXXI). Une aiguillée de fil étant faite, on opère le dépointage à la main et on règle les poids des leviers de manière que la contre-baguette, opérant sa tension sur les fils, se trouve partout à la même hauteur. On renvide, et au moment où la baguette est sur le point de se déclancher, on abaisse la contre-baguette au moyen de l'appareil cité (fig. 17, pl. XXXII). A la seconde aiguillée, on abaisse à la main la baguette jusqu'à ce qu'elle touche les fils, et alors on règle la longueur des chaînes *h*, *h'* de manière que la contre-baguette vienne saisir les fils au même moment.

Passage des cordes. — Celle qui commande les broches doit faciliter le mouvement du chariot pendant la sortie, c'est à cet effet qu'elle est ordinairement passée, comme nous l'avons indiqué précédemment.

Cordes des scroles. — On les place, le chariot étant sorti, et on les tend le plus possible. Ces cordes étant neuves, se détendent bien vite, on est obligé pendant quelques jours de les resserrer de temps en temps. Il faut avoir soin aussi que les courbes des scroles se correspondent bien dans la marche du chariot. Les points de départ des cordes sur chaque scrole doivent se trouver distants l'un de l'autre d'une demi-circonférence, puisque l'une de ces cordes passe en-dessus et l'autre en-dessous. Souvent la corde qui mène le chariot pendant le

renvidage, se fait en deux parties réunies par un lien ; c'est une bonne précaution, car, s'il se produit un dérangement dans la machine, ce lien se casse dans beaucoup de cas, et l'on évite la rupture des pièces.

§ 12. — Principaux inconvénients qui peuvent se produire dans le métier automate.

Rafle au filage. — Le balancier se relève, l'arbre à deux temps fait son mouvement, les cannelés et le chariot s'arrêtent, mais la torsion continue et les fils se coupent ; c'est pour éviter cet inconvénient que le ressort R est fixé à une équerre, qui vient appuyer contre le balancier C, C_1 et le maintient dans chacune de ses positions (fig. 3, pl. XXXII). Le chariot arrivant au bout de sa course, la partie C_1 du balancier ne s'abaisse pas, alors les cannelés tournent toujours, et le chariot continue à marcher, la corde de main-douce casse, le fil s'amasse à la pointe de la broche et la rafle se produit ; même accident si l'arbre à deux temps ne produit pas son mouvement, soit qu'il se trouve bridé ou que la courroie ne morde pas assez sur la poulie C_2, ou qu'elle se trouve retournée sur le bord qui regarde cette poulie.

Rafle à la torsion. — Si l'excentrique Y se dégrène, la torsion continue toujours et l'excès de cette action occasionne encore la rafle.

Détour. — La courroie restant sur la poulie fixe C_4 contrarie le détour, et alors la friction *grogne*. La chaîne de détour peut casser et les baguettes ne pas s'abaisser, le détour continue. Si le plateau de détour fonctionnait mal, que le cliquet ou dent de loup se dégrènât, il en résulterait également la même conséquence, c'est-à-dire la rafle.

Accidents au renvidage. — Si la courroie touche un peu la poulie, C_4, les broches reçoivent leur mouvement avant le barillet, les fils se coupent et la rafle a lieu au serrage.

Coupures, rafles et vrilles. — Elles sont la conséquence de

diverses causes. Les vrilles se produisent pendant le filage, si le chariot n'a pas assez de tirage, il y a également comme conséquence de ce défaut la formation des *bouquets* ou enroulement sur la pointe des broches pendant la torsion supplémentaire. Une trop grande inclinaison des broches, une inégalité de hauteur de la contre-baguette, déterminent également les vrilles et des bobines molles; ce dernier inconvénient peut aussi provenir d'une tension insuffisante de la contre-baguette. Une tension trop forte, au contraire, de celle-ci, ou si elle ne décroche pas assez vite, si elle est bridée, ou marche par secousses, par suite d'un mauvais réglage, produit des coupures, des rafles et même encore des vrilles; l'écrou du secteur placé trop haut donnera également des vrilles au renvidage, de même que la rafle ou les coupures peuvent être le résultat de l'écrou placé trop bas ou de l'immobilité du rochet de la règle, dont la conséquence est la formation d'un bourrelet par la superposition du fil au même point. Il y a parfois certaines bobines seulement qui se font mal, un desserrage des rabat-fils peut en être la cause.

On jugera de tout ce que la conduite de ces machines a de délicat par l'énumération succincte des diverses causes des défauts qui peuvent se présenter à chaque instant.

§ 13. — De ce qu'on entend par les différents systèmes de métiers renvideurs.

Leurs organes, leur manière de fonctionner et leur but restent immuables dans toutes espèces de métiers à filer automates. Ce que l'on désigne généralement et improprement sous le nom de *systèmes*, ne représente que des modifications dans les transmissions de mouvement de telle ou telle partie du métier.

Les mécanismes de la commande, des cylindres cannelés, de la sortie du chariot, de la rotation alternative dans les deux sens opposés des broches, restent à peu près constants, et sont,

en général, exécutés par tous les constructeurs conformément aux descriptions précédentes du métier *Parr-Curtis*. Les modifications portent surtout sur les moyens de faire fonctionner la baguette et la contre-baguette, c'est-à-dire d'opérer le dépointage, sur la forme et le fonctionnement du secteur et des éléments qui s'y rattachent, et enfin sur la disposition de la partie de la commande qui a pour but d'imprimer, de transformer ou de suspendre avec la plus grande précision chacun des mouvements voulus, et autant que possible sans choc ni perte de temps, aux moments désignés à chaque organe pour l'accomplissement de sa fonction respective. C'est, par conséquent, le mécanisme qui détermine et règle les changements de mouvements et leur passage d'une période d'action à l'autre.

Le système automatique le plus anciennement répandu, le premier qui ait été établi sur une grande échelle, est connu sous le nom de ses constructeurs Sharp et Roberts ; il différait surtout de celui de Parr-Curtis par le mécanisme distributeur. Au lieu de se composer d'un arbre à deux temps, c'est un arbre à quatre temps qui répartissait les mouvements. Ce premier self-acting, dont l'invention remonte à 1825, s'est fait adopter assez rapidement, car, vers 1832, on comptait déjà près de 400,000 broches en Angleterre. Les métiers de ce système pour filer la chaîne étaient de 360 broches environ et de 480 lorsqu'ils étaient destinés aux fils de trame.

Plusieurs constructeurs ont modifié le métier Sharp-Roberts, un des principaux constructeurs de Rouen a imaginé un arbre à rainures et des roues coniques pour transmettre le mouvement aux broches. Il a également modifié le mécanisme qui relie la règle à la baguette, par un système de levier analogue à celui du Parr-Curtis. Enfin, sa règle porte à l'extrémité antérieure une partie articulée qui vient reposer sur une troisième platine, dite *de dépointage*, permettant de mettre l'abaissement de la baguette en rapport avec le détour des broches. En outre, son secteur est formé d'une courbe qui donne aux broches, pendant le renvidage, un mouvement plus régu-

lier. Il existe d'autres systèmes de renvideurs, dans lesquels le passage d'une période à une autre s'opère au moyen de balanciers ou de brides. Les diverses modifications acquises à la pratique ont été réalisées principalement par les maisons de construction les plus importantes, celles de MM. Schlumberger, Kœchlin, Grün, Danguy de Rouen, la société des ateliers de construction de Bischwiller, etc. Les perfectionnements réalisés par la maison Danguy l'ont été avec la coopération d'un ancien ingénieur aussi modeste qu'habile industriel, M. Peynaud père. Nous allons analyser les points qui ont depuis longtemps déjà fait l'objet de ses études, nous reviendrons ensuite sur certains détails des autres constructeurs.

§ 14. — Mule-jenny automate de M. Peynaud.

Dès 1851, ce filateur se fit breveter pour diverses modifications. Comme le nom de M. Peynaud n'a été cité nulle part, pas même dans les rares écrits sur cette matière qui paraissent avoir profité de ses recherches, si l'on ne s'est pas rencontré dans les mêmes idées dix ans après lui, nous nous faisons un devoir d'analyser aussi exactement que possible les divers points que M. Peynaud a cherché à améliorer :

1° On sait que l'inclinaison indispensable des broches détermine une différence de niveau dans le fil, au départ du chariot, entre le sommet des broches et la tangente passant par la circonférence du cannelé ; il en résulte une livraison lâche de cette partie de l'aiguillée, et, par conséquent, une torsion qui diffère de celle appliquée au fil sur le reste de la course du chariot. Pour remédier à cet inconvénient, l'auteur a placé sur la poulie de la transmission dite *main-douce*, ou *mène-doux*, un excentrique I (fig. 3, pl. XXXIV) afin d'imprimer au chariot une vitesse plus grande à sa sortie que sur le reste de son parcours.

2° L'objet qui a le plus exercé la sagacité des mécaniciens est la construction du secteur chargé de transmettre aux bro-

ches une vitesse proportionnelle aux divers diamètres de la canette conique et de maintenir le fil sous une tension constante pendant le renvidage. A cet effet, M. Peynaud a imaginé un secteur B, d'une forme excentrique variable avec l'inclinaison de sa tige, il est parvenu ainsi, l'un des premiers, à préciser une action variable des plus délicates.

3° Il a également modifié le mode de traction de la chaîne qui fait monter l'écrou du secteur. Cette chaînette *h*, agissant sur la poulie D, au lieu d'être pincée par un contre-poids, fait un tour mort autour de la gorge de la poulie D, placée sur l'axe du petit tambour. Lorsque la contre-baguette s'abaisse, elle fait osciller par son excentrique *u* le levier V, dont l'extrémité inférieure, placée dans la gorge de la poulie, engrène celle-ci avec le petit tambour. Cette disposition a pour but de moins fatiguer le fil que celle du poids, qui, à un moment donné, venait s'ajouter à celui de la contre-baguette. Elle règle également avec une précision plus grande la marche de l'écrou, dont le déplacement doit varier en raison de l'augmentation du diamètre de la canette.

4° Il a cherché à assurer un parallélisme constant entre les cylindres cannelés et le chariot en marche, en se servant de crémaillères dentées proposées préalablement déjà. Mais au lieu de les appliquer sur le sol où elles sont bientôt encrassées et hors de service, il les a placées sur le bâti du métier. Il a disposé, à cet effet, un arbre horizontal sur toute la longueur du chariot, cet arbre porte trois pignons, un à chaque extrémité et le troisième au milieu; trois crémaillères dentées, parallèles entre elles, engrènent avec ces pignons. Ces transmissions dentées remplacent les cordes de conduite, et présentent par suite les avantages et les inconvénients de la substitution de ces sortes de commandes aux cordes. L'avantage de ce mode d'action pour les chariots est en effet controversé. On lui reproche de n'être pas *assez élastique*, de ne pas permettre certains mouvements de lacet d'une machine aussi longue. Cette critique n'est pas sans valeur, lorsque les métiers ne sont pas exécutés avec toute la précision voulue. Dans le cas contraire, il n'est pas

démontré que l'inconvénient soit sérieux, l'on peut invoquer à l'appui de la convenance de cette disposition toutes les machines de ce genre qui fonctionnent bien dans diverses filatures.

5° Afin de remédier aux efforts brusques que subissaient les engrenages pour opérer le détour et amoindrir le bruit désagréable résultant de certains changements de mouvements, M. Peynaud a établi un mouvement de retard dans le rapprochement des plateaux de la friction de détour. A cet effet, le galet G d'engrènement de la friction F (fig. 3) agit par un seul plateau excentrique E, qui par sa forme, force la friction à se détendre immédiatement, tandis qu'au contraire la pression lui est imprimée par un ressort R'' retenu dans son mouvement de tension par une roue à rochet K'', par l'intermédiaire des leviers K, K'. Cette roue marchant continuellement, commandée par la vis sans fin V, engrenant avec la roue V', permet au ressort d'agir progressivement.

6° Le mouvement de l'arbre des anciens métiers et arbres à quatre temps a été à son tour l'objet d'une modification, dans le but de tendre le ressort par un organe, étranger à l'action de l'arbre lui-même, et sans le secours d'aucun taquet, dont l'usure irrégulière rendait l'ancien mouvement d'un usage peu sûr. La disposition spéciale adoptée par M. Peynaud est également représentée (fig. 3, pl. XXXIV). Elle consiste dans un ressort à boudin J, avec un remontoir constant placé sur l'arbre à quatre temps *t*. Ce ressort J est tendu ou remonté par l'arbre du compteur *q* et un arbre R. Il se détend d'un quart de tour à chaque mouvement de son arbre, au moyen de la transmission des roues d'engrenage S et S', la première placée sur l'arbre R, la seconde fixée au ressort, sur l'arbre à quatre temps *t*. La roue S', dans son action, tend le ressort, dont l'une des extrémités est solidaire avec l'arbre à quatre temps, qu'il fera marcher toutes les fois que son heurtoir ou cheville l'aura mis en liberté.

7° Pour mieux assurer l'égalité de tension du fil au renvidage et ne pas permettre au cliquet du rochet du barillet de

passer plusieurs dents à la fois, le barillet est muni d'un frein agissant sur l'encliquetage du tambour de commande du renvidage. Ce frein H presse la poulie à sa circonférence munie d'une petite rainure où passe l'étoquiau du cliquet. Il résulte de cette disposition que chaque fois que le chariot rentre, le frein maintenant la poulie P en place, le cliquet tombe dans la roue à rochet, et assemble le barillet avec le rouage de l'arbre des tambours.

8° Enfin le mécanisme du dépointage a dû nécessairement être étudié par l'habile filateur qui s'est préoccupé des divers points que nous venons de mentionner. En effet, cette partie du métier a été modifiée dans le but : 1° de donner à la baguette un abaissement proportionnel au détour pendant toute la confection de la bobine ; 2° de mettre la levée de la baguette, au moyen d'un déclanchement, en rapport avec l'état d'avancement de la bobine, pour éviter les coupures et les boucles de fil qui peuvent se présenter dans l'empointage.

Ces modifications sont indiquées en détails par la figure 4, pl. XXXIV. La première, concernant l'abaissement progressif de la baguette, consiste dans un troisième calibre X appliqué à la règle V′ sous son encoche Y. L'encoche, de fixe qu'elle était, devient alors mobile, et reçoit un abaissement graduel en raison du chemin parcouru par ce calibre X sur lequel elle est appuyée.

Le mécanisme du déclanchement pour guider la levée de la baguette est représenté dans la même figure. Une tige verticale P à rainure y reçoit le galet *g* qui repose sur la règle. Ce galet est lui-même fixé à l'extrémité d'un levier M, *g*, et devient solidaire de la baguette lorsque celle-ci, en se levant, le laisse entrer dans l'encoche du bas de la rainure Y. A cet instant, le balancier opère son mouvement d'abaissement à l'aide de l'équerre articulée NN de la tringle Q, dont les deux extrémités également en équerre se fixent l'une à la branche N et l'autre au balancier par une tige verticale. Grâce à cette disposition, la pièce P, munie d'un excentrique L à son extrémité infé-

rieure, vient butter sur le heurtoir, et déclanche la baguette à une distance des cannelés qui va en se réduisant jusqu'à ce que la bobine soit terminée.

Nous pensons que cet exposé des diverses modifications faites au self-acting par M. Peynaud, il y a plus de vingt ans, justifie pleinement l'appréciation placée en tête de ce paragraphe sur la valeur des travaux de cet industriel. Elle prouve qu'il a été l'un des premiers à analyser rationnellement les causes des principaux défauts du self-acting, et à y apporter des remèdes qui attestent chez leur auteur autant de connaissances mécaniques générales que d'expérience et d'habileté dans la filature. Les recherches de M. Peynaud ont d'autant plus de valeur, qu'elles ont abouti à des applications pratiques, faites soit par lui, soit par différents constructeurs.

§ 15. — Roller-motion, disposition spéciale de M. H. Schlumberger.

La maison Schlumberger, comme nous l'avons déjà dit, s'est de son côté constamment efforcée de perfectionner le métier automate dans les diverses parties qui laissaient le plus à désirer. L'une de ces modifications consiste dans la disposition spéciale destinée à réaliser le mécanisme désigné par les Anglais sous le nom de *Roller-motion*. Ils nomment ainsi le moyen par lequel les cylindres étireurs continuent à tourner à la rentrée comme à la sortie du chariot, et par conséquent, à fournir de la mèche pendant le renvidage du fil. Le but de cette manière de procéder est d'obtenir plus de régularité dans le fil et, toutes choses égales d'ailleurs, une certaine augmentation dans la production, toujours variable avec la finesse du fil. Le résultat obtenu par les premières applications de ce système n'a pas suffi pour le faire adopter pratiquement ; la maison Schlumberger a imaginé avec raison un mouvement variable suivant une certaine loi, pour faire rendre au roller-motion les avantages désirables. Celui-ci doit en effet re-

médier aux diverses causes de l'inégalité de tension et d'irrégularité qui se présentent pendant la formation du fil. Ces causes sont d'origines différentes, nous avons déjà vu celle résultant de l'inclination des broches. Le refoulement ou espèce de déplacement de la torsion provenant de la pression des baguettes et contre-baguettes lors du dépointage, qui rejette en arrière la torsion de la petite longueur comprise entre les points d'application des baguettes et l'entrée des cylindres, est une seconde cause d'irrégularité de la répartition du tors. En continuant à fournir de la mèche, on a eu pour but de neutraliser et d'utiliser l'effet du refoulement et d'uniformiser la distribution des hélices sur l'aiguillée, grâce à cette addition de mèche. Avec les métiers mule-jenny ordinaires pour la production des fils fins, où l'on peut modifier un peu la marche du chariot, la livraison de la mèche supplémentaire pendant l'étirage peut produire de bons effets, même avec la commande constante des cylindres mus par une transmission qui leur est propre. Mais lorsqu'il s'agit du système automate, la constance du mouvement des cylindres en présence du déplacement du chariot est une nouvelle cause d'irrégularité de la torsion, la partie tordue non renvidée à laquelle vient s'ajouter la mèche non tordue allant constamment en diminuant de longueur. On a cherché à corriger cet effet en faisant dépendre la commande des cylindres de la marche du chariot lui-même ; cette commande est opérée par un mouvement différentiel décroissant entre la vitesse des cylindres et celle du chariot.

Une fois le principe fixé, l'application varie : elle peut se faire par des excentriques dentés, ou par des scroles à rainures de diamètres différents; plusieurs dispositions sont indiquées. On doit remarquer que pour la détermination des vitesses relatives de cette commande, ou la loi du mouvement décroissant à effectuer, il faut prendre en considération : 1° la distribution réelle ou pratique de la torsion de l'aiguillée faite ; 2° l'effet plus ou moins sensible de l'action du refoulement ; 3° la durée ou le temps nécessaire à la torsion. Ce qui

veut dire, en d'autres termes, que le calcul théorique *à priori* peut servir de guide, mais serait impuissant si on ne lui venait en aide expérimentalement.

Voici d'ailleurs l'un des moyens par lesquels on lie le mouvement des cylindres à celui du chariot. La figure 1, pl. XXXV, est un profil, simulant le chariot et la commande des cylindres. L'organe principal de la transmission est un scrole *dh* à double gorge, dont l'arbre transmet le mouvement aux cylindres étireurs *c'c''* par l'entremise des roues d'engrenage ponctuées KK'K'' et la roue à rochet avec son cliquet.

Une corde attachée au chariot *b* embrasse la poulie à gorge *e'* placée sur l'extrémité du bâti opposé à la têtière, et vient se fixer par l'autre bout sur l'une des gorges du scrole *dh*. Une *contre-corde* va directement du chariot autour de la seconde rainure du scrole. Lorsque le chariot sort, la corde *e'* s'enroule; au moment de sa rentrée elle est complétement enroulée; son déroulement s'effectue alors de la petite à la grande gorge. L'étirage supplémentaire est donc dépendant du mouvement du chariot; tout en régularisant la torsion, il peut en même temps contribuer à augmenter la production toutes les fois que la quantité de torsion peut être réduite à un minimum comme pour les fils de trame en général. La torsion imprimée à l'aiguillée avant le renvidage se répartit alors sur un supplément de longueur de mèche sans exiger une augmentation de durée dans le travail. Il en est de même dans le filage des laines. Dans la production des fils de chaîne en coton qui ont besoin d'une torsion maximum, l'avantage du rendement est moins sensible par l'application du roller-motion; mais tout en régularisant la torsion, il ne faut pas perdre de vue la bonne confection des bobines et l'importance de bien régler l'envidage de façon que la tension reste constante pendant toute sa durée. Dès que ces relations varient, il faut avoir recours à un système de renvidage modifié.

MM. Schlumberger indiquent dans leur brevet plusieurs dispositions que nous ne reproduisons pas ici, ne pouvant

donner qu'une application pour faire comprendre le plus ou moins d'efficacité des modifications de ce genre.

Régularisation de l'envidage par le secteur modifié. — MM. Schlumberger ont imaginé un moyen précis et ingénieux pour opérer le renvidage à tension régulière lors même que les quantités de fils livrées ne sont pas proportionnelles aux mouvements du chariot à sa rentrée. Le mécanisme qu'ils ont fait breveter à cet effet en 1861, est représenté fig. 2, pl. XXXV. Au bâti est fixé le centre d'un levier m portant la vis de renvidage, l'écrou n et sa chaîne o. A l'extermité de ce levier m est articulé un deuxième bras p dont la partie inférieure est reliée au chariot par un troisième levier. Au point d'intersection de ces deux leviers est fixé un galet r qui chemine sur une courbe conductrice s, attachée au sol. Le chariot à sa rentrée lors de l'envidage agissant sur le levier p, celui-ci actionne à son tour le bras du secteur, et fait décrire à son extrémité supérieure un arc, y. La forme et les ondulations de la courbe s déterminent à chaque point de la rentrée du chariot la position des trois leviers et règle le développement de la chaîne.

Cette courbe sur laquelle roule le chariot en rentrant doit donc être tracée de façon que le mouvement imprimé aux broches absorbe non-seulement les longueurs égales au chemin parcouru par le chariot mais encore celles délivrées par les cylindres étireurs. Si vers la fin du renvidage, l'action de la courbe devenait insuffisante pour opérer le serrage de la bobine, le troisième levier q prolongé au delà du galet r porte un doigt tendeur réglable dans une coulisse o et presse par dessous la chaîne de la quantité voulue. Ce doigt tendeur remplit les fonctions du nez des secteurs ordinaires. Il est facile de démontrer par un tracé des plus simples, que si la courbe du chemin est convenable, l'envidage aura lieu d'une façon telle que, le développement représenté par le nombre de tours des broches et le chemin parcouru par le chariot dans le même temps auront une égale longueur, et que chaque partie de ce parcours sera

commandée par un même développement de chaîne, grâce à la disposition du galet r, dirigé par le chemin courbe s, du chariot.

§ 16. — Modifications des transmissions de mouvement du chariot.

Entre autres perfectionnements réalisés dans le self-acting, MM. A. Kœchlin ont cherché à remédier à l'inégalité de tension de la corde, signalée précédemment. La disposition qu'ils ont imaginée est représentée dans les figures 3, 4, 5 et 6, pl. XXXV. La première donne un profil de la commande modifiée de la corde, les autres sont des détails nécessaires de la modification qui nous occupe.

A (fig. 3) est la poulie spirale ou scrole, sur la douille de laquelle sont fixés des anneaux a', pour arrêter par des nœuds les extrémités des cordes.

B, poulies de renvoi à gorge, fixées aux deux points extrêmes du métier ; elles servent à diriger les cordes de rentrée et de retenue.

C (fig. 4, 5 et 6), support en fonte, fixé contre le montant du châssis du chariot ; le barillet enrouleur sur lequel vient se fixer la corde de rentrée peut glisser dans ce support.

D (fig. 3), support dans lequel peut glisser le barillet enrouleur de la corde de retenue. Ce support en fonte a également son point d'appui contre un montant du chariot.

E, équerre en fonte, ajustée et glissant dans la pièce C, portant le tourillon 2 (fig. 4 et 5), sur lequel sont ajustés le barillet enrouleur et le tourillon 3 du cliquet d'arrêt (fig. 5).

L'équerre E, fondue avec cette pièce, porte une cheville-tourillon sur laquelle sont enfilées des rondelles en caoutchouc formant ressort.

E', équerre semblable à la précédente, remplissant le même but pour la corde de retenue.

G, barillet enrouleur portant une roue à rochet, dont les dents reçoivent le cliquet. L'extrémité de la douille de ce ba-

rillet porte un anneau pour recevoir la corde. Une partie extrême carrée, venue à la fonte avec cette douille, sert à recevoir la clef à fourche au moyen de laquelle s'opère à volonté la tension de la corde, en faisant tourner le barillet sur son tourillon, et en forçant la corde à s'enrouler plus ou moins sur le corps de la douille.

Il y a un second barillet H, semblable au premier et disposé de même pour servir à la corde de retenue.

II, rondelles en caoutchouc vulcanisé enfilées sur la cheville de la pièce E, séparées entre elles par des platines circulaires en fer. Ces rondelles sont disposées et calculées de façon à se comprimer entre elles, et par suite à permettre au traîneau E de glisser en arrière quand la tension de la corde de rentrée dépasse l'effort pour lequel elle a été réglée, en la ramenant à sa position primitive dès que ce surcroît de tension a cessé.

KK, rondelles en caoutchouc disposées comme les précédentes et servant à agir sur la corde de retenue. C'est, on le voit, un véritable régulateur de tension des cordes que les constructeurs ont cherché à établir, son efficacité dépend évidemment de la précision de l'exécution, et la permanence de ses effets, de la constance de l'action des disques élastiques ; l'appareil est d'ailleurs disposé de manière à pouvoir changer les pièces en caoutchouc lorsqu'elles viennent à s'user.

§ 17. — Système de débrayage de l'arbre à cames, par MM. Platt.

L'arbre moteur chargé de donner et de suspendre les principales fonctions du métier, dit *arbre à cames* ou *arbre à deux temps* dans le système Parr-Curtis, et *arbre à quatre temps* dans la plupart des autres métiers, a été à son tour l'objet de bien des études et modifications, afin d'assurer l'accomplissement des mouvements et leur arrêt aux moments précis, de la façon la moins brusque et sans crainte de dérangement et d'irrégularité dans la marche des organes. L'un des derniers per-

fectionnements exécutés par la maison Platt, dans cette partie importante de la commande du métier, est représenté en plan dans la figure 1, pl. XXXIV. Il a pour but d'opérer l'embrayage et le débrayage du mouvement de l'arbre à quatre temps au moment voulu ; a est l'arbre principal portant les poulies motrices ; le même arbre a reçoit une roue dentée b engrenant avec une seconde c. Cette dernière est folle sur l'arbre à cames d. La roue c, qui tourne constamment, porte en saillie une demi-boîte à embrayage à dents e; l'autre partie e' de ce manchon embrayeur est susceptible de prendre un mouvement de translation sur l'arbre d tout en tournant avec cet arbre auquel elle est reliée par deux clavettes fixes. Cette partie e' du manchon est munie d'un plateau f pressé dans la direction de la roue c et de la partie opposée e du manchon par un ressort à boudin g, tendant par conséquent à faire engrener les deux demi-manchons. Ce plateau f, représenté de face dans la figure 2, est muni de quatre parties h formant des angles dans l'épaisseur de l'anneau de la circonférence ; l'un des côtés i de ces angles est pratiqué dans la direction du rayon, et celui du côté adjacent est également courbe et indiqué en k, fig. 1. Une goupille l, dont on voit la projection horizontale ponctuée, portée à l'extrémité d'un balancier m, m_1, peut entrer et sortir dans les intervalles h du plateau, comme le montre le détail de la figure 2. Lorsque la goupille a la position indiquée dans ce détail, le manchon est désembrayé et le ressort g comprimé ; dans le cas contraire, lorsque la goupille l se dégage par le mouvement du balancier dont elle termine l'une des extrémités, l'action du ressort g n'étant plus empêchée, elle pousse les dents du demi-manchon e dans celles qui lui correspondent sur l'autre partie e : le mouvement de l'arbre a est ainsi déterminé. Bientôt le manchon en tournant reçoit la goupille l dans l'encoche suivante, et il est de nouveau désembrayé. Le mode d'action alternatif de la goupille l, c'est-à-dire le moyen par lequel elle entre et sort au moment voulu dans les encoches ou vides h reste à indiquer ; cette goupille l est assemblée sur une extrémité de l'un des bras du balancier m, m', se mou-

vant autour d'un tourillon au milieu de sa longueur (la figure 1 n'en donne que la projection horizontale) ; l'autre extrémité du bras porte une entaille ou espèce de gorge dans laquelle vient entrer un galet *o* d'un levier oscillant *p* (fig. 5). Lorsque ce levier *p* reçoit une action, elle est transmise au galet et par suite au balancier et à la goupille *l* ; si le bras du balancier opposé à celui de la goupille est soulevé, ce dernier s'abaisse et la goupille avec lui, elle sort par conséquent du plateau *f*, laisse agir le ressort pour effectuer l'embrayage et la rotation de l'arbre. L'action du galet *o* venant à cesser, le balancier reprend la position précédente, la goupille s'engage de nouveau dans le vide, suivant *h* par la rotation du manchon ; il en résulte un nouveau débrayage et une nouvelle suspension de mouvement incombant à l'arbre *d*. Quant à l'action motrice qui détermine les effets du levier *p* et du galet *o*, elle provient du chariot lui-même ; des leviers adaptés à celui-ci viennent atteindre la transmission *p*,*o* à des instants déterminés. Ces embrayages et débrayages doivent se réaliser progressivement et sans choc ; c'est à cet effet que le côté *k* des encoches présente une légère courbure. La perfection dans la réalisation de ces divers mouvements gît dans l'imitation exacte de l'action graduée à laquelle tendent les fileurs les plus habiles dans la conduite du chariot du mule-jenny à la main.

§ 18. — Divers systèmes de métiers continus.

Nous rangeons dans la catégorie des métiers continus ceux qui, d'après l'exposé du paragraphe 1 de ce chapitre, réalisent simultanément l'étirage, la torsion et le renvidage. Le nombre de tentatives faites pour arriver à un métier de ce genre pouvant produire les fils fins pour trame, aussi bien que les gros fils pour chaîne, est considérable ; leur développement est cependant jusqu'ici relativement restreint. Ne pouvant reproduire toutes les dispositions, nous nous sommes arrêté aux principales, à celles qui diffèrent le plus entre elles, et qui for-

ment en quelque sorte autant de types, parmi lesquels un métier continu quelconque produit jusqu'ici retrouvera son semblable.

§ 19. — Métier continu de MM. Higgins et Whitworth.

L'élément caractéristique de ce métier qui rentre par sa disposition dans le type des continus ordinaires consiste surtout dans la disposition de la broche et de l'ailette; celle-ci, d'une forme spéciale, reçoit une commande directe indépendante de celle de la broche. Cette dernière, commandée par le fil fait lui-même, remplit les fonctions de bobines, comme dans les métiers mule-jenny. Tout le système, ailette et broche, a été modifié dans sa construction, de façon à alléger le mouvement de la première et à pouvoir imprimer une vitesse plus grande aux deux éléments; au lieu d'avoir une direction verticale, les broches sont disposées suivant un plan incliné de chaque côté du métier, chacune d'elles est munie d'un régulateur de tension spécial, pour corriger autant que possible les effets de sa variation, résultant de celle du diamètre de la bobine. Voici, d'ailleurs, la description générale du système :

La figure 6 est une élévation du métier, et la figure 7, planche XXX, une coupe verticale d'une broche isolée sur une plus grande échelle. Cette broche *a* est montée à son pivot inférieur dans une crapaudine *b*, placée dans une traverse *c*. Une autre traverse *d* parallèle à la première et un peu au-dessus, forme le chariot, et reçoit un tube *e* dans lequel passe la broche qui n'est en contact avec le tube qu'à une certaine partie de sa hauteur *e'* indiquée dans la figure 7. L'ailette est assemblée librement autour du tube *e* par son collet *k*; sur une partie de sa hauteur se trouve un anneau *n*, dont la rotation, commandée par une corde passant dans une gorge *m*, est facilitée par des roulettes ou galets *g* (fig. 8), ceux-ci tournent librement autour d'une espèce de cheville, ayant leur point d'appui sur une pièce qui fait corps avec le bâti. Sur cet anneau, dé-

signé parfois sous le nom de *trotteur*, sont montés les guide-fils *h*.

Le chariot *cd*, fig. 7, chargé d'imprimer l'action verticale alternative de va-et-vient aux broches, est assemblé, d'une façon articulée, à la pièce O, qui est commandée par la crémaillère R et son pignon *p*. C'est à ce dernier que vient aboutir une transmission convenable pour la translation de haut en bas, *et vice versa*, de la broche et de son tube, dans le collet *k* de l'ailette. Le côté droit du métier représenté figure 6, indique une autre modification de cette réunion de l'ailette et du tube. Le collet *k* de l'ailette passe librement dans une tige articulée *r* adaptée au bâti, et le collet *k* lui-même est alésé de façon à laisser un jeu suffisant au mouvement indépendant du tube *e*.

L'inclinaison donnée aux ailettes par rapport à la verticale passant par le milieu de la largeur du bâti, est telle, que le poids du système et la position de son centre de gravité l'appuient naturellement contre la surface des galets *g*, et maintiennent constamment la surface contre la surface de ces galets.

Régulateur de tension, fig. 7. — Il est composé d'un disque circulaire 3, sur lequel peut tourner une combinaison de leviers, à poids 4, montés sur une pièce en saillie 5, menée par une traverse 6. Le levier 5 est fixé en retour d'équerre au levier à poids 7 et 8, ils établissent un contact entre le point d'appui 4 et le disque 3. La traverse 6 est commandée par un moyen convenable de la transmission générale, de façon qu'elle puisse déplacer successivement le point d'application du levier presseur sur le disque, et faire varier l'intensité de la pression à chaque tour du fil sur la bobine. La longueur du rayon sur lequel agit le poids va, par conséquent, en croissant du commencement de la formation de la bobine, et augmente en raison du ralentissement de la vitesse de la broche.

Enfin, pour arrêter la broche pendant le travail, pour rattacher ou pour tout autre motif, l'on a disposé une vis ou clef 2, dans le bras *r*. Il suffit de la serrer dans le sens voulu pour la faire presser sur le collet de l'ailette et empêcher celle-ci de tourner.

Les constructeurs indiquent des modifications de ces di-

verses dispositions ; elles sont, d'ailleurs, des conséquences du principe fondamental basé sur l'indépendance du mouvement de l'ailette et de la broche, au moyen de la commande directe de l'ailette.

La figure 9, pl. XXX, indique l'une de ces modifications, c'est une coupe faite sur l'un des côtés du métier, on n'y voit donc que le profil d'une rangée. La modification ne concerne que la forme de l'ailette et la disposition de sa commande. Dans la figure 6 les poulies à gorge m qui entraînent l'ailette et le galet g, sont placées à sa partie supérieure. Dans la fig. 9 ces transmissions sont placées au bas de l'ailette, et l'extrémité opposée se termine en un pivot qui est maintenu et tourne dans un collet t, u. Une autre modification, que les constructeurs ont fait breveter, est représentée en détails sur une échelle plus grande en coupe horizontale (fig. 10). Elle consiste dans l'adaptation de doigts presseurs analogues à ceux des bancs à broches pour faire des bobines serrées. Le dessin donne la projection d'un certain nombre de galets g, avec la commande de l'ailette, ainsi que la vue de la broche B et des palettes de compression du fil sur la bobine, qui n'offrent d'ailleurs rien de particulier.

§ 20. — Métier continu de M. François Durand, pl. XXXVI.

M. Durand a repris il y a une dizaine d'années une idée qui avait déjà été essayée, il a cherché à rendre plus pratique la disposition à laquelle nous faisons allusion ; quoique ce système ne se soit pas propagé, le principe mérite d'être connu.

Nous nous bornerons à cet effet à la description détaillée d'une broche complète :

Fig. 1. Vue en élévation d'une broche montée sur son banc et prête à fonctionner.

Fig. 2. Elévation et sections partielles faites dans un plan parallèle à celui de la figure 1.

Fig. 3. Plan de la même broche mené suivant la ligne XY de la figure 1.

Fig. 4, 5, 6. Vues séparées de différents détails.

Fig. 7. Détails relatifs à des modifications aux dispositions précédentes.

L'échelle d'exécution est variable et le dessin n'en porte pas.

AA, colonnettes creuses réunies par une bride verticale R et constituant une sorte d'étrier.

c, plateau dont la figure 2 indique la forme et sur lequel sont assujetties les colonnettes A_1 A.

D, manchon fixé par son embase au plateau *c* avec lequel il fait corps.

E, noix adaptée au manchon D et destinée à recevoir la corde qui transmet à l'étrier le mouvement du moteur.

F, tige verticale servant d'axe au système et traversant le manchon D et le centre du plateau *c*; elle est fixée par le bas au banc X et se termine à la partie supérieure par une vis sans fin.

G, appareil de renvidage; c'est une bobine cylindrique à axe horizontal, susceptible à la fois d'un mouvement de translation dans le sens vertical et d'un mouvement de rotation qui lui est communiqué par le cylindre tangentiel H sur lequel elle repose. Les tourillons de cette bobine traversant librement les colonnettes A, qui leur présentent à cet effet de petites fenêtres, sont soumis à l'action de ressorts à boudin logés dans ces colonnettes; grâce à ces ressorts, il y a tangence constance entre le cylindre H et la bobine, qui naturellement tend à s'élever à mesure que le renvidage du fil augmente le diamètre.

H, cylindre cannelé soutenu par les colonnettes et dont l'axe est dans un même plan vertical avec celui de la bobine G.

I, axe horizontal placé dans une position oblique sur le plateau *c* avec lequel il tourne, et portant un pignon denté à gorge *j*, qui engrène avec la vis sans fin de la tige F; cette vis sans fin le fait en même temps tourner sur lui-même par suite de la rotation du plateau *c*, et c'est ce mouvement qu'il

transmet au cylindre H à l'aide des roues à dents obliques 1 et 2.

K, petit axe situé sous l'axe I dans une direction perpendiculaire au cylindre H et servant de commande au guide-fil L (fig. 3, 4 et 5); il est mis en mouvement par l'axe I, qui du côté opposé à la roue 1 porte une vis sans fin, engrenant avec le pignon O.

L, tige dans la tête de laquelle passe le fil qui arrive à la bobine et dont la partie inférieure porte, ainsi que l'indique la figure 5, un goujon logé dans la rainure de l'excentrique en cœur M.

L'excentrique M, mû par l'axe K sur lequel il est fixé, déplace par conséquent le goujon de la tige L, et par suite la tête de cette tige décrit dans le même plan, tantôt à droite, tantôt à gauche, des angles qui ont pour effet de conduire le fil le long de la bobine et de le distribuer d'une manière égale.

La figure 4 est une vue de face de l'excentrique et du guide-fil, et la figure 5 est une vue de profil avec coupe de l'excentrique montrant la rainure.

La figure 5 montre l'axe K avec son pignon O, ainsi que l'excentrique et le guide-fil.

En résumé, l'axe I et la tige fixe F sont les organes moteurs de la distribution et du renvidage du fil. L'axe I, participant au mouvement vertical de rotation de l'étrier, tourne en même temps sur lui-même, et, d'une part, fait mouvoir les cylindres G, H, et, d'autre part, l'excentrique M qui porte le guide-fil. Ainsi, en même temps que tout le système est animé d'un mouvement de rotation autour de la tige F, mouvement qui peut s'élever à 4,500 par minute, suivant le degré de torsion que l'on veut donner à la matière, cette rotation se transmet dans un rapport ralenti non-seulement à la bobine G, mais encore à l'organe chargé de distribuer le fil sur cette bobine.

Une vitesse de rotation aussi rapide exige un mode de graissage spécial, voici celui imaginé par l'inventeur :

N est un godet d'huile, fixe comme la tige F, et au fond duquel repose la partie du manchon D qui est située au-dessous de la noix motrice E; cette partie est munie, à sa surface inté-

rieure, d'une rainure hélicoïdale partant du bas, et se terminant sous la noix par un petit canal qui débouche dans le godet. Par suite de la rotation de la broche, l'huile monte sans cesse et se déverse d'elle-même après avoir produit son action.

P, P, cylindres d'étirage : le fil amené par eux (fig. 1) passe, avant d'arriver au guide-fil L, dans un tube Q qui surmonte la bride RN de l'étrier.

Les figures 6 et 7 représentent la modification apportée au système qui vient d'être décrit dans le cas où il n'est besoin que d'une légère torsion, ou d'une torsion insignifiante et momentanée pour préparer la matière au lieu de la filer.

Dans le premier cas, le mouvement propre de la bobine devient indépendant de celui de l'étrier, qui reste toujours commandé par la noix E, et qui tourne alors dans un coussinet R. La tige F, de fixe qu'elle était, est rendue mobile au moyen d'un pignon S (fig. 6) qu'elle porte à sa partie inférieure, et qui reçoit son mouvement d'une vis sans fin T (fig. 7) adaptée à l'arbre horizontal V ; cet arbre s'étend devant toutes les broches d'un même métier, et présente une hélice semblable devant la tige centrale de chacune d'elles. Cette disposition permet d'établir le mouvement différentiel voulu entre la broche et la bobine, c'est-à-dire entre la torsion et le renvidage.

Dans le second cas, celui où la torsion est inutile, on n'a qu'à interrompre le mouvement de la broche en supprimant la commande de la noix E, et le renvidage s'opère comme ci-dessus, au moyen de l'arbre V qui commande la tige centrale F.

Ce système qui comme on le voit prend beaucoup de place n'est d'ailleurs pas disposé pour produire des canettes, il ne remplit donc pas toutes les conditions avantageuses imposées à un nouveau continu ; il nous a néanmoins paru offrir de l'intérêt et être digne d'être publié, parce qu'il pourrait dans certains cas être employé comme machine préparatoire, et aussi parce que bien des chercheurs se sont rencontrés sur le même terrain et ont proposé des dispositions plus ou moins semblables en France et en Angleterre. Il est donc bon que l'on sache où en est le problème dans cette direction ; ne serait-ce que pour

servir de réponse à certains inventeurs, tentés de réinventer sans le savoir une disposition en quelque sorte épuisée.

§ 21. — Métier continu à canettes.

Chargé de rendre compte, à la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, de l'invention de M. Leyherr, nous l'avons fait dans la séance du 27 janvier 1864, dans les termes suivants :

« Malgré les nombreux progrès réalisés dans les machines à filer en général, l'usage des métiers automatiques est encore relativement restreint : les finesses couramment en usage dépassent souvent le numéro 300, ou 600 kilomètres au kilogramme, et même un titre double, si l'on prend des spécimens d'exposition pour exemple. Les produits des métiers dits *self-acting* ou *continus* atteignent rarement le numéro 50. Le premier de ces deux systèmes travaille avec le même avantage les fils peu tordus pour la trame et ceux pour la chaîne ; le second, le métier *continu*, ne peut opérer que sur les sortes sensiblement tordues, destinées aux chaînes des étoffes. Le mule-jenny ordinaire dont l'une des principales fonctions, celle du renvidage, est réalisée à la main, transforme toutes les espèces de fils de l'échelle comprise entre les numéro 50 et 300, même au delà.

« Étendre de plus en plus l'application des métiers entièrement automatiques pour lesquels le concours de l'ouvrier se borne à une simple surveillance, tel est le problème dont la solution est généralement poursuivie. Les uns, c'est le plus grand nombre, s'efforcent de modifier et de perfectionner le mule-jenny automate, malgré la complication de son mécanisme, l'alternation dans l'accomplissement de ses fonctions et l'emplacement exagéré qu'il lui faut ; quelques autres, séduits avec raison par la simplicité des transmissions, la simultanéité d'action, le rendement avantageux qui en est la conséquence et le peu de place exigé par le système dit *continu*, lui don-

nent la préférence. Ils poursuivent son amélioration de manière à étendre ses résultats et à le rendre apte au filage des produits peu tordus de la trame, aussi bien que ceux de la chaîne.

« M. Leyherr, l'un des praticiens les plus compétents, est au nombre de ces derniers ; il a soumis à l'appréciation de la Société un métier à fonctions simultanées, produisant avec avantage des fils d'une torsion quelconque et d'une finesse bien plus élevée que celle obtenue jusqu'ici avec les systèmes analogues. Vos commissaires ont examiné et fait fonctionner toute une journée un modèle composé de 42 broches, monté dans l'usine de l'inventeur ; ils ont assisté à la confection des canettes du numéro 70 que vous avez sous les yeux ; et, quoique la construction de ce premier modèle ne soit pas à l'abri de la critique sous le rapport de l'exécution, ce petit métier fonctionne d'une façon satisfaisante, avec une vitesse de près de 5,000 tours de broche à la minute.

« Les produits filés sont excellents : nous avons constaté, par des essais réitérés, qu'ils offrent une ténacité remarquable et une homogénéité dans la qualité rarement atteinte dans la filature ordinaire.

« Les modifications du métier nouveau résident : 1° dans la construction et la disposition de la broche ; 2° dans la commande du chariot à mouvement vertical de va-et-vient qui les porte.

« L'organe tordeur et sa partie complémentaire, la broche et l'ailette solidaires dans leur mouvement dans les continus en usage, sont disposés de manière à recevoir une action indépendante l'une de l'autre. Une poulie, placée directement sur un collet inférieur de l'ailette, lui imprime une rotation directe très-rapide, sans qu'il en résulte l'inconvénient si fâcheux de la vibration des branches, attendu qu'au lieu d'être libres à leurs extrémités, selon l'usage, elles sont fermées de toutes parts. Cet organe consiste dans les tiges verticales assemblées à deux bagues horizontales, placées et pouvant tourner concentriquement à la broche, l'une au bas et l'autre au haut de

la bobine ou de la canette de fil dont la formation a lieu directement sur la broche comme dans un métier mule-jenny quelconque. Le fil passe à travers un guide ou œil adapté à une tige ou diamètre de la bague supérieure. Cette tige est formée de deux parties ou espèces d'agrafes fermées pendant le travail, et que l'on ouvre pour retirer la bobine ou la canette terminée.

« La broche est entraînée par le fil et tourne, par son embase très-circonscrite, sur une plate-bande d'un chariot à mouvement vertical alternatif de va-et-vient. Ce mouvement des broches croise les fils de bas en haut et de haut en bas, de manière à former un cône ou canette destinée à être placée directement dans la navette du tisserand. Afin que le déroulement ou dévidage de ce cône de fil se fasse régulièrement, sans éboulement, perte de temps ni déchet au tissage, le mouvement doit remplir certaines conditions spéciales, en outre du croisement indispensable pour établir l'ordre dans les couches successives; la tension sous laquelle l'envidage a lieu doit rester constante et demeurer par conséquent la même sur les portions qui forment les circonférences de la base et du sommet, aussi bien que sur les premières et les dernières du cône.

« Le mécanisme automatique qui réalise ces conditions est basé sur un mouvement différentiel variable suivant une certaine loi, il doit le transmettre avec précision à la marche du chariot sur lequel reposent les broches.

« Afin de ne pas entrer ici dans la description de ce mécanisme assez compliqué, nous pouvons nous borner à dire qu'il est analogue à celui du self-acting chargé des mêmes fonctions. C'est un emprunt rationnel fait par l'auteur du nouveau métier pour l'appliquer au sien. Ce qui caractérise donc principalement le système de M. Leyherr, c'est : 1° la réduction de la surface frottante de la broche : un petit pivot tournant dans l'huile remplace la large embase de la bobine ordinaire en bois tournant à sec. La charge du fil se trouve, de cette façon, considérablement allégée; le moins tordu possédant dès

lors assez de ténacité pour entraîner l'organe ; de là la possibilité de produire indistinctement des fils pour trame aussi bien que pour chaîne, quoique le système soit continu, ou, pour dire plus vrai, à fonctions simultanées.

« Le second caractère distinctif du métier nouveau consiste dans la commande et surtout dans la forme et le mode d'exécution de l'ailette mise à l'abri des vibrations, cause ordinaire de la limitation de vitesse et de production de la broche. La vitesse, ne rencontrant plus l'obstacle par suite des vibrations, peut être sensiblement augmentée au bénéfice du rendement et du prix de revient du travail.

« Ces deux perfectionnements réunis permettent, nous le répétons, de produire des fils de toutes espèces, ceux de la trame aussi bien que de la chaîne, et d'atteindre avantageusement une limite de finesse plus élevée que celle à laquelle il était possible d'arriver jusqu'ici sur le système continu ou self-acting.

« L'inventeur prétend, et nous avons lieu de croire, que son système peut produire des finesses bien plus élevées que celle obtenue sous nos yeux ; mais il nous a été impossible de vérifier le fait pratiquement, faute de préparations convenables à cet effet. L'usine de Laval, ne filant que des numéros moyens, n'a pu se procurer, à cause de son isolement, des boudins ou mèches dans les conditions voulues, pour les convertir en fils d'une finesse plus grande. »

« Quoi qu'il en soit, en basant nos appréciations seulement sur les faits réalisés en notre présence, il nous est permis de dire que M. Leyherr a fait faire un pas sérieux à la solution de l'important problème mentionné ci-dessus. Les commencements de résultats obtenus par lui démontrent qu'il est dans le vrai ; ils doivent stimuler le zèle de ceux qui cherchent le progrès par la simplification des moyens. »

Nous donnons, pl. XXXVII, la description des parties essentielles de ce métier.

La figure 1 représente une vue verticale par un des bouts du métier.

La figure 2 est une élévation de face.

La figure 4 représente une section transversale par un plan vertical.

La figure 5, un plan horizontal,

La figure 3 est un détail.

Le métier est disposé, comme les continus ordinaires, pour faire tourner simultanément deux rangées de broches recevant leur mouvement d'une transmission commune, et pouvant néanmoins fonctionner indépendamment l'une de l'autre.

Les diverses parties du métier ont leur point d'appui sur deux bâtis de chaque côté.

$a\ a'$, fig. 1, 2 et 5, sont les deux montants extrêmes.

$b\ b'$ indiquent deux bâtis intermédiaires.

Les figures ne donnent que les organes et les transmissions nécessaires à l'intelligence des éléments les plus caractéristiques de la machine, pour en former un système spécial.

La coupe verticale de la figure 4 démontre que l'ailette et la broche, dont le mode d'exécution a été décrit dans le rapport précédent, n'ont pas de bobines comme dans le système continu en usage; la broche sert ici de récepteur de fil comme dans les métiers mule-jenny et self-actings. La bobine n'existant plus, le frottement de son embase disparaît également, et celle-ci se trouve remplacée par la pointe fine ou pivot de l'organe qui tourne dans l'huile.

L'ailette d, formée par les branches ou tiges verticales $e\ e'$, est fermée de toutes parts, et reçoit sa rotation de la noix ou petite poulie g. La fermeture supérieure de cette ailette est disposée de manière à laisser passer le fil pendant le travail, et à pouvoir s'ouvrir lorsqu'il s'agit d'enlever la canette pleine. Cette disposition a été suffisamment expliquée pour que nous n'ayions pas à y revenir. Le mouvement de la broche l est réalisé par le fil lui-même comme dans les continus ordinaires, avec cette différence que l'effort à faire dans le nouveau métier est considérablement allégé par la

modification des organes tordeur et renvideur. Ce dernier, comme dans tous les métiers de ce genre, doit être doué d'un double mouvement, d'une rotation continue autour de son axe et d'une translation de va-et-vient dans le sens vertical. Ces mouvements doivent varier en raison de la forme donnée à la canette, et conformément aux observations du chapitre XXVI, § 5.

Or, le mouvement de rotation continue est imprimé à l'ailette, et par suite à la broche, par le tambour h, la corde i et la noix g. Quant à la marche ascensionnelle et descensionnelle, elle est transmise par une pièce ou traverse m, sur laquelle reposent toutes les broches, et qui remplit par conséquent les fonctions du chariot.

Mouvement de va-et-vient du chariot et des broches. — Deux crémaillères droites r et r', fixées par leurs parties supérieures au chariot m et placées de chaque côté du métier, commandées par les pignons q q', commandés eux-mêmes par un arbre qui reçoit son mouvement d'un pignon p, font mouvoir le chariot de haut en bas et de bas en haut, suivant le sens d'engrènement de ces pignons avec les crémaillères. L'action est imprimée au pignon p par un secteur courbe denté o, formé à l'extrémité d'un bras articulé en n. Le secteur peut ainsi s'incliner dans les deux directions de bas en haut et inversement ; lorsqu'il se meut de façon à faire monter le chariot, celui-ci est équilibré ainsi que le secteur lui-même par les contre-poids S, S'.

Pour que le mouvement de va-et-vient vertical dont il vient d'être question soit modifié de manière à déterminer l'enroulement conique du fil sous une tension constante, malgré l'augmentation successive des diamètres de la canette, une seconde pièce en fonte u, également articulée en n, longe le bras du secteur o. Cette pièce est munie d'une vis t, portant une platine v qui peut marcher dans les deux sens de cette vis v au moyen d'un écrou v'. La vis t est mise en mouvement par le rochet x, monté à son extrémité et actionné par le cliquet à contre-poids y. La platine v a une

forme particulière, et repose, par un de ses côtés courbes, sur un goujon z : la partie courbe et le goujon sont vus ponctués, fig. 1.

De plus, le levier u a un bras en retour d'équerre terminé par un galet 1, reposant sur la courbe d'un excentrique 2, commandé par une roue 3 et une vis sans fin, placée sur un arbre vertical qui reçoit son mouvement de deux roues cônes partant de l'arbre moteur du tambour h. On voit par ces dispositions que les mouvements du secteur et du levier u, tout en étant simultanés, sont cependant indépendants. Les transmissions qui viennent d'être décrites ont pour but d'opérer la forme particulière de la canette ; le mouvement de la broche est ralenti et le rapport entre le chemin décrit par le chariot et les broches est variable, en raison de la forme de l'excentrique 2 et de celle de la forme de la platine v. En effet, lorsque le chariot descend, le cliquet engrène le rochet x, fait avancer l'écrou v' sur la vis t, et par conséquent la platine sur le goujon z. L'amplitude de la course de l'écrou et de la platine dépend de la forme de cette pièce, en contact avec le goujon z; la partie courbe correspond à la partie inférieure ou base de la canette, la partie droite au milieu du corps. Quant à la pointe ou sommet, elle se forme naturellement.

La transmission mécanique est ordonnée de façon que, lorsque le galet 1 occupe la position indiquée dans la figure, que la pointe de la platine est sur son goujon, le chariot et ses broches sont au haut de la course. Alors le mouvement commençant dans le sens de la partie courbe de l'excentrique fait descendre les broches lentement, le fil se dirige alors de bas en haut pour former la base déterminée par la marche de la platine. Arrivé au bas de la course, le chariot remonte rapidement pour croiser le fil, grâce à la partie droite de l'excentrique 2. A ce moment le cliquet engrène par son contre-poids (fig. 3), et à la descente il agit sur le rochet x, sur l'écrou v' et la vis t, en raison d'un tour pour chaque course.

Régulateur de la friction ou tension des fils sur les canet-

tes. — L'auteur dispose une tringle ou baguette longitudinale de friction à mouvement de va-et-vient 6, agissant simultanément sur toutes les petites cordes et contre-poids de tension s, des canettes en raison de la pression plus ou moins prononcée des petites cordes. A cet effet chaque broche porte un renflement au point où agit la friction de la corde. Cette friction ou tension, variable en raison de la grosseur des diamètres, est déterminée par un plateau, 10, à renflement formant un excentrique à plat, qui reçoit son mouvement de l'arbre des engrenages coniques, au moyen des commandes 4 et 3 (fig. 5) et de l'arbre de l'excentrique 10. Celui-ci agit sur le galet 9, placé à l'extrémité du levier articulé 8, et transmettant l'action de friction de va-et-vient à la tige 6. Pour que le résultat soit satisfaisant, il faut que la courbe de l'excentrique 10 soit déterminée par des tâtonnements pratiques.

Mouvement général du métier. — Les bobines de préparation P étant mises en place sur le bâti, les mèches maintenues par une baguette g' se dirigent vers les cylindres étireurs c, c', c_1, et de là, par une ouverture laissée à la partie supérieure de l'ailette, s'enroulent autour de l'une de ses tiges verticales et se rendent sur la broche l. Le tambour h étant en mouvement, il imprime l'action directe aux ailettes, elle est transmise aux broches par l'entremise des fils. Ceux-ci sont disposés par parties plus ou moins régulièrement renflées, en raison de la marche variable imprimée au chariot dans sa course. La vitesse différentielle de celle-ci est réglée par le secteur et son scroll, d'après les principes qui servent de base au mécanisme analogue de métiers automates.

Les vitesses des organes de ce métier sont 100 tours des broches contre 1 des cylindres qui leur livrent le fil. Or, les premiers faisant 48 à 50 tours à la minute, celle des broches est donc de 4,000 à 5,000 tours.

Quant à la production, elle sera facilement déterminée d'après la formule donnée pour calculer le rendement des métiers de ce genre.

§ 22. — Métiers continus sans ailette.

Les inconvénients que présentent les ailettes consistent surtout, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, dans une limitation de vitesse et dans la fréquence des ruptures du fil, aussi fait-on depuis longtemps des recherches pour arriver à se passer de cet organe. Il y a environ cinquante ans déjà que les Américains poursuivent cette modification. Ils l'ont réalisée dans le système à bague désigné chez nous sous le nom de *trotteur*. Des métiers de ce genre ont eu, si nous sommes bien informé, des applications sérieuses en Amérique, tandis qu'ils ne se sont développés pratiquement ni en Angleterre ni en France, où ils ont été expérimentés, délaissés, puis repris de nouveau. Quoi qu'il en soit, comme le système est rationnel et fort ingénieux, qu'il paraît encore perfectible ainsi que nous allons en donner la preuve par la description d'une modification toute récente, nous croyons devoir indiquer ici le principe sur lequel il repose. Les cylindres étireurs de ce métier sont disposés comme à l'ordinaire, nous n'avons donc pas à les reproduire. Nous donnons seulement les organes réalisant la torsion et l'envidage. La fig. 8, planche XXXVI, représente en élévation un certain nombre de bobines à la partie supérieure de la pièce AB du chariot. Sur ce chariot sont fixées les bagues circulaires b; c'est dans l'intérieur de ces bagues vides que passe la broche représentée en r autour de laquelle se forme la bobine n vue au-dessus du chariot. Chacune de ces bagues porte à la circonférence extérieure un petit crochet ou œil, ce crochet c est fait en fil de fer recourbé; tout le système, bague, crochet, chariot, avec les vis qui fixent la bague à ce dernier, se trouve représenté par une coupe verticale dans le détail, fig. 9. Si maintenant on suppose les cylindres étireurs, livrant leurs fils à la broche r en passant par le crochet c, et le chariot AB

avec la bague qui y adhère, animé d'un mouvement de va-et-vient convenablement réglé, il en résultera la formation des anneaux de fil de la bobine de bas en haut et de haut en bas par couches successives du centre à la circonférence extérieure de la bobine. Ce système, si simple et si efficace en apparence, ne laisse pas que de présenter des inconvénients pratiques ; on lui reproche entre autres la variation de tension du fil dans l'envidage par suite de l'immuabilité de la distance entre :

1° Le crochet *c* guide-fil et le centre de la bobine ; il s'ensuit des changements d'angles d'envidage à mesure que le diamètre de la bobine augmente.

2° Le duvet produit par le frottement, du fil projeté par la force centrifuge sur le trotteur, entrave bientôt partiellement sa marche, et cause ainsi du frottement, une absorption anormale de force et de fréquentes ruptures.

3° Les petits crochets guide-fils soumis à une rotation moyenne de 6000 tours à la minute s'usent assez rapidement, malgré la dureté du métal avec lequel on les exécute, et exigent par conséquent un remplacement onéreux. On a cherché à remédier à ces inconvénients par diverses dispositions modificatives, nous nous bornerons à citer la plus récente, elle date d'il y a quelques mois, nous voulons parler du moyen imaginé également par un Américain, M. Chapin.

L'auteur de ce brevet l'a demandé, comme le font les inventeurs en général pour l'application du filage et du retordage de toutes les matières textiles, coton, lin, jute, etc. Le système Chapin diffère des métiers trotteurs par un détail ingénieux qui remplace le crochet décrit ci-dessus. Il consiste dans un guide spécial du fil pour le diriger convenablement et sous une tension constante sur la bobine ; ce guide est une petite aiguille ou broche placée horizontalement et enfilée librement dans les rebords circulaires de la bague. Le fil qui pour former la bobine s'enroule sur la broche verticale ordinaire, rapproche constamment cette aiguille horizontale ou guide contre la bobine à mouvement de rotation. Quant à l'envidage sur la hauteur de

la bobine placée dans l'intérieur de la bague, il a lieu comme à l'ordinaire par le mouvement de va-et-vient vertical de celle-ci, fixée à la partie supérieure du chariot qui est doué d'une action alternative dans le plan vertical; les fig. de 10 à 14 de la planche XXXVI feront d'ailleurs comprendre ce système, remarquable surtout par sa simplicité. Nous n'en donnons que les particularités visant les organes qui viennent d'être décrits. La fig. 10 est une coupe horizontale, la fig. 11, une élévation partiellement en coupe, la fig. 12, un plan de la broche ou traverse détachée, la fig. 13, un plan détaché, la fig. 14 un détail de l'élévation de la bague. Les mêmes lettres indiquent les mêmes parties dans les différentes vues.

a est la broche que reçoit son mouvement de rotation d'une manière quelconque, *b* la bague à jour montée à demeure sur un bras *c* du métier; ce bras reçoit un mouvement de va-et-vient sur toute la longueur de la broche dont la vitesse est réglée suivant la grosseur du fil sur lequel on opère ; *d* est la broche horizontale consistant en un simple fil métallique en acier, légèrement cintré au milieu comme cela est indiqué fig. 12; lorsqu'on opère sur des matières humides comme le jute, la broche est construite en une composition non oxydable. Pour placer et déplacer cette broche sans avoir besoin de démonter une pièce quelconque du métier, on pratique dans la bague à la partie supérieure de son pourtour un petit trou *e*, fig. 11 et 14, qui ne gêne en rien pendant le fonctionnement, parce que cette extrémité de la broche qui porte contre la bride interne de la bague (voir fig. 10), est toujours abaissée et traîne sur le support ou bras *c*. Les deux flèches dans cette figure représentent respectivement le sens de rotation de la bobine et la direction ou position que la broche *d* prend par suite de cette rotation. Les fig. 10 et 12 indiquent les différentes manières d'évider la bague; cet évidement est indispensable, car pendant le travail il s'accumule sur l'extrémité externe de la broche (voir fig. 10), une certaine quantité de petits filaments dérobés au fil, lesquels par leur accumulation, comme nous l'avons dit plus haut, finiraient par former une masse assez considérable

pour briser le fil par suite de leur frottement dans la bague, mais, comme on le comprendra facilement, lorsque cette extrémité externe de la broche voyage sous la partie évidée de la bague, aucune accumulation de ce genre ne peut avoir lieu, chaque filament, pour ainsi dire au fur et à mesure qu'il est détaché du fil, étant projeté en dehors de la bague par l'effet de la force centrifuge.

Ce résultat peut également être obtenu quoique moins efficacement en pratiquant des ouvertures dans le bras *c* en regard de celles de la broche *b*, lesquelles dans ce cas seraient supprimées.

L'auteur assure : 1° que grâce à l'absence de l'ailette, on peut imprimer à ce système une vitesse beaucoup plus considérable que le maximum qu'on a pu donner jusqu'à présent aux continus à ailettes; la vitesse de ceux-ci ne dépasse guère, comme on le sait, 3 à 4000 tours, on peut élever celle des trotteurs jusqu'à 6000 tours et même davantage; 2° la tension du fil resterait constante par suite du déplacement de la broche horizontale guide-fil, déplacement qui a lieu spontanément par la variation même du diamètre de la bobine; si ce dernier résultat est obtenu dans la pratique avec la précision à laquelle on nous assure être arrivé dans les premières applications, il y aurait là un perfectionnement aussi important que simple.

CHAPITRE XXVII

FORMULES DES TORSIONS

La torsion, avons-nous dit, chap. VII, § 3, fixe invariablement les brins entre eux pour en former un tout homogène. Bien appliquée, elle conserve au produit l'intégralité de sa force et de son élasticité; insuffisante, le fil se désagrégera, et les fibres se sépareront en glissant les unes sur les autres par leurs extrémités; si la tension est trop forte au contraire, ils seront fatigués, perdront une partie de leur élasticité et de leur ténacité tout en occasionnant un surcroît de dépense.

Il est admis depuis longtemps que la torsion, toutes choses égales d'ailleurs, doit varier proportionnellement aux racines carrées des numéros ou des finesses des fils. C'est-à-dire que, lorsque la quantité de torsion pour l'unité de longueur d'un fil, la nature et le classement du coton qui le compose, ainsi que la destination du produit, sont connus, on pourra déterminer la torsion pour un autre numéro quelconque obtenu avec la même espèce de matière et pour la même destination, par une proportion entre la racine carrée des numéros des deux fils.

La valeur de cette loi des torsions peut être démontrée graphiquement et géométriquement, comme l'a fait M. Joseph Koechlin dans un bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

On peut également en faire saisir le principe en quelques mots : l'angle de torsion des filaments, pour les bien lier, devant rester le même pour une qualité de matière, et le nombre de ces filaments à égalité de finesse étant en raison inverse de l'élévation du titre, il s'ensuit que dans deux fils de même genre,

de grosseurs différentes, le nombre de tours de torsion par unité sera en raison inverse des diamètres; or, ceux-ci sont entre eux comme les racines carrées de leurs surfaces.

Ainsi, d'après cette loi appliquée en pratique, si l'on désigne par :

N, le numéro d'un fil dont la torsion paraît convenable;

t, cette torsion par unité de longueur, par $0^m,01$ par exemple;

N′, le numéro du fil dont on cherche la torsion,

x, la torsion cherchée, par unité de $0^m,01$,

L'on aura par conséquent $t : x :: \sqrt{N} : \sqrt{N'}$,

d'où $$x = \frac{\sqrt{N'} \times t}{\sqrt{N}}.$$

La pratique admet avec raison que cette formule n'est applicable qu'autant que N et N′ sont formés avec la même espèce de matière, et qu'ils sont d'un même genre de fil.

Les types de torsion varient donc avec la nature des cotons et la destination des fils, et changent suivant les qualités de la substance qu'il s'agit de filer, par exemple, des cotons de la Louisiane, géorgie-jumel ou de l'Inde, et que les fils doivent servir pour chaîne, demi-chaîne ou trame, pour la bonneterie, le fil à coudre, etc.

Malgré la détermination rationnelle de ces divers types et le plus ou moins d'intelligence de leurs applications, cette loi des torsions des fils, généralement admise, nous paraît laisser à désirer.

§ 1. — Critique de la loi des torsions.

Admettons que la loi que nous venons d'indiquer, bien connue dans les usines, soit utilisée avec autant de soin que d'intelligence, que l'unité pour chaque type soit appliquée à une masse de filaments homogènes ayant non-seulement la même finesse et la même longueur, mais encore une égale flexibilité et élasticité, ce qui est aussi important que difficile à obtenir.

Nous disons que, lors même que ces conditions seraient remplies, il n'y aurait pas moins, par l'application de la loi ci-dessus, des causes d'inégalité de torsion sur les fibres de la masse, inhérentes au mode d'opérer en lui-même. En effet, la torsion ayant lieu simultanément sur les fibres, il en résulte fatalement une inégalité d'angle et de frottement entre celles qui forment la partie centrale, l'axe imaginaire du fil et celles de la circonférence extérieure. Cette inégalité de la courbure de l'hélice est évidemment proportionnelle au diamètre de la section du fil. Dans un gros diamètre, cette différence entre la torsion des filaments extérieurs et intérieurs, et, par conséquent, entre la cohésion de la masse, sera plus grande que dans un fil à titre élevé. Les premiers, s'ils sont assez gros, seront formés de filaments centraux à peine tordus et presque droits, si ceux de la surface n'ont reçu que la torsion nécessaire. Si, au contraire, on imprime à ceux de l'axe une courbure suffisante, celle des filaments de la périphérie du fil sera évidemment trop grande. Il y a donc là un dilemme très-délicat.

Pour atténuer les conséquences de cette action simultanée, il faudrait pouvoir réaliser une condition qui paraît impossible à *priori*, ce serait de produire un fil creux, un tube textile; on fait parfois des fils d'une constitution telle que le défaut dont nous parlons est considérablement amoindri. Nous faisons allusion aux articles guipés, c'est-à-dire à certains fils de la passementerie formés par un axe central ou *âme* en une grége plus ou moins fine, autour de laquelle s'enroule en spirales serrées un autre fil, de soie ou de toute autre matière textile. Cette constitution explique la solidité toute particulière et l'uniformité de résistance de ces produits. Il est évident que cette pratique, ni aucun moyen analogue, n'est possible pour les fils simples, surtout d'une grande finesse. Cela est fâcheux, car la cause de l'inégalité de torsion par le mode en usage a une influence plus grande qu'on ne le suppose en général. On la croit de peu d'importance à cause du petit diamètre, même des fils les plus gros. Mais ces diamètres sont en rapport des nombreux éléments infiniment petits qui concourent au résul-

tat et dont aucun ne peut être troublé sans amoindrir les qualités du produit.

Cela nous paraît si vrai, que nous attribuons la supériorité de qualité ou, pour être plus exact, la plus grande homogénéité que présentent les fils fins en général, à la plus grande uniformité dans la torsion des fibres, le diamètre formé par leur masse étant moindre.

C'est tout en nous préoccupant de ces faits que nous avons cherché, en attendant mieux, à déterminer des formules basées sur des types de torsion qui, d'après la pratique et nos propres expériences, nous ont paru les plus favorables. Ces diverses formules comprennent nécessairement les types pour chaque genre de fils dont la quantité de torsion doit varier pour le même numéro. Les principaux sont les fils destinés à former la chaîne, la demi-chaîne, la trame. Le système de métier, le mode de préparation subie par la matière, suivant qu'elle est peignée ou cardée, la destination enfin du produit ont également une influence modificatrice sur la quantité de tors à lui imprimer; celle pour les articles destinés aux cretonnes, devant produire des étoffes à grains, n'est plus la même que celle pour les cotonnades d'impression; elle change encore suivant que les fils doivent servir aux étoffes à fils rectilignes serrés ou aux tissus réticulaires.

Nous sommes arrivé aux formules suivantes pour les différents cas.

§ 2. — Formules pratiques pour l'application des torsions.

1. Pour du fil de chaîne en coton louisiane, du numéro 10 à 40, on aura :

$$T = 1{,}59\sqrt{n°}.$$

T désignant la torsion ou le nombre de tours de broche effectif par 0,01 de longueur de fil.

$n°$, le numéro du fil.

2. Pour le continu ordinaire,

$$T = 1{,}728\sqrt{n^{o}}.$$

3. Pour de la chaîne mécanique en jumel non peigné du numéro 10 à 40,

$$T = 1{,}58\sqrt{n^{o}}.$$

4. Pour le même coton jumel peigné, du numéro 40 à 70,

$$T = 1{,}50\sqrt{n^{o}}.$$

5. Pour du géorgie longue soie, du numéro 70 à 150, chaîne mécanique,

$$T = 1{,}42\sqrt{n^{o}}.$$

Trames ordinaires.

6. Louisiane doux pour tissage mécanique destiné à être pompé,

$$T = 1{,}11\sqrt{n^{o}}.$$

7. En bas Louisiane tissé sec,

$$T = 1{,}14\sqrt{n^{o}}.$$

Trames fines géorgie longue soie.

8. $$T = 0{,}99\sqrt{n^{o}}.$$

Fils pour bonneterie.

9. Pour les numéros de 1 à 25,

$$T = 1{,}04\sqrt{n^{o}}.$$

10. Pour les numéros 25 à 30,

$$T = 1{,}11\sqrt{n^{o}}.$$

11. Pour les numéros 30 à 40,

$$T = 1{,}25\sqrt{n^o}.$$

12. *Torsion pour les cotons de l'Inde.* — Lorsqu'à la place du coton désigné dans les formules qui précèdent, c'est du coton de l'Inde que l'on emploie, il faudra modifier les torsions et les augmenter dans les proportions suivantes : de 8 pour 100 jusqu'au numéro 20; de 12 pour 100 jusqu'au numéro 26; de 18 pour 100 jusqu'au numéro 32.

Jusqu'ici son emploi ne va guère au delà. Ainsi, si le calcul donne, par exemple, 10 tours de broche ou de torsion par centimètre, ou 100 par mètre, pour un coton des États-Unis, ce sera 108, 112 ou 118 qu'il faudra appliquer si c'est du coton de l'Inde, suivant le numéro produit.

Si l'on opère sur des mélanges de cotons, ce qui, selon nous, ne devrait pas se faire, on se servira de la formule applicable au coton de moindre qualité. Si c'est, par exemple, du jumel et de l'Inde, c'est l'unité de torsion de ce dernier qu'il sera convenable d'adopter.

§ 3. — Règle adoptée dans les filatures anglaises pour l'application de la torsion.

La méthode anglaise est plus simple que celle que nous venons d'indiquer, la quantité de torsion est basée sur la racine carrée du numéro du fil, multipliée par un nombre constant pour tous les numéros = 3,75, pour une longueur de pouce (0^m,0254).

Cette règle donne généralement une torsion moindre aux fils ordinaires anglais qu'aux fils français.

Si nous prenons deux numéros anglais pour exemple, le numéro 16 et 100, correspondant le premier au numéro 13,44 et le second au numéro 85 français, nous trouverons pour la torsion par 0^m,254, $\sqrt{16} \times 3{,}75$, ou $4 \times 3{,}75 = 15$ tours pour le nu-

méro 16,00 et $\sqrt{100} \times 3,75$ ou $10 \times 3,75 = 37,50$ tours pour le numéro 100 anglais.

Les numéros correspondant au numéro 13,54 filé au continu, la torsion au centimètre sera, n° 2, § 3, $1,72 \sqrt{13,54} = 1,72 \times 3,596 = 6^{t},22$, et $6,22 \times 2,54 = 15^{t},80$.

Pour le numéro 85 correspondant au numéro 100 anglais, on aura, d'après le numéro 4 du même paragraphe : $1,42 \sqrt{85} = 1,42 \times 9,22 = 13,09$ par centimètre et $13,09 \times 254 = 33,24$ tours. Donc, pour les bas numéros nous tordons plus, et pour les numéros élevés moins que les industriels anglais ; on est amené à considérer la méthode française comme la plus rationnelle, il en résulte en effet que, pour obtenir autant que possible un même angle de torsion pour les diverses finesses, il y a nécessité de modifier le coefficient multiplicateur de la racine carrée des numéros, puisque les conditions de la situation relative des filaments changent.

§ 4. — Différence entre la vitesse théorique et pratique des broches d'un métier à filer.

Les vitesses des organes d'un métier, quelque compliqué qu'il soit, sont calculées avec la même facilité qu'une simple transmission de mouvement direct. Pour obtenir celle de l'organe envisagé, soit une broche par exemple, il suffit *de diviser le produit des diamètres des poulies, roues et tambours qui commandent, par celui des diamètres des poulies, roues et tambours commandés ; le quotient sera la vitesse cherchée.*

Une machine compliquée demande un peu plus d'attention pour ne pas omettre de transmissions intermédiaires, et pour ne pas confondre dans le calcul celles qui impriment avec celles qui reçoivent l'action pour la fournir de proche en proche. Tous les traités élémentaires de mécanique donnant les méthodes et les applications de ces calculs, nous n'avons pas à nous y arrêter. Nous désirons seulement faire remarquer les

causes des différences entre la vitesse des broches, calculée aussi exactement que possible et leur vitesse réelle. Ces causes tiennent à la commande généralement adoptée [1] pour transmettre le mouvement des tambours du chariot du métier à la petite poulie ou noix placée sur la broche douée d'une vitesse de 6000 à 7000 tours par minute. Cette transmission a lieu par une corde qui, quelles que soient sa nature et sa parfaite exécution, ne peut transmettre intégralement la vitesse qui lui est imprimée. Le frottement résultant du mouvement rapide sur les deux corps de révolution, des irrégularités de tension plus ou moins fréquentes, même sous l'influence d'une température et d'un état hygrométrique constants, et à plus forte raison avec les variations des conditions atmosphériques, ralentissent évidemment l'action.

Détermination pratique entre la vitesse calculée et la vitesse réelle des broches. — Pour nous rendre compte d'une manière *palpable* de la perte de vitesse occasionnée par les causes qui viennent d'être mentionnées, nous avons cherché un moyen de compter directement le nombre de tours imprimés au fil dans l'unité de temps. Ce nombre soustrait de celui calculé, nous a fixé sur l'étendue du ralentissement et par suite *sur la perte de vitesse.* A cet effet, nous nous sommes servi du métier à filer comme d'un métier à retordre. Nous avons fait passer, entre la dernière paire de cannelés, deux fils de grége très-fins de deux couleurs différentes, blanc et noir, la torsion simultanée de ces deux soies, choisies de préférence à cause de leur finesse et de leur régularité, nous a permis de compter le nombre de tours par mètre dans l'unité de temps, et de le comparer à celui obtenu par le calcul sans chance d'erreur. Sur un assez grand nombre d'expériences dans des conditions hygrométriques diverses, la différence des résultats n'a pas été aussi importante que nous le supposions. Nous croyons être aussi près que possible de la vérité en admettant une

1. Nous devons observer qu'on exécute des métiers self-acting où les broches sont commandées par engrenages, mais comme ils ne sont jusqu'ici en usage que dans la laine peignée nous les avons décrits dans notre traité spécial de la filature de la laine peignée.

différence de 11 à 13 pour 100 entre la vitesse théorique des broches et leur vitesse réelle. Bien entendu que nous ne comprenons pas dans ce chiffre les arrêts ordinaires, il ne constate que la conséquence du mode de transmission de mouvement des broches. Si nous supposons un ralentissement moyen de 12 pour 100 dans la vitesse des broches, il s'ensuivra que, pour obtenir réellement 6000 tours à la minute, les transmissions doivent être calculées pour une vitesse de 6720 tours au moins.

Le temps et les facilités nous ont manqué pour poursuivre ces expériences et pour nous rendre un compte exact de la différence de mouvement de l'une à l'autre des broches, nous avons lieu de supposer qu'elle est très-sensible, surtout sur les métiers d'une grande longueur, et dans les ateliers dont les conditions atmosphériques ne sont pas très-uniformes. Il y a là un champ d'observations intéressantes, surtout pour le praticien intelligent, qui, sans se déplacer, sans dépense ni perte de temps, peut enregistrer des résultats obtenus dans les conditions les plus variables, en employant le moyen ci-dessus ou tout autre qu'il jugera préférable. Celui que nous proposons a l'avantage de ne rien déranger. Il suffit sur 500 à 800 broches d'en faire fonctionner 5 ou 6 à différentes places, comme organes tordeurs.

Cette partie de la commande des broches a déjà été l'objet de recherches sérieuses, tant sous le rapport des transmissions des tambours que de celles des broches. Le Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse contient des mémoires et des descriptions intéressantes à ce sujet. Nous avons nous-même fait un rapport à la Société d'encouragement, tome II, 54e année du Bulletin, sur une commande de broches par engrenages de la construction de M. Muller père. Ce système, qui d'abord n'a été adapté qu'aux métiers mule-jenny à vitesse modérée employés dans la filature de la laine, est aujourd'hui appliqué à des broches qui marchent à 6000 tours. Le frottement et le bruit occasionnés par ce genre de mouvement qui étaient les obstacles les plus sérieux ont été également attenués par des perfectionnements dans les transmissions.

§ 5. — Formules de la production d'un métier à filer.

Soit T, la torsion par mètre de longueur.

V, le nombre de tours de broches par 1′.

L, la longueur de l'aiguillée.

N, le numéro du fil.

Le temps du filage est égal à :

$t_1 = \frac{TL}{V}$, t_1 est l'évaluation par minutes,

t' étant le temps en minutes nécessaire au renvidage, y compris le dépointage.

Le temps nécessaire pour une aiguillée évalué en minutes sera :

$$t_2 = t + t' = \frac{Tl + Vt'}{V},$$

et la production en grammes p' sera :

$$p' = \frac{L}{2N} \times \frac{1}{t_2} = \frac{LV}{2N(TL + Vt')}.$$

Désignant par t le temps nécessaire au poids d'une bobine en grammes p, on aura $t_3 = \frac{p}{p'} + t''$,

t'' étant le temps en minutes nécessaire à la levée et à remettre le métier en train.

Remplaçant p' par sa valeur, on a :

$$t_3 = \frac{2pN(TL + Vt')}{L \times V} t + t'',$$

ou

$$t_3 = \frac{2pN(TL + Vt') + LVt''}{LV}.$$

Et la production en douze heures, en grammes et par broche, sera :

$$P = p \times \frac{12 \times 60}{t_3} \quad \text{ou} \quad P = p \times 720 \times \frac{LV}{2pN(TL + Vt') + LVt''}$$

P est la production théorique à multiplier par un coefficient K de 0,92 en moyenne, pour obtenir le rendement effectif par broche.

Application de la formule au n° 28 chaîne.

Pour ce numéro, on a :

$N = 28.$
$T = 865$ en moyenne.
$V = 6000.$
$L = 1^m, 60.$
$p = 60$ grammes.
$t' = 0',1.$
$t'' = 20^1.$

La production théorique par jour sera par conséquent :

$$P = 60 \times 720 \frac{1,60 \times 6000}{2 \times 60 \times 28\,(865 \times 1,60 + 6000 \times 0,1 + (1,60 \times 6000 \times 20)} = 0^k,06047$$

Et P_1 et $60^g,47 \times 0,92 = 55^g,63$, pour la production pratique par jour de douze heures et par broche.

C'est par l'application de ces formules qu'on a dressé le tableau suivant.

Tableau de la production par broche d'un métier self-acting pour des nos de 24 à 100, chaîne.

N° de la chaîne.	TORSION par mètre.	NOMBRE de tours de broches.	PRODUCTION théorique pour 12 heures de travail.	PRODUCTION pratique 0.92 0/0
			gr	gr
N° 24	$1,56 \sqrt{24} = 764$	6500	80,22	73,80
30	$1,54 \sqrt{30} = 843$	d°	61,22	56,32
40	$1,52 \sqrt{40} = 961$	d°	40,44	37,20
50	$1,50 \sqrt{50} = 1061$	d°	31,43	28,92
60	$1,49 \sqrt{60} = 1154$	d°	24,71	22,73
70	$1,48 \sqrt{70} = 1238$	d°	20,14	18,53
80	$1,48 \sqrt{80} = 1324$	d°	16,77	15,43
90	$1,48 \sqrt{90} = 1404$	d°	14,27	13,13
100	$1,48 \sqrt{100} = 1480$	d°	12,33	11,34

CHAPITRE XXVIII

EXÉCUTION DES SUPPORTS DES CANETTES

Le fil des métiers formant des canettes ne s'enroule pas directement, on le sait, sur les broches. Celles-ci sont en général coiffées d'un petit cône en papier, ou en carton mince, parfois en bois dans certaines filatures, et reçoivent alors le nom d'*épeule*. C'est sur ce cône que le fil vient s'enrouler en canette. Dans la filature du coton, ces petits tubes coniques sont en général formés par un certain nombre de feuilles de papier superposées, adhérentes entre elles par un collage. Le nombre considérable de ces cônes, leur placement et l'enlevage des broches, constituent une dépense qui ne laisse pas que d'avoir son importance. Certains établissements exécutent eux-mêmes ces tubes. Plusieurs systèmes de machines ont été proposés; nous nous bornons à l'indication de l'une de celles qui nous a paru la plus simple et la plus efficace.

§ 1. — Machine à faire les tubes des canettes, pl. XXXVIII.

On découpe dans des feuilles de papier un morceau d'une forme particulière présentant d'un bout une pointe aiguë et de l'autre une forme obtuse, chacune d'une longueur correspondante aux dimensions du tube à exécuter.

L'organe principal de la machine est un axe ou mandrin de dimensions correspondantes à la broche sur laquelle le tube doit être monté, un mouvement de rotation est imprimé à cet axe au moyen de poulies et d'engrenages disposés d'une manière convenable.

Sur ce moule ou mandrin, la pièce dont il est parlé plus haut, découpée suivant la surface voulue, est enroulée, pressée et collée au moyen d'une lanière sans fin passant entre des rouleaux, dont l'un est en contact d'un tambour tournant dans une boîte ou bac contenant la colle ou une substance analogue.

Quand la matière est complétement enroulée sur le mandrin et le tube formé, il est instantanément expulsé, et un nouveau tube commence.

La figure 1 est une élévation longitudinale de l'appareil.

La figure 2 une élévation transversale du même appareil.

La figure 3 une coupe verticale en travers des principales pièces.

La figure 4 un plan dans lequel la lanière sans fin et le rouleau sont supposés enlevés.

Les figures 5, 6 et 7, donnent les formes des tubes par rapport à celle de la canette cylindrique, et les figures 8, 9 et 10, celle de la forme de la canette avec tubes coniques ; cette dernière épouse mieux la forme du cône.

Les fig. 11 et 12 représentent le papier découpé comme il est dit plus haut.

Dans les figures 1, 2, 3 et 4, le bâti de la machine est représenté en *a*, l'arbre moteur en *b*, il reçoit la vis sans fin *c* et la roue *d*. Celle-ci donne le mouvement à l'arbre *f*, à la roue dentée *g* et à celle du tambour qui tourne dans le bac à colle *i*.

La roue *g* engrène dans la roue *k* sur l'axe de laquelle est fixé le tambour ou rouleau *l*. La roue d'angle *d'* engrène avec une autre roue d'angle *m*, dont l'axe passe dans le support *n*, et porte à l'autre bout la roue à angle droit *o* engrenée dans une roue semblable *p* sur l'arbre *q*, dont l'extrémité forme l'embase du moulin ou mandrin du tube.

Sur une tringle *s* est fixé un bras *t* portant un tourillon (prisonnier) *u* sur lequel travaille le rouleau *v*, autour duquel, ainsi que du rouleau *l*, est enroulée la lanière sans fin *u'* pressant à sa partie inférieure contre le rouleau *k*, de manière que sa surface soit couverte par la colle.

La lanière sans fin, munie d'une garde *x* est maintenue à la

tension propre au travail, par la tringle et le galet y recevant l'action d'un ressort fixé en z'.

Au-dessous du mandrin est un guide d' qui peut être déplacé selon la dimension et la longueur du tube, de sorte que quand la machine est en travail et le bout de la pièce placé entre le rouleau supérieur et le mandrin, ladite pièce est enroulée en spirale autour de ce dernier par suite de sa révolution simultanée avec la pression de la lanière sans fin : cette dernière étant baignée d'une substance adhésive, colle ensemble chaque spire, l'enroulage, la pression et le collage ont lieu d'un seul coup et forment un tube de la force et de la netteté voulues.

Lorsque le tube est fait, le rouleau fixeur (tendeur) y est relâché et le rouleau supérieur rejeté en arrière, emportant avec lui la bande sans fin, ainsi que le montrent les lignes pointillées ; cette opération est accomplie au moyen d'une pédale agissant sur le levier b' fixé à l'une des extrémités de l'axe.

Sur l'arbre moteur est placée une came, qui vient rencontrer la partie inférieure du levier f' ; quand ce dernier est poussé en avant, il donne le mouvement et pousse la coulisse h' et aussi une plaque l' qui passe au-dessus du mandrin à tubes du côté de la base. Ce mouvement de la plaque chasse du mandrin le tube terminé, après quoi le pied laisse revenir la pédale : les rouleaux, la lanière sans fin et les leviers reprennent leur position primitive. Une tablette porte-main est disposée en m' pour faciliter le service et l'engagement des bandes de matériaux de préparation.

Nous ne savons si cette ingénieuse petite machine est en usage en France, mais elle l'est depuis longtemps en Angleterre et en Belgique.

Garnissage des broches. — On a imaginé un petit appareil afin de garnir les broches avec autant de promptitude que possible. L'enfant chargé de ce soin est muni d'une espèce de règle de 2 centimètres d'épaisseur environ, plus ou moins longue ; elle l'est ordinairement assez pour être percée de cent trous égaux pratiqués dans l'épaisseur et placés les uns à côté

des autres. Ces trous ont des dimensions telles que les tubes puissent y entrer et en sortir très-facilement ; ils tomberaient s'ils n'y étaient maintenus par une espèce de bandelette plate, fixée à une certaine distance de l'un des fonds de cette règle trouée ; de l'autre côté les tubes sont retenus par un couvercle à charnière, que l'on ouvre et ferme très-facilement au moyen d'un ressort. Lorsque l'enfant a placé 100 tubes par exemple dans sa règle, il la ferme, vient la porter au-dessus d'autant de broches du métier à garnir, ouvre le couvercle, et les 100 tubes sont placés sur leurs broches respectives avec la plus grande rapidité ; un métier de 1,000 broches peut ainsi recevoir les tubes en un clin d'œil.

Quant au placement des tubes dans les règles, c'est la besogne de l'enfant chargé de garnir les bobines pleines et de retirer les vides des métiers à filer, il utilise le temps à sa disposition dans l'intervalle.

Le petit appareil que nous venons de décrire nous a paru le plus simple de tous ceux du même genre et nous regrettons de ne pas connaître le nom de son auteur. On en trouvera les dessins fig. 5 et 6, planche XIX de notre traité de la Laine peignée.

CHAPITRE XXIX

APPRÊTS MÉCANIQUES, RETORDAGE, MOULINAGE, FLAMBAGE ET FAÇONNAGE DES FILS.

§ 1. — Caractères et destinations des fils retors et apprêtés.

On désigne en général sous le nom d'apprêts, divers traitements variables. L'apprêt le plus simple consiste à fixer le tors

de certains fils simples d'une façon normale et à empêcher le vrillement. D'autres fois on opère par un doublage ou réunion d'un plus grand nombre de fils simples et leur retordage simultané pour en faire un seul et même fil plus consistant; ces produits sont employés dans un grand nombre de cas pour former la chaîne de certains tissus tels que les velours, les orléans, des spécialités d'étoffes pour coutil, pour pantalons, des tulles et en général des produits d'une grande résistance; les retors composés de deux fils seulement sont suffisants à la confection des chaînes; les fils à coudre se composent presque toujours d'un plus grand nombre de fils simples réunis, de trois à six. On finit parfois la préparation par l'enlevage du duvet de ces fils au moyen d'un flambage; quelquefois on se propose de leur donner un brillant particulier afin de les faire servir à des articles où l'on cherche à imiter l'éclat de la soie, ils sont alors dits *glacés*. L'usage des fils apprêtés de cette dernière façon commençait à se propager dans certaines étoffes pour robes au moment de la crise cotonnière. L'élévation extraordinaire du prix du coton en ralentit l'emploi un moment, leur usage s'est développé depuis dans la confection de différents articles et notamment pour des tissus mélangés où le coton forme le fond et les fils de soie la partie apparente de l'étoffe; Lyon surtout produit ces articles en quantité.

Au lieu d'opérer sur des fils écrus ou blanchis on fait souvent intervenir, dans les retordages, des fils de couleurs différentes; le produit est alors plus spécialement désigné sous le nom de *mouliné*. Il est destiné à des tissus façonnés simples, à effet de chaîne ou trame. Quelquefois aussi, au lieu de former un fil tordu où les fils composants apparaissent également, l'un des deux est entièrement recouvert par l'autre. Au lieu d'imprimer alors une torsion simultanée aux deux fils, l'un chemine en ligne droite sans torsion, et l'autre s'enroule en spires serrées autour du premier. Ce mode d'opérer fréquemment employé dans la passementerie et pour les articles où il entre des fils métalliques d'or et d'argent est nommé *guipage*, et le fil qui en résulte est dit *guipé*. L'exécution de la chenille en

soie repose également sur ce principe mais ici au lieu d'une âme rectiligne il y en a deux autour desquelles les boucles de soie s'enroulent et se composent simultanément pour former le duvet soyeux ; on se sert également de fils guipés pour faire des bas élastiques. Le fil droit est alors en caoutchouc et recouvert en coton ou autre substance.

Fils à coudre en coton substitués à la soie dans la couture des gants de peau. — Nous venons de dire que la soie est préférée au coton pour certains travaux à l'aiguille à cause de sa ténacité ; d'autres fois cependant on a recours de préférence au coton, recherché pour la régularité de ses fils simples beaucoup plus grande que celle des soies grèges. Il en est ainsi depuis un certain nombre d'années pour les fils destinés à coudre les gants, autrefois exclusivement en soie et qui sont aujourd'hui en coton ; il y a dans cette substitution du coton à la soie, en outre de la régularité sus-mentionnée une économie notable sur la dépense. Ces produits sont d'ailleurs, quant à la torsion, exécutés comme les fils à coudre en général.

1° On réunit deux fils simples du n° 152 chacun, on les tord ensemble, en leur donnant une torsion de 600 tours au mètre.

2° On réunit trois de ces fils doubles auxquels on imprime une seconde torsion de 300 tours au mètre. Le fil à coudre se trouve donc composé de six fils élémentaires dont le titre est devenu $\frac{152}{6} = 25{,}33$ par 500 grammes du n° 50,66 au kilogramme soit environ 50000 mètres, attendu que la torsion détermine un certain raccourcissement. Nous revenons plus loin sur ces derniers détails. Ainsi formés les fils sont soumis à la teinture, au chevillage, à l'aplatissage ou assouplissage, au dévidage sur les bobines, au grillage, à la purge mécanique, etc.

Fil façonné pour soutache. — On a cherché, il y a quelques années, à tirer un parti fort original du guipage. Au lieu de former des spires régulières autour de l'élément rectiligne jouant le rôle d'axe central, on a fourni le fil extérieur avec une vitesse différentielle à des distances régulières, de manière à composer un fil présentant de place en place des espèces de

petite solives, ou toute autre forme variable à volonté en raison des modifications qu'on pouvait apporter dans les vitesses relatives des deux fils, par le changement d'un simple pignon de commande.

On destinait ces *fils façonnés* à faire des broderies et des soutaches. Nous citons cette application, surtout comme un essai digne d'être sérieusement étudié, susceptible de bien des changements par l'emploi de fils de même couleur et de nuances différentes, tant pour la passementerie que pour la fabrication des étoffes.

Moyens de fixer la torsion de certains fils simples. — Vaporisation. — Nous sommes entrés ailleurs dans des considérations générales sur les vrillements des fils simples, leurs causes, les inconvénients qui peuvent en résulter; nous n'avons par conséquent pas à revenir sur cette partie du sujet. Nous nous bornerons ici à donner l'appareil le plus simple et le plus efficace pour fixer la torsion des fils et opérer le dévrillement.

Appareil à vaporiser de M. Simon, de Saint-Dié. — Cet appareil fort simple est figuré planche XXXIX, fig. 1, 2, 3, 4. La fig. 1 est une élévation de face, la fig. 2 est le même appareil vu de bout, la fig. 3 est une coupe verticale sur la plus grande largeur de l'appareil et la fig. 4, une section transversale. Voici d'ailleurs la légende de l'appareil :

A Caisse en cuivre rouge.

a armature en fer à T.

B Tubulures d'entrée et de sortie de vapeur.

C Tuyaux en cuivre rouge formant serpentin.

D Valve d'échappement.

E Portière en fonte rodée à coulisseaux et crémaillère.

F Contre-poids équilibrant la portière en fonte.

b c d Volant et commande de la crémaillère.

G Système pour activer le vide dans l'appareil après l'opération.

H Cuvette ronde en cuivre pour recevoir l'eau condensée de l'échappement.

I Tube d'écoulement de cette eau condensée.

K Caisses en tôle étamée.

L Socle en bois supportant l'appareil.

Le constructeur exécute et livre à l'industrie le même appareil de quatre types de volumes variables.

Le n° 1 a 2,80 de longueur.

Le n° 2 — 2

Le n° 3 — 1,20.

Ces trois numéros ont la même hauteur de 0,95, et 0,80 de largeur.

Le n° 4 a 1m,20 de longueur, 0,80 de largeur, et 0,65 de hauteur; ce dernier est plus fréquemment employé pour les fils de soie que pour les fils de coton.

L'appareil N° 1 contient 21 caissettes sur 3 rangs.

« N° 2 « 15 « 3

« N° 3 « 9 « 3

« N° 4 « 6 « 2 rangs.

Ces caissettes sont en tôle étamée brillante; elles ont 0,70 de longueur, 0,36 de largeur et 0,24 de hauteur; elles sont tarées au poids uniforme de K 6,500. Ces caissettes sont très-commodes en ce qu'elles évitent de faire une tare chaque fois que l'on pèse les filés et qu'on peut vaporiser dans celles même qui servent aux fileurs sans être obligé de les vider.

Rappelons que les principaux avantages de ces appareils sont de fixer le retors, d'arrêter le velu, de donner plus de corps, de poids et d'élasticité aux filés; aussi leur emploi se généralise-t-il de plus en plus tant dans les filatures de soie, de laine et de coton que dans les fabriques de bonneterie.

§ 2. — Des conditions à réaliser pour éviter les principaux défauts dans le retordage.

L'industrie des fils retors, moins compliquée que celle des fils simples, dont elle dépend, puisqu'elle opère avec des produits de celle-ci, présente néanmoins certaines difficultés particulières. En supposant même qu'elle n'emploie que des fils

simples relativement parfaits, ou considérés à tort comme tels dans le commerce, il reste encore des causes d'imperfection inhérentes au travail du retordage. Il est moins aisé qu'on ne peut le supposer de réunir un certain nombre de fils, et de les faire cheminer simultanément sous une tension constante. Il suffit, en général, de voir travailler un métier à retordre ordinaire pour remarquer la *mollesse* tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre brin (fil) qui concourt au produit. L'un des éléments est parfois prêt à rompre sous l'action qui l'appelle, pendant que l'autre est à peine redressé. Ces inconvénients ne sont pas toujours la conséquence des moyens mécaniques usités. Ils résultent parfois de l'inégalité de grosseur et de résistance signalée déjà, même dans les fils les plus soignés.

L'irrégularité de la torsion est la conséquence directe de ces difficultés. Le produit perd de sa valeur, non-seulemeut sous le rapport de l'aspect, qui ne présente pas le caractère recherché lorsqu'il est destiné à des étoffes où la torsion doit concourir à former le *grain* de la surface, mais aussi en raison de l'infériorité de son usage dans certains autres cas, et notamment dans son application à la couture. S'il n'est pas parfait alors, il occasionne nne double perte, celle résultant du déchet du produit et du temps d'arrêt. Cet inconvénient est si grave, lorsqu'il s'agit de coudre rapidement, avec des machines, par exemple, que la soie, à cause de sa supériorité de tenacité et malgré l'élévation de son prix, est souvent employé de préférence.

Mais il en est d'autres où cette matière ne peut se substituer au coton ; la broderie et la dentelle entre autres, en offrent des exemples.

Ces considérations justifient, ce nous semble, suffisamment les nombreuses recherches dont les métiers à retordre les plus simples de tous, ont cependant été l'objet et expliquent l'emploi d'un certain nombre de bouts simples lorsqu'on veut constituer des fils à coudre, il y a ainsi moins de chances d'irrégularités. Malgré les perfectionnements apportés à ce genre de métiers, aucun ne remédie encore d'une manière absolue

aux inconvénients signalés si on ne prend certains soins et des précautions préalables.

Il est à peine nécessaire de dire combien la qualité des fils simples destinés au retordage est importante. En supposant celle-ci aussi parfaite que possible, il est néanmoins encore convenable d'assembler préalablement par un dévidage simultané les fils destinés à être retordus ensemble. Ce n'est pas ainsi que l'on procède en général : on a l'habitude de développer les fils des bobines en les tordant; cette méthode a l'avantage d'économiser l'opération du dévidage préalable que nous recommandons, mais cette économie est souvent factice si l'on considère les imperfections qui en résultent dans la plupart des cas. C'est surtout en procédant de cette façon sur des bobines dont les dimensions et les tensions sous lesquelles elles ont été formées ne peuvent être mathématiquement égales, que les inconvénients signalés précédemment se manifestent [1].

§ 3. — Description de diverses machines à retordre.

Le métier mule-jenny ordinaire est souvent utilisé comme machine à retordre. Il suffit alors de le faire fonctionner sans étirage, de diriger les fils à retordre seulement entre la dernière paire de cylindres, afin de les livrer convenablement aux broches. L'exécution de la torsion et le renvidage du fil tordu ont lieu identiquement comme pour le filage.

Nous n'avons donc pas à revenir sur la description du métier représenté pl. XXIX, précédemment décrit, et nous

1. Depuis que ces considérations ont été écrites dans la première édition de cet ouvrage, leur exactitude a été démontrée par des applications pratiques; le doublage a lieu généralement avant le retordage, cette manière d'opérer jointe aux perfectionnements apportés à la filature a permis de diminuer dans certains cas le nombre de brins des fils à coudre et de faire ainsi des économies considérables. Là où il fallait naguère six fils d'un numéro déterminé on est arrivé au même résultat par trois fils d'un numéro double, en scindant en deux l'opération de l'assemblage et du retordage.

allons passer au système plus exclusivement réservé au retordage.

Machines à retordre, système continu. — La figure 2, pl. XXIX, représente une vue de côté d'un métier à retordre les fils de différentes natures. Un des côtés est une élévation et l'autre la coupe de la machine.

Les fils à retordre sont disposés sur les bobines E, mobiles sur leurs broches. Celles-ci reposent, comme on le voit, à leurs parties inférieure et supérieure, dans de petits trous ou pivots adaptés au montant du bâti général en fonte A. Ces fils se déroulent des bobines et vont passer sur des baguettes en verre ou en cuivre *z*, d'où ils sont guidés à travers des barbins en fil de fer *a*, qui les dirigent dans l'eau contenue dans une petite auge F. Cette immersion facilite la torsion du fil de coton et surtout du fil de lin, mais on ne s'en sert pas pour la laine. De l'auge, les fils passent sur la partie intérieure des cylindres lamineurs inférieurs qui sont en fer, et sur la partie postérieure des cylindres supérieurs *c* qui sont ordinairement en buis. Ces derniers les conduisent dans les orifices-guides *l*, *n*, placés sur une tige destinée à leur imprimer un mouvement de va-et-vient dans le sens de la longueur, afin de les faire croiser sur les bobines I, I, qui doivent les recevoir à leur sortie des ailettes *i*, destinées à leur imprimer la torsion. Les bobines et les ailettes ont chacune un mouvement de rotation indépendant, afin que l'envidage puisse avoir lieu convenablement. C'est aussi dans ce but qu'outre les mouvements de rotation, la bobine reçoit un mouvement de translation vertical le long de la broche, comme cela a lieu pour tous les métiers de ce genre.

Mouvement général de la machine. — Ce mouvement se compose, comme nous l'avons dit, de la rotation des broches et de celle des cylindres fournisseurs *c*, sur lesquels les fils sont tendus.

Mouvement des broches. — La courroie du moteur communique l'impulsion à l'arbre P au moyen des poulies folle et fixe Q. Sur l'arbre P se trouve le tambour L, qui transmet

la rotation aux broches de la manière suivante : une traverse D du métier porte de petits supports à coussinets, qui reçoivent les axes des cylindres ou poulies de renvoi M. Chacune d'elles, qui est commandée par le tambour L, mène à son tour quatre broches de chaque côté du bâti. La courroie qui passe en dessous du tambour L et d'une poulie M, vient embrasser deux noix K des broches disposées sur le côté gauche, et revient ensuite sur deux noix des broches du côté droit, pour retourner de là sur le tambour L. Les poulies M sont des rouleaux de tension, sur lesquels agissent les poids *o*, *o*, par l'intermédiaire des leviers *p*, *n*. Ces pressions servent à tendre également les courroies de manière à obtenir un mouvement régulier. C'est encore l'arbre P qui transmet le mouvement aux cylindres supérieurs *e*, *e*, qui amènent les fils ; sa rotation est imprimée au pignon 1, qu'il porte et qui engrène avec la roue 2, dont l'axe reçoit le pignon 3. Le mouvement est communiqué de ce dernier à la roue 4, de celle-ci à celle 5 qui porte l'arbre des cylindres *b*.

Ceux-ci, dans leur rotation, font tourner ceux *e* par le contact qui existe entre eux.

Mouvement du chariot, translation des bobines. — Sur l'arbre des cylindres *c* se trouve le pignon 6, dont l'action est transmise à des roues droites et à un excentrique X, placé sur l'arbre de la dernière, et de celle-ci aux galets *u*, auxquels sont attachés les leviers à articulation *s*, qui agissent sur les tiges *t*, adaptées aux rebords inférieurs des bobines, afin de leur donner le mouvement de va-et-vient nécessaire le long de l'axe de la broche. La quantité de torsion produite se calcule comme à l'ordinaire, par le nombre de tours des broches imprimé à la longueur de fil, fournie par les cylindres laminoirs alimentaires *c*. Lorsqu'on veut augmenter ou diminuer la torsion, on n'a qu'à changer un pignon ou une roue, et à les faire varier dans le rapport de la modification qu'on veut obtenir.

Le produit dont il vient d'être question est le plus simple parmi les retors, il consiste dans la réunion de deux fils seule-

ment. Il est évident que la difficulté d'obtenir un résultat parfait augmente avec le nombre de fils dont il est composé. Lorsqu'il s'agit de fabriquer du cordonnet simple au moyen de trois fils par exemple, il n'est pas toujours aisé d'atteindre la régularité désirable. Il existe plusieurs modifications du même système. Nous donnons une espèce de rouet fort simple qui a subi divers perfectionnements dans le but de régler la tension uniforme des fils composants, et de distribuer la torsion avec une régularité remarquable sur toute la longueur du cordonnet.

L'appareil est si élémentaire, qu'une description succincte suffit pour le faire apprécier dans tous ses détails.

§ 4. — Machine à faire le cordonnet en deux ou trois bouts, pl. XL.

Fig. 1. Elévation partielle de l'appareil.

Fig. 2. Plan de l'appareil débarrassé du montant du bâti qui l'entoure.

Fig. 3. Détails.

L'échelle d'exécution est variable.

U, bâti de l'appareil sur lequel s'élève un montant formant la moitié d'une arcade.

a, arbre central terminé à sa partie inférieure par un pivot qui tourne dans une crapaudine ménagée dans la table du bâti. Cet arbre est maintenu librement dans un collier que lui présente un bras Y attenant au bâti.

a', plateau circulaire tournant comme l'arbre *a* auquel il est fixé et sur lequel sont placés les étriers *b* et leurs bobines.

b, étriers à base circulaire, munis de bobines *c* et disposés sur le plateau *a'* de manière à pouvoir prendre chacun un mouvement de rotation vertical, tout en tournant avec le plateau. Leur nombre varie suivant les genres et spécialités des fils et suivant la nature du travail à opérer. Dans l'exemple pris ici, il y en a trois.

Les bobines *c*, chargées de fil (il y en a plusieurs sur chacune) et placées horizontalement dans les étriers, sont enfilées sur des broches qui leur permettent de tourner facilement pour opérer le dévidage, et qui sont maintenues entre les montants des étriers *b* par une disposition telle qu'on peut ôter et remettre à volonté les bobines pour les charger de matière.

Les brins que dévide chaque bobine sont maintenus dans une position de tension convenable par une pièce en fer *d*, qui les rejette en dehors de l'étrier, leur fait décrire un angle aigu et les oblige à rentrer pour sortir définitivement par une ouverture *e* située au sommet. Cette disposition a pour but d'empêcher que les brins n'opèrent leur torsion sur la bobine même, torsion qui, par conséquent, ne peut avoir lieu qu'en dehors de l'étrier par suite du mouvement de rotation qui lui est imprimé.

Pour empêcher que les brins sollicités ne se déroulent trop rapidement, chaque bobine est munie d'un petit frein modérant sa vitesse de rotation ; ce frein se compose d'un ressort, qui presse sur une palette *g*, transmettant cette pression à l'une des joues de la bobine.

Au sortir des étriers, les fils n'en formant déjà plus qu'un pour chaque bobine, se dirigent vers le haut de l'arbre central *a*, qui les maintient tout en ne leur permettant de se réunir pour être tordus ensemble qu'à la sortie du cône *i*, dont il est surmonté.

h est l'embase de l'arbre *a* ; c'est sur cette embase qu'est vissé le cône *i*.

Entre ces deux pièces est placée une sorte de rondelle *j*, dite régulateur de tension ; elle porte à sa circonférence des encoches pour recevoir chaque fil (fig. 3) et son diamètre est assez grand pour lui laisser du jeu, elle peut se déplacer horizontalement dans un sens ou dans l'autre. Grâce à cette disposition, lorsqu'un fil se trouve plus tendu que son voisin, il repousse de lui-même la rondelle, et par suite, son angle se redressant, l'équilibre se rétablit dans les tensions respectives des fils.

k est une poulie suspendue au montant du bâti, sur laquelle passent les fils réunis par la torsion de l'arbre a.

De là le produit formé, corde ou cordonnet l, vient se croiser sur une bobine de renvoi m qui le fait passer sur la bobine où on le recueille.

Cela posé, le mouvement est communiqué aux différents organes de l'appareil de la manière suivante :

n est une double poulie qui, au moyen d'une corde, transmet le mouvement du moteur à l'arbre a sur lequel elle est fixée.

o, roue dentée fixe, dans l'intérieur de laquelle tourne l'arbre a et engrenant avec les roues p placées sur le plateau mobile a'; celles-ci, à leur tour, commandent des pignons fixés aux étriers b, sous le plateau qui leur sert de base.

C'est donc le mouvement de l'arbre a et par conséquent le plateau a' qui en tournant, met en prise avec la roue o les roues p qui, de leur côté, agissent sur les étriers b par le moyen de leurs pignons respectifs.

C'est également l'arbre a qui fait mouvoir la bobine de renvoi m, au moyen de la vis sans fin q placée sous la poulie n.

A cet effet, la vis sans fin q engrène avec un pignon r dont l'axe horizontal tourne dans des collets vissés sur le bâti et porte une poulie à plusieurs gorges s. D'un autre côté, sur l'axe de la bobine m, disposé sur le bâti parallèlement à celui du pignon r, se trouve une poulie t analogue à la poulie s; la rotation est produite à l'aide d'une corde w réunissant ces deux poulies dans un rapport de diamètres qui varient suivant le débit qu'on veut obtenir.

En résumé, l'appareil opère deux torsions ; l'une sur les brins de chaque bobine par suite de la rotatien des étriers b, l'autre sur les fils produits et réunis en cordonnet par le mouvement de l'arbre a qui se fait en sens inverse de celui des étriers.

§ 5. — Exécution du cordonnet câblé.

Le cordonnet, composé de plus de trois bouts, est en général exécuté en deux opérations, ou câblé comne le sont les organsins de la soie, formés par la réunion de deux fils retordus ensemble dans un sens opposé à la torsion primitive de chacun d'eux.

Ces deux sortes de torsion ont lieu sur des moulins ou métiers analogues, au point de vue du principe, à celui de la planche XXIX. Ces machines n'offrant pas toutes les garanties voulues sous le rapport de la régularité du résultat, on les a également modifiées, afin d'arriver plus sûrement au but, et d'éviter les conséquences de la rupture de l'un des fils; on a imaginé un mode de débrayage simple pour arrêter la machine instantanément. La description suivante des appareils en question expliquera les divers points dignes d'être appréciés.

La figure 4, pl. XL, est une vue de face ; la figure 5 une vue de côté, et la figure 6 un plan-coupe suivant la ligne horizontale 1-2 d'un élément de la machine, qui se compose d'autant d'éléments semblables qu'on le désire.

Un tambour, ou cylindre A, commande les deux côtés du métier, au moyen de courroies convenables B qui passent dans les poulies c, c', folle et fixe, montées sur un arbre vertical D qui porte une roue dentée E, servant à la commande de la broche à retordre et des bobines à tordre et même à filer.

Le pignon de l'arbre g de la broche à retordre H est un peu plus grand que les pignons J, J des arbres j, j, qui portent les bobines L ; de cette manière, la broche à retordre fait un moins grand nombre de tours que les bobines fournisseuses et les mouvements des trois arbres verticaux g, j, j, sont toujours dans le même rapport, quelle que soit la vitesse initiale du tambour A et de la roue E.

Les bobines L, L, qui portent les fils à travailler, sont emmanchées sur l'embase inférieure l, de manière à tourner avec

l'axe *j*, le fil est forcément et constamment écarté de la bobine par le disque *m* que l'on dispose à la partie supérieure et sur lequel il prend un point d'appui pour se retordre sur lui-même en même temps qu'il se dévide, attiré par le mouvement d'enroulement de la broche à retordre.

Chacun de ces fils des bobines L,L va faire un ou plusieurs tours sur la tringle P en verre ou matière convenable, cette tringle constitue un second point d'appui, et c'est dans la longueur comprise entre cette tringle et le disque *m* que le fil se retord sur lui-même avec une vitesse considérable et dans d'excellentes conditions de travail.

Les deux fils *x*, après avoir tourné autour de la tringle P, viennent passer dans un orifice *q* d'une tringle R pour se rendre ensuite sur la broche à retordre.

Les deux fils se tordent ensemble entre les deux points *q* de la tringle *s* de la broche à retordre, puis le produit terminé s'enroule à mesure sur la bobine horizontale *t*.

Les figures 7, 8, 9 et 10 donnent les détails d'un système mécanique qui permet de préparer les fils doublés en opérant automatiquement l'arrêt immédiat de l'organe si un des fils se brise, par quelque cause que ce soit.

La figure 7 est une vue en élévation qui montre l'ensemble d'un appareil. La figure 10 indique la partie supérieure du disque du plateau de torsion.

L'axe vertical porte deux plateaux X et Y et deux poulies folles et fixes *v*, dont l'une, celle inférieure par exemple, lui transmet un mouvement rapide de rotation qu'il reçoit par courroies d'un tambour situé dans l'axe longitudinal de la machine mû lui-même par une transmission quelconque.

Cet axe tourne dans une crapaudine *a*, encastrée dans la traverse *b* du bâti et dans un godet à huile *c*, encastré également dans une traverse du bâti.

Le plateau Y porte, par exemple, six bobines, semblables à celles indiquées figure 6, dont les fils passent sept trous du disque supérieur X, vu à part en plan (fig. 8); ces fils sont guidés à leur sortie de ces trous par une pièce fixe *e*, et par

une pièce mobile f, puis ils passent entre les rouleaux g, h, et se rendent sur la roue A pour s'enrouler, réunis par un petit trou de la tige j, sur un guindre qui est relié à la tringle k munie d'un œil conducteur K, et le fil, retordu légèrement, va s'enrouler sur un dévidoir M, possédant un mouvement de rotation dû à son frottement sur le tambour A.

Les rouleaux g h (fig. 9) sont montés à l'aide d'un support c, sur une traverse B, dont la coulisse permet de les éloigner ou rapprocher de la tangente à la roue A.

Le tambour A est monté sur un arbre D, qui reçoit le mouvement de rotation convenable pour appeler le fil tordu sur le guindre M ; l'arbre D porte autant de roues semblables qu'il y a d'appareils de torsion sur un des côtés du métier.

La roue A est calée sur l'arbre D par une pièce F constamment appuyée sur lui par la vis r et porte sur l'une de ses faces latérales une série de taquets placés à une distance convenable entre le centre et la circonférence extérieure (fig. 10) ; sur une traverse q est disposé un levier t oscillant, et dont le bras s porte une saillie o qui, lorsque la machine est en fonction, repose sur une autre saillie i de la tige m, la juxtaposition de la saillie o sur celle i est maintenue par le ressort y, jusqu'à ce qu'un effort supérieur l'emporte sur l'effet du ressort. La tringle m, à sa partie inférieure, porte une queue u constamment appuyée sur la courroie de transmission et à sa partie supérieure elle est reliée à un balancier p, muni d'un contre-poids a d'un côté et de l'autre d'une saillie b, faisant l'office de taquet ; supposons que le fil j vienne à se casser, la pièce f, qui était retenue par ce fil, prendra, par l'action de la force centrifuge, la position ponctuée, buttera contre l'extrémité du levier q et l'entraînera sur une longueur suffisante pour obtenir le déchaussement de la saillie o et de celle i ; alors le contre-poids du balancier p, n'étant plus retenu dans sa position normale, descendra par sa pesanteur, en faisant remonter le taquet b, qui viendra s'introduire entre les saillies et arrêter tout mouvement, car la queue u, entraînée par la tringle m, transportera la courroie sur la poulie folle.

Il résulte de là que l'axe vertical cesse de tourner et que l'arbre D continue à entraîner toutes les roues A dont le taquet n'est point rencontré, mais laisse fixes celles dont le taquet rencontre la saillie *b* comme obstacle. Il est donc facile de comprendre qu'il suffit de mettre en jeu la tige *q* et de lui faire décrire un petit arc de cercle pour que l'appareil de torsion se trouve arrêté jusqu'au moment où l'ouvrier voudra renouer le fil qui s'est rompu, attendu que l'arrêt est dû à la rupture même [1].

§ 6. — Fils moulinés ou jaspés.

Rien de plus facile ni de plus simple que d'obtenir, au moyen des appareils décrits, des fils avec des spires de deux ou de plusieurs couleurs, il suffit, à cet effet, de retordre ensemble un nombre égal de fils teints conformément aux nuances désirées. Mais si l'exécution de ces fils façonnés n'offre aucune difficulté, leur production n'en est pas moins onéreuse, attendu que pour arriver à une finesse déterminée, il faut employer deux fils d'une finesse double. Si par exemple, on veut produire un fil retordu quelconque, blanc ou de couleur, mesurant 50,000 mètres au kilogramme, il faudra nécessairement qu'il soit formé de deux fils du numéro 100 chacun. Son prix de revient se composera donc de celui des deux fils du numéro 100 et de la dépense nécessitée pour leur réunion et leur retordage. Cette dépense est naturellement proportionnelle à la finesse du fil retordu. On a poursuivi le même but plus économiquement en faisant teindre des boudins à part jusqu'au métier à filer, et en réunissant sur ce dernier des boudins de couleurs différentes; le fil, quoique simple, sera nuancé en raison des diverses teintes des mèches de la préparation.

Ce moyen simple et facile en apparence offre cependant des

(1) Ce casse-fil débrayeur, rationnel théoriquement, ne s'est cependant pas propagé par suite des difficultés de son exécution pratique qui ne donne pas toujours la précision voulue au déclanchement.

inconvénients assez sérieux pour qu'il ne soit pas à recommander.

Ces inconvénients consistent 1° dans la difficulté que présentent les transformations des cotons teints, ils se cardent très-difficilement et, ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà, détériorent rapidement les garnitures surtout lorsque les couleurs sont foncées ; les étirages et la torsion ont lieu également avec plus de difficulté. Il faut de plus un matériel spécial, puisque l'on ne pourrait carder des cotons non teints ou des couleurs claires sur des garnitures qui en ont travaillé des foncés.

A cette manière de procéder on a substitué avec raison des fils d'une très-faible torsion susceptibles néanmoins de supporter la manipulation de la teinture. On transforme les écheveaux en bobines ; celles-ci, préparées de nouveau soit aux bancs à broches, soit à un métier à filer en gros, sont détordues et étirées pour former des mèches avec un léger degré de tors. Ce sont ces boudins de couleurs différentes dont on alimente le métier à filer, absolument comme lorsqu'on file les écrus à double mèche.

Il va sans dire que pour détordre les gros fils après leur teinture, on devra imprimer à la broche un mouvement de rotation en sens inverse de celui de la première torsion. Ce moyen a l'avantage de pouvoir donner un fil jaspé plus souple que s'il avait été composé par la torsion de deux fils ensemble. On pourra donc, suivant les caractères recherchés, employer l'un ou l'autre de ces systèmes. Pour des fils plus ou moins raides, et devant offrir une combinaison également répartie dans les nuances, le premier mode, la réunion des deux fils faits, sera préférable. Mais pour des jaspés proprement dits devant présenter toute la douceur désirable pour la confection des articles de la bonneterie en général, la méthode de la décomposition des gros fils pour en former des mèches après teinture paraît plus avantageuse.

Une certaine catégorie de fils retors, surtout celle destinée à la fabrication des tulles et de la dentelle, a besoin d'être com-

plétement débarrassée des petites fibrilles ou duvet de la surface ; cet effet est obtenu par le gazage.

§ 7. — Gazage ou grillage des fils

Le moyen le plus efficace, le plus simple et le seul en usage maintenant pour flamber les fils consiste dans l'emploi d'un bec de gaz allumé, à travers la flamme duquel on fait passer le fil avec une grande rapidité afin d'enlever seulement les fibrilles de la surface sans que le produit puisse être atteint. Pour que l'opération réussisse, il faut un tirage énergique au-dessus du lieu de la combustion, et faire passer le fil par la partie blanche de la flamme. Les métiers à flamber sont disposés d'une façon identique à celle d'un métier continu, c'est-à-dire qu'il y a un bâti garni d'un certain nombre de becs à griller de chaque côté, en moyenne 72, ou 144 pour autant de fils. Les bobines qui reçoivent les fils après le gazage tournent avec une grande rapidité (de 2500 à 3000 tours à la minute), chaque bec peut gazer de 3,000 à 4,000 mètres de fil par jour.

La fig. 7, pl. XLII, donne l'ensemble de la disposition de l'un des becs de la machine, sur une section transversale du bâti général. Le fil à griller est placé sur une broche ou axe libre de la bobine b ; en se déroulant il passe sur une baguette en verre placée dans le petit montant p, puis dans une fente d'un levier z articulé, portant une encoche e à la partie inférieure pouvant s'engager dans un bouton saillant i du levier S, et vient se tendre convenablement ensuite sur les cylindres q' q^1 placés à cet effet de chaque côté de la flamme f du bec l, dont l'extrémité inférieure est nécessairement munie d'un robinet de service. Du cylindre q' le fil se dirige sur un second tube en verre v, puis dans un guide g adapté à la tige h, douée d'un mouvement de va-et-vient distributeur du fil sur la bobine G ; afin de faciliter le mouvement de la tringle h, elle roule sur des galets k. La transmission de rotation est imprimée à

cette dernière par la révolution d'une poulie tournante E, F, dont la circonférence extérieure frotte contre un collet ou tourillon de la bobine. Il suffit par conséquent de soulever la bobine G, ou d'empêcher son contact d'une façon quelconque avec sa poulie motrice F, pour qu'elle cesse de tourner.

Le mécanisme de la transmission est combiné de façon à soustraire le fil à l'action de la flamme aussitôt qu'une grosseur, un nœud ou un obstacle quelconque s'oppose à son développement. A cet effet, les bobines G placées chacune à l'extrémité d'un levier S peuvent tourner autour d'un point d'appui *t*. Ce levier est lié à un second, courbe et à manche *u u'*, la liaison est telle entre les deux leviers, qu'en soulevant le dernier *u u'*, on soulève en même temps le premier S. Celui-ci est muni d'une fente horizontale qui reçoit la tige verticale recourbée *w y* fixée en *x* qui soutient le tube du bec de gaz *l*.

Lorsque le mécanisme est en activité, que le fil se déroule, l'encoche *e* embrasse le bouton *i* du levier S, cette position maintient la bobine G qui forme l'extrémité opposée du levier S sur la poulie de friction E. A ce moment la position du bec de gaz est réglée de façon à se trouver dans le passage du fil. Mais dès qu'un obstacle, une boucle, une grosseur, etc., vient à se présenter à la fente du levier *z*, la résistance est suffisante pour dégager l'encoche *e* de son bouton *i* ; l'extrémité libre du levier S qui s'infléchit vient dans ce cas frapper une planche L et imprimer une secousse au bras vertical recourbé *w y* qui fait dévier le bec de gaz en même temps que la bobine G a été soulevée par le basculement de l'extrémité du levier opposée à celle du bouton *i*. Il y a donc arrêt de la bobine et soustraction simultanée du fil à l'action de la flamme.

Ce mécanisme délicat fonctionne néanmoins avec précision et sûreté. Il est surtout employé pour les fils retors destinés à la fabrication des tulles et pour divers fils de laine, notamment pour ceux destinés aux popelines, aux harnais de tissage, etc.

§ 8. — Apprêts ordinaires des fils à coudre en coton.

Ces apprêts se divisent généralement en deux sortes désignées sous le nom d'apprêt fort et d'apprêt léger; l'apprêt fort consiste à imprégner complétement le fil et à le saturer du liquide apprêteur formé presque toujours d'une dissolution d'amidon; cet apprêt est appliqué aux gros fils qui doivent avoir plus ou moins de raideur, destinés à *bâtir*, et aux ouvrages préparatoires de la couture; les fils fins reçoivent au contraire un enduit liquide et sont moins pénétrés, de manière à leur conserver leur souplesse. Le liquide apprêteur peut varier. Ainsi que nous le faisons remarquer plus loin, la glycérine joue depuis quelque temps un rôle efficace dans ces sortes de préparations.

§ 9. — Lustrage ou glaçage.

Le lustrage a pour but de donner plus de corps ou de ténacité au fil et surtout de le rendre aussi brillant que possible. Les moyens employés se conçoivent aisément sans figures; ils consistent dans une espèce de frottement que l'on fait subir à froid ou à chaud au fil, sec ou humecté par un liquide gommeux dont la nature peut varier; c'est pour la plupart des fois une dissolution légère de gomme arabique, de graine de lin, de fécule, de farine, etc. La glycérine essayée d'abord, délaissée ensuite, a été reprise de nouveau avec succès dans la plupart des apprêts pour les fils et les étoffes qui doivent présenter de la souplesse et de l'éclat. L'efficacité de cette application dépend du degré de pureté de la glycérine; complétement blanche et à 28° elle donne de bons résultats. Les proportions des mélanges de ces liquides peuvent varier suivant les cas ainsi que les appareils de tension et de pression pour faire cheminer le fil et agir sur lui. En général, lorsque les liquides gommeux intervien-

nent, les fils sont ensuite soumis à un brossage pour bien les imprégner de gomme et incorporer le duvet en le couchant.

L'article a-t-il besoin d'une certaine raideur, comme les fils pour la couture, la cordonnerie ou autre emploi analogue, on lui fait nécessairement subir un gommage. S'il doit au contraire servir dans la confection des étoffes et conserver sa souplesse, le brillant lui est fourni par l'action d'un frottement déterminé par son passage entre deux corps chauffés, deux cylindres creux, dont l'un au moins reçoit une certaine température à l'intérieur. L'action est analogue à celle du *chevillage* des fils de la soie, elle consiste dans le passage de l'écheveau à apprêter, tendu sur une grosse cheville creuse et chauffée à la vapeur. La manipulation a généralement lieu à la main; depuis quelque temps seulement on a commencé à opérer automatiquement.

Le moyen de lustrage à sec du coton que nous avons vu employer est le suivant :

L'écheveau de fil simple ou retors à lustrer est passé sous l'action d'une certaine tension sur deux rouleaux dont l'un est mobile dans une espèce de coulisse d'un bâti, afin de permettre d'agir sur des écheveaux de longueur différente, ou de produire une tension variable à volonté, en éloignant plus ou moins les deux centres des cylindres. Le cylindre supérieur est ordinairement comme ci-dessus en métal creux et tourne en contact d'un cylindre de pression, plus ou moins chargé par un levier à poids; le cylindre tendeur inférieur est en bois. Le système ainsi disposé, l'écheveau tourne entre les circonférences des deux cylindres supérieurs en contact et autour de celle du rouleau en bois intérieur. En le retournant dans tous les sens on finit par le lustrer sur tous les points, le résultat est bien entendu, plus rapidement obtenu pour un fil simple que pour un fil retors. La production d'un seul élément semblable à celui dont nous venons de donner une idée ne peut guère fournir que 2 à 3 kilogrammes de fils apprêtés par jour. Une machine en contient un plus ou moins grand nombre.

Le mode de frottement appliqué pour apprêter le fil n'est pas

indifférent. Un frottement de glissement donnera une apparence cirée tandis que le frottement de roulement déterminera un brillant uniforme plus flatteur. Il est donc bon de faire tourner les deux cylindres entre les surfaces desquelles passe l'écheveau et de leur imprimer une égale vitesse angulaire.

Ne pouvant traiter cette question des fils retors qu'accessoirement, nous croyons néanmoins devoir appeler l'attention des praticiens sur les résultats divers auxquels on arrive suivant que l'on fait usage de l'un ou l'autre mode de frottement.

Cette industrie des fils à coudre forme une branche spéciale assez importante et qui ne peut être traitée utilement qu'en parlant du blanchiment, de la teinture et des divers modes d'apprêts. Nous ne pourrions donc nous en occuper davantage ici sans sortir du sujet spécial de ce traité.

§ 10. — Machine automate à faire les petites bobines pour fils à coudre.

Le dévidage ou transport d'un fil en écheveau ou en bobine sur une autre bobine est un travail des plus simples en apparence. Cependant le problème se complique si l'on considère que le fil dans son envidage doit rester constamment soumis à une tension uniforme, qu'il doit se disposer en circonférences successives avec une régularité mathématique, que l'ensemble des couches superposées, au lieu de former un cylindre régulier d'égale grosseur sur toute sa hauteur, doit se constituer d'un fût cylindrique, avec des rebords en talus qui simulent assez bien une embase et un chapiteau, que la quantité ou la longueur du fût d'une même bobine doit rester constante et être fixée sur la bobine au commencement de l'opération et arrêtée à la fin par une entaille faite au petit récepteur, que le fil doit être parfois lustré en s'enroulant, enfin que cette opération accessoire du dévidage est une charge dont il faut diminuer autant que possible la durée et les frais. Cette dernière condition,

ajoutée à celle de la nécessité de la régularité de la forme, a fait imaginer depuis longtemps déjà des machines à tourner les bobines. La nature de celles-ci peut varier ; on les fait en métal, en os, en ivoire, mais elles sont le plus généralement en bois. Pour donner une idée de leur utilité, il suffit de dire que l'une de ces machines, surveillée dans sa marche par un enfant, peut tourner 70 à 80 grosses de bobines par jour.

La machine à bobiner exposée en 1862 pour la première fois par MM. Sharp Steward et C^e^, de Manchester, est de l'invention de M. William Weild. La manière extrêmement ingénieuse dont il a résolu l'opération du dévidage automatique complet prouve à elle seule les connaissances spéciales de l'auteur. Aux conditions à remplir énoncées ci-dessus il faut ajouter celle du transport et du placement automatique de la bobine. La machine la prend en effet dans une auge où elle est disposée, la met en place sur son axe, et commence l'enroulement en spirales superposées du fil, tout en le frottant, lorsqu'il a besoin de lustre, jusqu'à ce que la longueur totale des spires représente un développement déterminé à l'avance, 180 mètres par exemple. L'appareil pratique alors une entaille pour y engager l'extrémité du fil, puis la bobine va se placer dans la position qui lui est réservée en descendant le long d'un petit plan incliné. Une seule machine peut former simultanément un plus ou moins grand nombre de bobines, celle de l'exposition en avait six. La perfection du résultat ne laisse rien à désirer. La construction de cette machine et d'autres de ce genre, pour les besoins du tissage, prouve combien l'industrie anglaise est familiarisée avec ces sortes de mécanismes et attache d'importance à la réalisation de problèmes auxquels nous n'accordons qu'une médiocre attention.

Le Conservatoire des arts et métiers s'est empressé d'acheter pour ses galeries un magnifique modèle sur une échelle réduite, qui fonctionne néanmoins avec la précision de la machine qui a été tant admirée à l'exposition, sa description fera saisir l'intérêt qu'elle présente. Nous dirons seulement,

pour faire apprécier son avantage, qu'avec ses six bobines, elle peut envider de 18 à 20 grosses par jour de dix heures de travail effectif. Une ouvrière ordinaire réalise le travail de 5 à 6 dévideuses habiles, travaillant à la main. Il a été calculé dans un compte-rendu anglais, concernant les services rendus par cette petite machine, qu'elle pouvait faire économiser annuellement une somme de près de 100,000 livres ou 2 millions de francs, c'est-à-dire les cinq sixièmes de la main-d'œuvre de trois mille personnes employées jusqu'ici au dévidage des petites bobines. La machine et ses détails sont représentés dans la planche XLI.

La figure 1 est une élévation longitudinale de face.

La figure 2, une coupe verticale en travers de la machine.

La figure 3, un plan horizontal sur une échelle plus grande de l'un des éléments.

Les figures de 4 à 8 sont des détails.

1° *Transmission générale de mouvement.* — Le mouvement est donné aux différents organes de la machine par l'intermédiaire d'un arbre horizontal, supporté par le bâti même, et mû par l'arbre de couche de l'atelier.

Cet arbre a été supposé placé, sur le dessin, sous le plancher, et, par conséquent, à la partie supérieure de l'atelier immédiatement inférieur, cette disposition se rencontre le plus souvent, les étages inférieurs étant employés à la préparation des matières, qu'il s'agisse du lin, du chanvre ou du coton.

Cet arbre intermédiaire porte une poulie d'une grande largeur. Une courroie transmet le mouvement à l'une des trois poulies, placées au-dessous, suivant la position de la fourche de débrayage.

La poulie P (fig. 1) est calée sur un axe et met en mouvement les différents engrenages, nécessaires pour arriver à la vitesse voulue des broches qui sont toutes horizontales.

La poulie P′ est placée sur un arbre creux entourant le premier, et sert à transmettre un mouvement de rotation continu à la poulie O qui est l'organe essentiel du débrayage automatique.

La troisième poulie P'' est calée sur un arbre creux placé autour du premier, lequel commande, à l'aide d'engrenages droits et coniques, tous les systèmes des cames employés pour les différents mouvements de translation et ceux nécessaires à la préparation de la bobine, c'est-à-dire le mouvement de levage du couteau et des crochets.

2° *Description des différents organes mis en mouvement par la poulie P.* — La poulie P est calée sur l'arbre a' sur lequel se trouve aussi fixé un frein, dont l'usage sera expliqué à propos du débrayage, et une roue d'engrenage 1 d'un grand diamètre, commandant un petit pignon calé sur un arbre intermédiaire, lequel commande un pignon d'un même diamètre 2 calé sur l'arbre a''.

Cet arbre se prolonge dans toute la longueur de la machine pour donner le mouvement aux pignons 3 montés sur le prolongement de chaque broche.

Pour pouvoir exécuter les divers mouvements de transport de la bobine, chaque broche est munie d'un pignon semblable recevant le mouvement d'une grande roue calée sur l'arbre a''.

Ce même arbre a'' commande, au moyen d'une série de trois engrenages, le guide g G (fig. 2 et 4), à mouvement de va-et-vient sur toute la longueur de la bobine.

Cet appareil-guide se compose (fig. 1, 5 et 5 *bis*) d'une vis sans fin V à deux pas, l'un à droite, l'autre à gauche, tournant avec une vitesse proportionnelle à la vitesse de rotation de la bobine; de deux peignes p et p', l'un fileté à droite, l'autre fileté à gauche, et enfin d'un taquet T' placé entre les ressorts r et r'.

Ces deux peignes p et p' sont fixés sur la tringle t, et par conséquent tout mouvement de translation qui leur est transmis, est communiqué au guide G du fil que l'on doit bobiner.

Dans la position indiquée par la figure 5, le taquet T' est monté sur une pièce S, ayant la forme d'un trapèze, et par suite le peigne p est appuyé contre la vis, laquelle tournant entraîne tout le système de gauche à droite jusqu'à ce que le taquet T' soit arrivé à l'extrémité de S, le ressort z' agira pour

forcer T′ à passer en dessous de S ; et le peigne p appuiera alors sur l'autre partie de la vis z. Le mouvement commencera donc à s'effectuer en sens contraire et il se continuera tout le temps que T′ restera sous la pièce S.

Pour donner de la solidité à la bobine, et en même temps une meilleure apparence, tout en n'augmentant pas la quantité de fil enroulé, les filateurs donnent aux zones de la bobine une forte inclinaison, de telle sorte que la machine doit pouvoir varier la course à faire parcourir au fil depuis la longueur AB jusqu'à CD (fig. 3). Pour arriver à ce résultat, un cliquet y (fig. 1), fixé à la pièce qui relie les peignes au taquet T, agit sur une roue à rochet R et la fait tourner d'une dent pour chaque course du fil ; sur l'arbre de cette roue se trouve calée une came K qui agit sur la pièce S pour la faire avancer d'une certaine quantité, pendant chaque course, de gauche à droite du fil.

Il en résulte que la course du taquet au-dessus ou en dessous de la pièce S augmente d'une certaine quantité, et que, par conséquent, la course du guide G augmente de la même manière.

On arrive par ce moyen à faire varier les deux courses extrêmes du guide G, dans le rapport de AB à CD.

On peut donc, à l'aide de ces transmissions, ayant toutes pour point de départ la poulie P′, enrouler le fil d'une manière continue, en satisfaisant aux diverses conditions réclamées pour la forme des bobines.

3° *Description des différents organes mis en mouvement par la poulie* P″. — Les différents engrenages commandés par cette poulie ont tous pour but de ralentir la vitesse, tandis que ceux commandés par la poulie P l'augmentent graduellement depuis l'arbre de cette poulie jusqu'à la broche qui doit recevoir la bobine.

La poulie P″ fait corps avec un arbre creux ; un pignon, venu de fonte avec un arbre, commande une roue dentée B, calée sur l'arbre b à l'extrémité duquel se trouve fixé un petit pignon b'. Ce pignon b' commande une roue B′ calée sur

l'arbre b'', qui porte un tambour G′ contenant trois cames.

L'arbre b'' sert lui-même à donner le mouvement à un autre tambour C′ au moyen de deux engrenages coniques et de l'arbre c.

Ces différentes cames ont toutes pour but d'amener les bobines sur la broche et de l'en retirer lorsque le fil est enroulé.

La bobine est placée sur le tablier T pendant qu'une autre est placée sur la broche et se garnit de fil. Celle-ci, une fois terminée, tombe sur une tablette en bois fixée sur le bâti, par suite de l'enlèvement de la broche qui rentre dans le manchon creux M venu de fonte avec l'engrenage E (fig. 3).

Le porte-fil G se lève pendant tout le temps nécessaire au placement de la bobine, la came d effectue ce mouvement à l'aide d'un balancier d' (fig. 2), d'une bielle d'', d'un levier d''' tournant autour de l'axe i qui règne dans toute la longueur de la machine, et qui porte un levier et une bielle d_4 se terminant par une manivelle calée sur la tringle t qui supporte les guides G. Deux contre-poids J′ agissent sur l'axe i pour appuyer toujours le levier d' sur la came correspondante d.

La première et la troisième came du tambour G′ agissent à leur tour, par l'intermédiaire des leviers tournant autour de o, sur la tige I fixée à la pièce L et sur la tige I′ fixée à la pièce L′ (fig. 4), pour faire avancer vers la gauche la contre-pointe M′ fixée à L et la broche fixée sur L′; la broche se trouve ainsi ramenée dans sa position primitive, telle qu'elle est représentée sur la figure 3.

Par suite de ces deux mouvements, il reste donc entre l'extrémité de la broche et la contre-pointe un espace suffisant pour placer la bobine dans l'axe prolongé de la broche.

La came e agit alors sur le levier e' calé sur l'arbre e'', qui se prolonge dans toute la longueur de la machine, et qui porte vis-à-vis chaque broche un autre levier e''' auquel est fixé le tablier T.

Le tablier T soulève la bobine; puis la première came du tambour G′ agit de nouveau pour ramener la contre-pointe

dans sa position primitive en poussant la bobine et en l'enfonçant sur la broche.

Le tablier T redescend pour revenir dans sa position primitive, et l'ouvrier y pose une bobine qui sera placée sur la broche lorsque l'enroulement sera terminé sur celle qui la précède.

Une fois la bobine mise en place, l'embrayage automatique des mouvements de rotation s'effectue par suite du transport de la courroie de la poulie P'' sur la poulie P.

Lorsque l'enroulement du fil est terminé, en satisfaisant aux diverses conditions énoncées, le débrayage des mouvements de rotation s'effectue automatiquement et la courroie est ramenée sur la poulie P''. Ce débrayage n'a lieu que lorsque le fil est enroulé sur toute la longueur de la bobine et qu'il est arrivé contre la paroi droite de celle-ci.

La came *d* agit et relève le guide G du fil.

La deuxième came du tambour G' agit à son tour sur le levier correspondant et sur la tige I'', laquelle porte le crochet Q (fig. 3 *bis*). Ce crochet rencontre le fil et l'entraîne vers la droite, il force, par conséquent, ce dernier à passer sous le crochet R et sous le couteau S (fig. 3, 3 *bis* et 4).

La came *f'* fait marcher une série de leviers qui permettent au crochet R de descendre pour diriger le fil, et au couteau *s* de venir entailler la bobine, en forçant le fil *f* à pénétrer dans l'entaille formée.

Par l'intermédiaire d'un autre levier, un autre crochet *u* agit pour rabattre le fil, tenu d'une part dans l'entaille, et de l'autre par le guide G.

Ce crochet oblige le fil à pénétrer profondément dans l'entaille et rentre lui-même, en entraînant le fil, dans une sorte de gaîne X, portant un couteau *x*. Le fil, en passant sur ce couteau, est coupé; la première came du tambour G' retire la broche (fig. 3 *bis*), et la bobine tombe sur la tablette.

Les divers mouvements de translation s'exécutent de nouveau pour placer une nouvelle bobine sur la broche.

Ce qui vient d'être dit pour une des broches peut se répéter

pour toutes les autres, et, en faisant le métier suffisamment long, le même ouvrier pourra en même temps enrouler le fil sur 12 et même 20 bobines. Comme toutes les opérations peuvent s'effectuer mécaniquement, le temps économisé à l'aide de cette machine est très-considérable.

Le fil est fourni à chaque broche par une grande bobine J, placée sur une broche fixe, comme l'indique la figure 2.

Chaque guide G est muni d'une pince à ressort z qui a pour but de donner une certaine tension au fil s'enroulant sur la bobine.

La courroie servant à transmettre le mouvement ayant une largeur supérieure à celle des poulies correspondantes, il s'ensuit que cette courroie en passant de P sur P″ ou réciproquement, restera toujours d'une manière continue sur la seconde P′ pendant les différents mouvements de translation ou pendant le mouvement de rotation.

Le dessin n'a pas pu reproduire complétement les divers organes constituant le débrayage automatique.

La figure 6 représente le plus important.

Sur l'arbre l se trouve fixé un manchon sur lequel on a tracé un sillon hélicoïdal, un goujon appartenant à la fourche de débrayage vient se loger dans cette rainure, de telle sorte qu'un demi-tour de l permet au débrayage de pousser la courroie de la poulie P sur P″ ou réciproquement.

Sur ce même arbre l se trouve aussi calé un tambour cylindrique N creusé légèrement suivant deux génératrices de sa surface en n et n'.

Ce tambour N s'appuie constamment sur une poulie pleine O garnie de cuir à sa surface et tournant continuellement. Soit que la courroie soit placée sur P ou P″, cette pression est augmentée par le ressort q agissant sur une petite cheville fixée sur le tambour N.

La poulie O, ayant toujours un mouvement de rotation assez rapide, entraînerait par simple contact le tambour N, si ce dernier n'était pas retenu par le taquet qui vient buter sur une pièce fixée au levier m.

Il faut donc pour que l'entraînement ait lieu, que le levier m soit poussé vers la gauche ; c'est ce qui arrivera lorsque tout le fil aura été enroulé sur la bobine, car m est en relation directe avec la pièce S qui avance constamment, mais d'une petite quantité, pendant l'enroulement.

Dès que le taquet du levier m' sera libre, N tournera mais S étant ramené brusquement par un ressort spécial, m suivra cette pièce dans son mouvement, et présentera son arrêt au taquet O″ diamétralement opposé à C. Le tambour N sera donc arrêté en n'ayant tourné que d'un demi-tour, l aura suivi ce mouvement, et par suite la courroie sera amenée de la poulie P sur P″.

Une came se trouve aussi calée sur l'arbre l, et agit sur le levier du frein dont il a été question précédemment. Ce frein a pour but d'arrêter plus rapidement le mouvement des broches lors du débrayage, le mouvement pouvant se continuer pendant assez longtemps, par suite de la vitesse acquise, si le frein n'agissait pas.

Cet arrêt brusque est d'autant plus nécessaire que c'est immédiatement après que le couteau agit pour entailler la bobine.

Lorsque les différents mouvements auront placé les nouvelles bobines sur les broches correspondantes, une roue à rochet et un cliquet agissent sur l'arbre de la came qui fait avancer la pièce S, m suit évidemment ce mouvement, le tambour N se trouve de nouveau libre, mais pour un demi-tour seulement. Pendant cette demi-révolution, la courroie a été reportée sur la poulie P, et le mouvement de rotation est transmis à toutes les bobines.

Ces divers mouvements, quoique assez compliqués, s'exécutent avec une très-grande exactitude, sans que les organes soient par trop délicats ni susceptibles d'être mis hors de service au bout d'un temps trop court ; les dépenses de ce chef et les arrêts sont par conséquent moins fréquents qu'on pourrait le supposer. Le travail s'effectue très-rapidement et beaucoup

mieux qu'à la main, le transport du fil ainsi que sa tension étant très-réguliers.

CHAPITRE XXX

TITRAGE ET DÉVIDAGE DU FIL

Le titrage ou numérotage des fils indique soit la longueur pour une unité de poids donnée, soit le poids pour une unité de longueur déterminée, il fait par conséquent connaître le degré de finesse relative du fil. Le titrage du coton repose sur le premier système. Une ordonnance royale de 1819 a fixé l'unité de poids à 500 grammes et la valeur du numéro au nombre de kilomètres contenu dans le demi-kilogramme. Le numéro 1 indique une longueur de 1,000 mètres par 500 grammes; 2,000 mètres pour le même poids sont du numéro 2; si la longueur est de 100,000 mètres, c'est du numéro 100, si elle n'en atteint que 500, le numéro est du 0,50, etc. Pour la facilité des transactions on divise chaque écheveau d'un kilomètre en 10 longueurs ou *échevettes*, formées chacune de 100 mètres. Les appareils à vérifier et à déterminer le numéro d'un fil sont fort simples, ce sont toujours des espèces de dévidoirs, dont un certain nombre de tours entiers représente le développement d'une échevette de 100 mètres, et dont dix réunies forment l'écheveau de 1,000 mètres. Le nombre d'échevettes de 100 mètres est donc proportionnel au numéro du fil; celui du numéro 100 en contiendra 100 fois autant que le numéro 1, et le poids d'une échevette du premier est $\frac{500}{1000} = 0^{gr},5$, tandis que le poids d'une échevette du second est $\frac{500}{10} = 50$ grammes. La longueur étant donnée, on arrivera au numéro en déterminant le poids.

Comme il est important de vérifier rapidement et facilement le titre d'un fil, pour s'assurer s'il est conforme aux prévisions, et si les transformations ont été convenablement réglées, chaque filature possède un petit dévidoir dit à échantillonner, et une romaine graduée en divisions représentant les numéros avec leurs poids correspondants. On peut arriver à l'établissement de l'échelle de la romaine par le calcul, mais les constructeurs préfèrent étalonner expérimentalement. Ils opèrent en général de la manière suivante : connaissant le poids de l'écheveau de 1,000 mètres pour chaque numéro, ils suspendent un étalon de ce poids au crochet de la romaine et marquent par une ligne la direction imprimée à l'aiguille sous l'action de ce poids. Sachant, par exemple, que 1,000 mètres du numéro 16 pèsent 31g,2, ils suspendent ce poids au crochet et désignent la place que prend l'aiguille sur l'arc par le nombre 16, et ainsi de suite pour chaque cas. Cette méthode, un peu plus longue que celle du calcul, est bien plus sûre et moins susceptible d'erreur, si elle est pratiquée avec les soins et la précision voulus.

La fig. 3, pl. XLII, représente de profil le dévidoir à échantillonner, et la figure 4, la romaine généralement employée. Ce dévidoir est disposé de façon à produire 10 échevettes simultanément et parallèlement l'une à côté de l'autre, au moyen d'une alimentation de 10 broches de fil, afin d'arriver plus rapidement à l'écheveau.

L'appareil, fig. 3, qui peut se fixer sur une table, se compose d'un croisillon de six bras ou rayons R, terminés par des palettes arrondies et polies p, qui reçoivent le fil passé dans un guide g ; ces rayons sont assemblés à l'arbre tournant a placé dans des coussinets assemblés au support A, B, C. Ce support reçoit un timbre t, qui résonne sous l'action d'un petit marteau m convenablement adapté à l'un des bras du dévidoir, et dont l'extrémité du manche est reliée par une articulation r à une tige n, destinée à recevoir l'impulsion d'un heurtoir h; le petit levier n est alors soulevé, le marteau m s'infléchit brusquement par suite et frappe un coup de timbre pour annoncer

PRIX DE REVIENT DE LA FILATURE DU COTON

NUMÉROS DES FILÉS	Production par broche et par 300 jours.	EN FRANCE — Matière première	Intérêt et amortissement.	Frais généraux autres que le combustible.	Combustible.	Main-d'œuvre.	Total.	EN SUISSE — Matière première	Intérêt et amortissement.	Frais généraux autres que le combustible.	Combustible.	Main-d'œuvre.	Total.	Différence en faveur de la Suisse.	EN ANGLETERRE — Matière première	Intérêt et amortissement.	Frais généraux autres que le combustible.	Combustible.	Main-d'œuvre.	Total.	Différence sur le coût du coton en faveur du filateur anglais.	Différence totale en faveur de l'Angleterre.
		PAR KILOGRAMME DE FILÉ						PAR KILOGRAMME DE FILÉ							PAR KILOGRAMME DE FILÉ							
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*j*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*q*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*	*x*
	Kil.		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.		fr.	fr.	fr.		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
15 et au-dessous.	30.100		0.1744	0.0751	0.0581	0.1578	0.4654	0.1495	0.0598	»	0.1230	0.3323	0.1331		0.0932	0.0627	0.0169	0.1440	0.3168	0.0915	0.2401
15 — 20	23.100		0.2273	0.0974	0.0758	0.2056	0.6061	0.1948	0.0780	»	0.1601	9.4329	0.1732		0.1210	0.0815	0.0220	0.1892	0.4117	0.0915	0.2859
20 — 25	18.500		0.2838	0.1216	0.0946	0.2568	0.7568	0.2432	0.0973	»	0.2000	0.5406	0.2162		0.1510	0.1016	0.0275	0.2335	0.5136	0.0915	0.3347
25 — 30	15.400		0.3409	0.1461	0.1137	0.3084	0.9091	0.2922	0.1169	»	0.2403	0.6494	0.2597		0.1815	0.1221	0.0330	0.2805	0.6171	0.0915	0.3835
28	17.000		0.2647	0.1765	0.0883	0.2941	0.8236	0.2647	0.1059	»	0.2176	0.5882	0.2354		0.1618	0.1088	0.0294	0.2500	0.5500	0.0915	0.3651
30	15.500		0.2903	0.1936	0.0968	0.3226	0.9033	0.2903	0.1161	»	0.2387	0.6451	0.2582		0.1774	0.1194	0.0322	0.2741	0.6031	0.0915	0.3917
32	14.400		0.3159	0.2084	0.1042	0.3473	0.9758	0.3159	0.1250	»	0.2500	0.6909	0.2849		0.1909	0.1285	0.0347	0.2951	0.6492	0.0800	0.4066
34	13.300		0.3381	0.2256	0.1128	0.3760	1.0525	0.3381	0.1353	»	0.2782	0.7516	0.3009		0.2067	0.1391	0.0376	0.3195	0.7029	0.0800	0.4296
36	12.250		0.3674	0.2449	0.1225	0.4082	1.1430	0.3674	0.1469	»	0.3021	0.8164	0.3266		0.2245	0.1510	0.0408	0.3469	0.7632	0.0800	0.4598
38	10.700		0.4205	0.2804	0.1401	0.4689	1.3099	0.4205	0.1682	»	0.3458	0.9345	0.3754		0.2570	0.1729	0.0467	0.3971	0.8737	0.0800	0.5162
40	9.750		0.4615	0.3076	0.1539	0.5128	1.4358	0.4615	0.1846	»	0.3795	1.0256	0.4102		0.2820	0.1897	0.0512	0.4358	0.9587	0.0800	0.5571
42	9.200		0.4891	0.3260	0.1630	0.5555	1.5336	0.4891	0.1956	»	0.4022	1.0869	0.4467		0.2989	0.2011	0.0543	0.4619	1.0162	0.0800	0.5974
44	8.800		0.5114	0.3409	0.1704	0.5682	1.5909	0.5114	0.2045	»	0.4205	1.1364	0.4545		0.3125	0.2102	0.0568	0.4829	1.0624	0.0800	0.6085
46	8.250		0.5445	0.3637	0.1819	0.6000	1.6911	0.5445	0.2182	»	0.4485	1.2112	0.4799		0.3334	0.2231	0.0605	0.5152	1.1322	0.0800	0.6389
48	7.600		0.5921	0.3947	0.1974	0.6578	1.8420	0.5921	0.2368	»	0.4868	1.3157	0.5263		0.3618	0.2434	0.0658	0.5592	1.2302	0.0800	0.6918
50	7.150		0.6293	0.4195	0.2098	0.6993	1.9569	0.6293	0.2517	»	0.5175	1.3985	0.5584		0.3845	0.2587	0.0699	0.5930	1.3061	0.0800	0.7308
52	6.550		0.6870	0.4580	0.2290	0.7634	2.1375	0.6870	0.2748	»	0.5649	1.5267	0.6108		0.4212	0.2825	0.0763	0.6488	1.4288	0.0800	0.7887
54	6.250		0.7200	0.4800	0.2400	0.8000	2.2400	0.7200	0.2880	»	0.5920	1.6000	0.6400		0.4400	0.2960	0.0800	0.6800	1.4960	0.0800	0.8240
56	5.950		0.7563	0.5042	0.2537	0.8403	2.3545	0.7563	0.3025	»	0.6218	1.6806	0.6739		0.4622	0.3109	0.0842	0.7143	1.5716	0.0800	0.8629
58	5.650		0.7964	0.5327	0.2654	0.8849	2.4794	0.7964	0.3185	»	0.6548	1.7697	0.7097		0.4867	0.3274	0.0885	0.7522	1.6548	0.0800	0.9046
60	5.350		0.8411	0.5608	0.2803	0.9346	2.6168	0.8411	0.3364	»	0.6915	1.8690	0.7478		0.5140	0.3458	0.0934	0.7943	1.7475	0.0800	0.9493
62	4.900		0.9183	0.6122	0.3061	1.0204	2.8570	0.9183	0.3673	»	0.7551	2.0407	0.8163		0.5612	0.3775	0.1020	0.8673	1.9080	0.0800	1.0290
64	4.650		0.9677	0.6452	0.3225	1.0752	3.0106	0.9677	0.3870	»	0.7956	2.1503	0.8603		0.5913	0.3978	0.1075	0.9139	2.0105	0.0800	1.0801
66	4.500		1.0000	0.6667	0.3334	1.1112	3.1113	1.0000	0.4000	»	0.8223	2.2223	0.8890		0.6112	0.4112	0.1112	0.9445	2.0781	0.0800	1.1132
68	4.300		1.0465	0.6976	0.3488	1.1627	3.2556	1.0465	0.4186	»	0.8605	2.3256	0.9300		0.6395	0.4302	0.1163	0.9883	2.1743	0.0800	1.1613
70	4.100		1.0975	0.7317	0.3659	1.2195	3.4146	1.0975	0.4390	»	0.9024	2.4389	0.9757		0.6707	0.4512	0.1219	1.0365	2.2803	0.0800	1.2143
72	3.900		1.1538	0.7693	0.3846	1.2820	3.5897	1.1538	0.4615	»	0.9487	2.5640	1.0257		0.7051	0.4743	0.1282	1.0897	2.3973	0.0800	1.5724
74	3.650		1.2328	0.8219	0.4110	1.3698	3.8355	1.2328	0.4932	»	1.0137	2.7397	1.0958		0.7534	0.5068	0.1369	1.1643	2.5614	0.0800	1.3541
76	3.400		1.3235	0.8823	0.4412	1.4705	4.1175	1.3235	0.5294	»	1.0882	2.9411	1.1764		0.8088	0.5441	0.1470	1.2500	2.7499	0.0800	1.4476
78	3.220		1.3975	0.9317	0.4658	1.5527	4.3477	1.3975	0.5590	»	1.1490	3.1055	1.2422		0.8540	0.5745	0.1553	1.3198	2.9036	0.0800	1.5241
80	3.100		1.4516	0.9677	0.4839	1.6129	4.5161	1.4516	0.5806	»	1.1935	3.2257	1.2904		0.8871	0.5967	0.1613	1.3709	3.0160	0.0800	1.5801
82	2.980		1.5101	1.0067	0.5033	1.6778	4.6979	1.5101	0.6040	»	1.2416	3.3557	1.3422		0.9228	0.6208	0.1677	1.4261	3.1374	0.0800	1.6405
84	2.860		1.5734	1.0489	0.5244	1.7482	4.8949	1.5734	0.6293	»	1.2935	3.4962	1.3987		0.9615	0.6468	0.1748	1.4860	3.2691	0.0800	1.7058
86	2.760		1.6304	1.0869	0.5435	1.8115	5.0723	1.6304	0.6521	»	1.3405	3.6230	1.4493		0.9964	0.6702	0.1811	1.5398	3.3875	0.0800	1.7648
88	2.680		1.6791	1.1194	0.5597	1.8655	5.2237	1.6791	0.6716	»	1.3806	3.7313	1.4924		1.0261	0.6903	0.1865	1.5895	3.4924	0.0800	1.8113
90	2.650		1.6981	1.1321	0.5660	1.8867	5.2829	1.6981	0.6792	»	1.3962	3.7735	1.5094		1.0377	0.6981	0.1887	1.6037	3.5282	0.0800	1.8347
92	2.520		1.7857	1.1904	0.5952	1.9841	5.5554	1.7857	0.7143	»	1.4682	3.9682	1.5872		1.0912	0.7341	0.1984	1.6865	3.7102	0.0800	1.9252
94	2.450		1.8367	1.2244	0.6122	2.0408	5.7141	1.8367	0.7347	»	1.5102	4.0816	1.6325		1.1224	0.7551	0.2041	1.7346	3.8162	0.0800	1.9779
96	2.390		1.8828	1.2552	0.6276	2.0920	5.8576	1.8828	0.7531	»	1.5481	4.1840	1.6736		1.1506	0.7740	0.2092	1.7782	3.9120	0.0800	2.0256
98	2.310		1.9480	1.2987	0.6493	2.1645	6.0605	1.9480	0.7792	»	1.6017	4.3289	1.7316		1.1904	0.8008	0.2165	1.8398	4.0475	0.0800	2.0930
100	2.300		1.9565	1.3043	0.6522	2.1739	6.0869	1.9565	0.7826	»	1.6087	4.3478	1.7391		1.1956	0.8043	0.2174	1.8478	4.0651	0.0800	2.1018
102	2.190		2.0547	1.3698	0.6849	2.2831	6.3925	2.0547	0.8219	»	1.6894	4.5660	1.8265		1.2557	0.8447	0.2283	1.9406	4.2693	0.0800	2.2032
104	2.130		2.1126	1.4084	0.7042	2.3474	6.5726	2.1126	0.8451	»	1.7370	4.6947	1.8779		1.2910	0.8685	0.2347	1.9953	4.3895	0.0800	2.2631
106	2.070		2.1739	1.4492	0.7246	2.4154	6.7631	2.1739	0.8695	»	1.7874	4.8308	1.9323		1.3285	0.8937	0.2416	2.0531	4.5169	0.0800	2.3262
108	2.000		2.2500	1.5000	0.7500	2.5000	7.0000	2.2500	0.9000	»	1.8500	5.0000	2.0000		1.3750	0.9250	0.2500	2.1250	4.6750	0.0800	2.4050
110	1.950		2.3077	1.5384	0.7692	2.5641	7.1794	2.3077	0.9231	»	1.8974	5.1282	2.0512		1.4102	0.9487	0.2564	2.1794	4.7947	0.0800	2.4647
115	1.820		2.4725	1.6483	0.8242	2.7472	7.6922	2.4725	0.9890	»	2.0329	5.4944	2.1978		1.5109	1.0164	0.2747	2.3351	5.1371	0.0800	2.6351
120	1.700		2.6471	1.7647	0.8823	2.9412	8.2353	2.6471	1.0588	»	2.1764	5.8823	2.3530		1.6176	1.0882	0.2941	2.5000	5.4999	0.0800	2.8154
125	1.600		2.8125	1.8750	0.9375	3.1250	8.7500	2.8125	1.1250	»	2.3125	6.2500	2.5000		1.7187	1.1562	0.3125	2.6562	5.8436	0.0800	2.9864
130	1.500		3.0000	2.0000	1.0000	3.3334	9.3334	3.0000	1.2000	»	2.4667	6.6667	2.6667		1.8334	1.2334	0.3334	2.8334	6.2336	0.0800	3.1798
135	1.400		3.2143	2.1428	1.0714	3.5714	9.9999	3.2143	1.2857	»	2.6428	7.1428	2.8571		1.9642	1.3214	0.3571	3.0357	6.6784	0.0800	3.4015
140	1.330		3.3834	2.2556	1.1278	3.7594	10.5262	3.3834	1.3533	»	2.7819	7.5186	3.0076		2.0676	1.3909	0.3759	3.1954	7.0298	0.0800	3.5764
145	1.260		3.5714	2.3809	1.1905	3.9682	11.1110	3.5714	1.4285	»	2.9365	7.9364	3.1746		2.1825	1.4682	0.3968	3.3730	7.4205	0.0800	3.7705
150	1.190		3.7815	2.5210	1.2605	4.2016	11.7646	3.7815	1.5126	»	3.1092	8.4033	3.3613		2.3109	1.5546	0.4201	3.5722	7.8578	0.0800	3.9068

Les variations continuelles des prix du coton en laine ne permettent pas d'établir rigoureusement la part afférente à la matière première, pour un numéro déterminé. De plus, les mêmes numéros peuvent être produits, suivant leur destination, avec des cotons de qualités diverses.

Même observation que pour la France.

Même observation que pour la France et la Suisse. Toutefois, il existe sur les prix d'achat de la matière première une différence constante en faveur du filateur anglais; cette différence, qui a été chiffrée dans la colonne *x*, est un peu plus considérable pour les gros numéros, parce que les cotons des Indes entrent, au moins pour moitié, dans les mélanges.

CONSEIL NATIONAL DU TRAVAIL — Bibliothèque

(Enquête parlementaire sur le régime économique).

Dressé par le Commissaire spécial aux industries textiles,

ÉDOUARD SIMON.

la formation des échevettes et de l'écheveau. Le ressort S a pour but de ramener le petit levier à sa position initiale. Il s'agit donc, comme dans tous les compteurs, de régler le mouvement de la cheville *h* pour qu'elle actionne le timbre après le nombre de révolutions voulues du dévidoir. Cet effet s'obtient par une disposition bien connue, au moyen d'une roue *o*, sur une vis sans fin V, qui porte la tige ou doigt *h*.

Supposons un périmètre de 1 mètre au dévidoir ou 0^m, 33 de diamètre, et un rapport de 100 dents de la roue de la vis sans fin d'un coup de timbre à l'autre, chaque échevette sera par conséquent formée d'une longueur de 100 mètres, et la réunion des dix aura le développement de l'écheveau régulier de 1,000 mètres. Il suffira de le suspendre au crochet *r*, fig. 4, pour que l'indication de l'aiguille *a* donne le numéro sur l'arc gradué A B de la romaine.

Une balance exacte quelconque peut au besoin remplacer la romaine donnant directement le numéro, il suffit alors de faire un petit calcul dont les éléments sont connus, puisque la valeur de l'unité de titrage est déterminée. Supposons, par exemple, que l'écheveau des 1000 mètres pèse 20 grammes, le numéro en sera donné par la proportion suivante :

20 grammes : 1 :: l'unité de poids 500 : x.

D'où $$x = \frac{1 \times 500}{20} = 25,$$ numéro du fil.

La proportion pour établir ce poids étant :

25 grammes : 500 grammes :: 1 : x, on a, $x = \frac{500 \times 1}{25} = 20$.

Donc le poids en grammes d'un numéro déterminé s'obtient en divisant 500 par le numéro. Si c'est le numéro d'un poids déterminé, on divise la même unité de poids 500 par le poids.

Titrage anglais. — Le numéro anglais pour le titrage des fils de coton indique également le nombre d'écheveaux pour la livre anglaise. Or, la livre anglaise est de 453 grammes, 59 et

l'écheveau ou hank = 840 yards ou 768^{m}, 098, donc le numéro 1 anglais représente 768^{m}, 098 par livre. Le rapport entre un numéro anglais et français est par conséquent 0.8467. Un titre anglais étant donné, on aura le titre français correspondant en multipliant le premier par 0,8467, et le numéro français se convertira en numéro anglais en divisant le numéro français par 0,8467. Donc, le numéro 40 anglais = 40 × 0,8467 = 33,86, en pratique, on compte 34 en nombre rond, et celui-ci en anglais sera par conséquent $\frac{34}{0,8467}$ = 39,97 ou 40 dans l'usage.

Au moyen de ces deux exemples, il sera facile de faire toutes conversions nécessaires et de composer un tableau donnant les deux titrages en regard pour toutes espèces de finesses.

Si au lieu de nous borner au titrage des fils de coton nous examinions celui dont on se sert pour les autres substances, les bases changeraient encore, non seulement en raison de la nature des matières, mais aussi avec les contrées et les localités diverses. Cet état de choses a fait comprendre l'intérêt d'un titrage uniforme pour toutes les matières et tous les pays. Des congrès internationaux ont eu lieu à ce sujet à Vienne (Autriche) d'abord, en 1873, et à Bruxelles, au mois de septembre 1874. Ces congrès ont eu un plein succès au point de vue des résolutions internationales; il a été décidé que le système décimal métrique serait propagé dans tous les pays manufacturiers d'Europe. Le compte-rendu suivant que nous avons adressé au ministre en notre qualité de représentant de la France au congrès de Bruxelles mettra nos lecteurs au courant de l'état de la question.

Congrès international pour le numérotage uniforme des filés.

Rapport à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, par M. ALCAN, délégué du gouvernement français.

« La valeur des fils résulte, pour chaque matière première, du titre ou du numéro, c'est-à-dire de la longueur contenue dans

un poids déterminé. Il serait donc désirable, avec la multiplicité et l'extension des rapports commerciaux, que cette base de transactions fût uniforme pour tous les pays. Ce résultat aurait pour les industries textiles les conséquences avantageuses de l'adoption universelle du système métrique des poids et mesures pour le commerce en général. Toutefois, non-seulement il existe encore un nombre considérable de systèmes de numérotages variant avec les poids et mesures des diverses contrées, mais en France même, malgré les efforts de l'administration et les mesures légales qui se sont succédé depuis le 14 décembre 1810, il subsiste des numérotages ayant la livre ou le denier pour unités de poids et l'aune pour unité de longueur [1].

« Depuis longtemps les industriels et les négociants éclairés de tous les pays avaient reconnu la nécessité d'une réforme au double point de vue de la facilité et de la loyauté des échanges, mais aucune initiative n'avait été prise à ce sujet jusqu'à l'époque de la dernière exposition universelle de Vienne, en 1873. La chambre de commerce et d'industrie de la Basse Autriche se mit à la tête d'une propagande active pour réaliser l'unification du titrage, et un premier congrès, sous la présidence de M. le baron von Reckenschuts, fut tenu à Vienne l'année dernière. Cette réunion, dont le rapporteur général fut M. Gustave von Pacher de Theinburg, grand industriel d'Autriche, reconnut après discussion les avantages du système métrique décimal et adopta pour bases du titrage nouveau le kilogramme pour unité de poids et le kilomètre comme unité de longueur. Malgré la simplification qui devait résulter de l'adoption générale de ces unités, certaines difficultés d'application, des objections de détail, la nouveauté du système pour plusieurs pays, démontrèrent la nécessité d'une nouvelle réunion internationale qui fut convoquée à Bruxelles, le 21 septembre 1874, par la chambre de commerce de Vienne, avec le concours du gouvernement belge.

1. Il est juste de reconnaître que ces poids et ces mesures de l'ancien système sont traduits en grammes et en mètres, mais alors sans représenter des nombres décimaux.

« Le ministre des affaires étrangères, M. d'Aspremont-Lynden voulut bien présider la séance d'installation, et dans une allocution chaleureuse et fort remarquable, fit ressortir l'importance des travaux auxquels les membres du congrès allaient se livrer en témoignant à l'assemblée toute la sympathie du gouvernement belge pour l'œuvre commune.

« A l'appel du comité central et de la chambre de commerce de Vienne avaient répondu soixante délégués officiels représentant les pays manufacturiers de l'Europe [1].

« L'Angleterre elle-même, bien que pour les délégués des chambres de commerce de ce pays l'application du titrage uniforme ne paraisse possible qu'avec l'adoption légale des poids et mesures métriques dans le Royaume-Uni, voulut prouver par l'envoi de commissaires l'intérêt qu'elle porte à la réforme projetée.

« Les questions dont le congrès avaient à s'occuper étaient les suivantes :

I

« Convient-il de conserver le principe adopté par le congrès précédent, soit d'admettre comme bases du titrage universel le mètre et le gramme ?

« La réponse a été unanimement affirmative. Par conséquent, à part la modification qui sera mentionnée plus loin en ce qui

1. La formation du bureau, élu au scrutin secret et à l'unanimité, indique assez exactement la composition de l'assemblée. Président, M. von Pacher von Theinburg, rapporteur général au congrès de Vienne; vice-présidents, MM. Alcan (Paris), baron Cantoni (Milan), Van de Vin (Bruxelles); secrétaires, MM. Karcher (Mulhouse), Rieter (Wintherthur), Roussel (Bruxelles), docteur Grothe (Berlin); rapporteur général, M. Mullendorf (Verviers).

Les chambres de commerce de Roubaix et d'Amiens s'étaient fait représenter : la première par M. Mathon : la seconde par M. Roger; M. Musin, directeur de la condition des soies et laines de Roubaix, avait été délégué par le comité de surveillance de cet établissement; M. Pouyer-Quertier, délégué de la Normandie; M. Félix Benoit, membre de la Société industrielle de Reims et délégué par cette compagnie; M. Édouard Simon, ingénieur filateur, membre du comité permanent, constituaient avec l'auteur de ce rapport le groupe français.

concerne la soie, le n° 1, pour toute espèce de filés, consistera en une longueur de 1 mètre pesant 1 gramme, ou de 1,000 mètres pesant 1 kilogramme. Si une longueur double pèse le même poids, ce sera du n° 2, et ainsi de suite.

II

« 1° Doit-on imposer un dévidoir de forme et de dimensions déterminées lorsqu'il s'agit de transformer les fils en écheveaux? 2° Ce dévidoir doit-il être modifié en raison de la nature des fils ?

« Quant à la première partie de cette question, il a été reconnu que l'application du titrage métrique est indépendante du système de dévidage, la longueur réglementaire de 1,000 mètres étant le résultat d'un périmètre qui peut varier suivant le nombre de révolutions du dévidoir ou de tout autre engin mécanique combiné dans ce but.

« En France, par exemple, le périmètre prescrit, pour le dévidage des fils de coton, par ordonnance du 26 mai 1819, est de 1^m428 4/7, ce qui donne théoriquement avec 70 révolutions une longueur ou échée de 99^m981, soit la dixième partie de l'écheveau, et avec 700 révolutions 999^m81 [1]. Le périmètre du dévidoir anglais égal à 1 yard 1/2 ou à 1^m371, pourrait fournir un résultat à peu près identique avec 73 tours.

« La seconde partie de la question II se trouve résolue par la réponse à la première. Il est évident, d'ailleurs, que le même engin pourrait servir au dévidage de toutes espèces de matières textiles, si les habitudes de la consommation et les usages des manufacturiers ne réclamaient des guindages différents. S'appuyant sur les faits de la pratique et voulant faciliter la propagation du système métrique, le congrès n'a rejeté aucun des périmètres susceptibles de donner la longueur légale de 1,000 mètres. Il a recommandé cependant de préférence à

1. De fait la longuenr légale de 1,000 mètres est obtenue par suite de la superposition et de la tension du fil sur le dévidoir.

un autre périmètre celui du dévidoir anglais pour le coton (1 1/2 yard = 1m37) qui offre le plus de chances pour amener l'Angleterre à admettre le système métrique ; il a indiqué, en outre, comme satisfaisant au même système de mesures les périmètres ci-après, aujourd'hui en usage dans divers pays.

« Pour le coton et la bourre de soie, 1 m. 428 4/7, avec 70 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

« Pour la laine cardée, 1 m. 50, avec 67 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

« Pour la laine peignée, 1 m. 37, avec 73 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

« Pour le lin et le chanvre, 2 m., avec 50 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres et pour les numéros gros.

« Pour le lin et le chanvre, 1 m. 25, avec 80 tours de dévidoir pour les numéros fins.

« Pour la vigogne, 1 m. 37, avec 73 tours de dévidoir.

« Pour la soie grége et moulinée, 1 m., avec 100 tours de dévidoir.

III

« 1° Doit-on adopter pour le titrage des fils de soie grége ou moulinée, un numérotage identique à celui des autres textiles, c'est-à-dire le titrage décimal métrique ? L'échelle des numéros doit-elle être ascendante, de manière que le numéro le plus élevé corresponde au fil le plus fin, comme dans les autres spécialités.

« Le congrès international de Vienne, en 1873, avait résolu affirmativement ces deux questions ; mais après enquêtes, suivies de discussions approfondies au sein d'un comité spécial, au nom duquel M. le commandeur Joseph Ferrero, délégué de la chambre de commerce de Turin, fit un rapport remarquable, ce comité [1] proposa et le congrès de Bruxelles ratifia, à l'unanimité, les résolutions suivantes :

1. Le comité des soies était composé comme suit : Président, M. le baron Cantoni, délégué des chambres de commerce de Milan, Côme,

« (*a*). Le numérotage des fils de soie grége ou moulinée sera basé comme celui des autres matières textiles sur les mesures métriques et décimales, avec mille mètres pour unité de longueur et le décigramme pour unité de poids.

« (*b*). Pour tenir compte des usages commerciaux de tous les pays séricicoles, l'échelle des numéros sera basée sur le poids variable de l'unité de longueur fixe, et les essais seront faits sur la longueur de 500 (cinq cents) mètres pesés par 50 (cinquante) milligrammes.

« Comme on le voit, le principe posé par le congrès de Vienne a été maintenu, mais le mode de graduation du numérotage primitivement adopté par ce même congrès a été modifié conformément à une pratique séculaire et rationnelle. Pour la soie, en effet, on obtient les fils de titres divers en partant de l'élément le plus fin et en réunissant un plus ou moins grand nombre de ces éléments tandis que pour toutes les autres matières, la filature prend une masse fibreuse qu'elle affine progressivement. De cette méthode de travail inverse imposée par l'état dans lequel se présentent les matières premières, sont résultés des modes de numérotage où la graduation est également inverse. Par conséquent si, comme on l'a dit plus haut, pour tous les textiles à l'exception de la soie, le n° 2 a une finesse double de celle du n° 1, etc., pour la soie le n° 2 sera, au contraire, moitié plus gros que le n° 1, le n° 3 sera trois fois plus gros et ainsi de suite.

Mantoue et Vérone ; secrétaire rapporteur, M. le commandeur Joseph Ferrero, secrétaire de la chambre de commerce de Turin ; membres, MM. Alcan, professeur au Conservatoire des arts et métiers de Paris, délégué par le gouvernement français ; Karcher, délégué des chambres de commerce de Colmar et de Mulhouse ; Lose, directeur de la condition des soies de Crefeld ; Alfred Musin, directeur de la condition publique de Roubaix ; le commandeur Paul Mazzoni, membre délégué de la chambre de commerce de Turin ; Edouard Simon, ingénieur filateur, de Paris, ex-commissaire spécial aux industries textiles près l'enquête parlementaire sur le régime économique en 1870 ; Louis Simons, fabricant de soieries, délégué par la chambre de commerce d'Elberfeld : Herman Schroers, délégué par la chambre de commerce de Crefeld ; le docteur Max-Weigert, fabricant de tissus, délégué du *altesten-collegium der Kaufmanschaft*, de Berlin.

« En d'autres termes, si dans le titrage de la soie, l'unité de longueur (1,000 m.) pèse pour le n° 1, un décigramme, le n° 2 pèsera deux décigrammes, le n° 3, trois décigrammes, etc.

« Pour toutes les autres matières, le n° 1 sera égal à un kilomètre, le n° 3 à trois kilomètres,... le n° 100 à cent kilomètres pour le même poids.

« C'est également une considération pratique n'entravant en aucune manière l'application du système métrique décimal qui a déterminé le congrès à adopter pour la longueur réglementaire des essais dans les établissements publics les cinq cents mètres pesés par 50 milligrammes. Vingt essais effectués sur des échevettes de 500 mètres, ainsi que cela se pratique déjà, accusent les irrégularités du fil d'une façon plus évidente que dix essais de mille mètres.

« Ces essais eux-mêmes seront, sans doute, perfectionnés par l'adoption d'instruments susceptibles d'apprécier les irrégularités d'un fil sur tous les points de sa longueur.

« En résumé, les travaux de ce congrès ont eu ce résultat heureux d'affirmer une fois de plus les avantages indiscutables de l'application du système métrique décimal à toutes les industries textiles qui prennent une si large place dans l'activité commerciale du monde. Il est à espérer que grâce aux efforts continués dans tous les pays industriels avec l'autorité du congrès de Bruxelles, bientôt une formule unique servira de point de comparaison aux fils de toutes provenances et fera disparaître des entraves trop favorables à certains abus.

« Le gouvernement français peut, de son côté, hâter cette solution, s'il veut bien prendre en considération le vœu exprimé par le congrès de voir les gouvernements se préoccuper de l'adoption de mesures légales là où elles n'existent pas encore et de l'application de ces mesures dans les contrées où, comme en France, elles font déjà l'objet d'une législation spéciale. »

Insuffisance du titrage pour constater le degré de régularité d'un fil. — La vérification des titres, telle qu'elle est pratiquée, donne bien le rapport entre la longueur et un poids déterminé, mais rien n'indique la constance de ce rapport pour

des fractions infiniment petites. Si le titrage accuse 100 kilom. pour 500 gr., on saura que l'on a du numéro 100, et que chaque kilomètre doit peser $\frac{500}{100}$ ou cinq grammes, ou un poids de $\frac{5}{1000} = 0{,}005$ pour 1 mètre. Il est évident que si cette constatation entre le poids et la longueur avait lieu par mètre, on trouverait des variations sensibles d'une unité à l'autre. Certaines des différences de qualités signalées dans la même partie proviennent en effet d'inégalités dans le diamètre d'un même fil, les grosseurs et les parties étranglées qui existent presque toujours, même dans les meilleurs produits, ne se compensent pas en général. Se compenseraient-elles d'ailleurs, elles ne constitueraient pas moins des défauts graves qui échappent à la vérification des numéros. Cependant l'industriel a intérêt à se rendre compte du plus ou moins de degré d'uniformité du fil sur toute sa longueur, afin de s'éclairer d'une manière plus précise, tant sur la valeur de la matière employée que sur celle du mode de transformation suivi. Il faudrait donc pouvoir *jauger* le fil dans tout son développement, le faire passer dans une espèce de calibre ou filière mobile d'une sensibilité extrême, dont les variations de mouvement détermineraient celles du fil en jauge. Une pareille opération paraît presque impossible *à priori*, et cependant elle est expérimentalement réalisée dans certains cas [1].

Divers moyens pour constater la régularité des fils. — Il existe actuellement trois sortes de moyens pour arriver à la constatation des points irréguliers des fils. 1° Un Américain a imaginé un appareil qui consiste dans une série de galets superposés et équilibrés entre eux par des leviers à contrepoids agissant sur leurs axes respectifs. Les contacts entre les galets sont réglés par une vis en raison de la finesse des fils qui doivent être jaugés en passant entre les galets et les embar-

1. Depuis que nous avons présenté ces considérations dans la première édition de cet ouvrage, on a imaginé des appareils surtout en vue du parage des soies exotiques; un seul moyen, la romaine-micrométrique de M. Saladin, décrite plus loin, est applicable aux fils de toutes natures, tant par son efficacité que par son prix peu élevé.

rant en quelque sorte du premier galet inférieur au dernier supérieur. Lorsque le fil présente une partie plus fine ou plus grosse que celle pour laquelle l'appareil a été réglé, l'équilibre entre le système est rompu, les galets opèrent de proche en proche, leurs actions s'ajoutent et leur résultante se transmet à un levier unique à contre-poids agissant sur un débrayage qui arrête spontanément l'appareil. Le point du fil déterminant l'arrêt est par conséquent signalé, le nombre des inégalités pour une longueur donnée peut se compter, et le degré de régularité est parfaitement déterminé. Lorsque l'appareil est appliqué à l'opération désignée sous le nom de *parage* de la soie, l'ouvrière chargée de veiller au dévidage enlève la bobine lorsque l'appareil s'arrête, elle extirpe la partie irrégulière et rattache le fil avant de remettre en mouvement.

Nous avons décrit en détail cet ingénieux instrument de vérification des fils avec les dessins nécessaires à son intelligence dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, décembre 1863. Nous pensons que cet appareil spécialement fait en vue de la soie, pourrait parfois servir utilement à d'autres matières s'il n'était trop délicat dans son exécution et d'un prix trop élevé.

2° Un ingénieur suisse, M. G. Honneger, a inventé une machine à déterminer les irrégularités des fils et à faire automatiquement autant de bobines que le fil renferme de grosseurs principales. Pour ne pas compliquer cet appareil, il est disposé de façon à trier une partie de soie en six bobines et par conséquent six grosseurs différentes. Ce mécanisme qui pourrait être appliqué à tous les fils si c'était nécessaire, est surtout en usage par les Suisses pour dévider et trier les soies exotiques. Nous renverrons, pour les détails, à nos *Études sur les arts textiles à l'Exposition de 1867*, pl. VII et VIII de l'atlas; les éléments en sont décrits d'une façon complète, page 146 du texte.

Les deux moyens qui précèdent, spécialement destinés aux fils de soie, consistent en résumé dans des dévidoirs trieurs-automatiques, qui classent la soie sur autant de bobines diffé-

rentes qu'il y a de grosseurs diverses dans la masse. Pour avoir les numéros des fils envidés sur ces bobines, on les titre comme à l'ordinaire, en prélevant sur chacune les longueurs nécessaires.

Le moyen suivant consiste dans un mode de titrage qui peut se pratiquer sur de petites longueurs, il est indistinctement applicable aux fils de toutes natures.

3° *Romaine micrométrique de M. Saladin de Nancy.* — Cet appareil, dit son auteur, lui a été suggéré par la considération de l'état du progrès des filatures et de la construction des instruments de précision ; le progrès est en effet tel que si un fil présente une irrégularité, elle se manifestera sur des longueurs réduites aussi bien que sur des centaines de mètres, et que l'on peut aujourd'hui établir des romaines, et de très-faibles fractions de n^{os}, avec la précision obtenue aux titrages ordinaires par l'appareil décrit ci-dessus. Au dévidoir à déterminer 100 mètres par exemple, M. Saladin substitue une règle qui, pour le titrage français du coton, a $\frac{1}{500}$ de la longueur du n° 1. C'est-à-dire $\frac{1000^m}{500}$ ou 2 mètres. Pour opérer on agit d'ordinaire sur les fils d'au moins cinq bobines à la fois, on les réunit en un, puis on coupe les 5 fils, on aura ainsi une longueur totale de $2 \times 4 \times 5 =$ 40 mètres qui, suspendus au crochet de la romaine micrométrique, donneront le titre du fil. En réitérant l'épreuve un certain nombre de fois, et en prenant la moyenne des titres des divers essais, on aura le titre aussi précis que possible. Moins les écarts entre les titrages seront sensibles, et plus le fil sera régulier.

Si la romaine est exécutée avec les soins voulus et que l'on dévide convenablement les fils sous une tension normale, sans trop tirer, et cependant de manière à empêcher les vrilles, on pourra se servir du petit appareil comme d'un auxiliaire précieux pour se faire rapidement une idée à diverses périodes du travail du degré d'uniformité du produit. Au filage, par exemple, on pourra titrer ces fils en exécution et constater leurs caractères après deux ou trois courses du chariot, ce qui

est précieux, puisqu'on pourra dès lors modifier la marche du métier, si on en reconnaît la nécessité. M. Saladin a eu l'idée d'appliquer son système aux titrages quelconques, en mettant la longueur de la règle en rapport avec la valeur du numérotage ; le même appareil avec les règles appropriées peut donc servir pour les diverses sortes de numérotages français et étrangers. Les instructions données par M. Saladin avec les appareils qu'il vend à un prix modéré fournissent toutes les explications pratiques désirables.

Dévidage ou transformation des canettes ou bobines en écheveaux. — Les fils pour la trame envidés par le métier mule-jenny sur des canettes sont placés directement dans la navette du tisserand sans nécessiter aucune transformation, mais lorsqu'il s'agit de divers autres usages, ces canettes doivent être dévidées en échevettes et écheveaux, par petites longueurs de 100 mètres formant une échevette fixée par un fil; un dévidoir identique à celui de la figure 3, pl. XLII, si ce n'est qu'il est plus long, sert à cette transformation. Afin de ranger les fils bien parallèlement les uns à côté des autres dans les échevettes et l'écheveau, le guide *g* reçoit un mouvement de translation de va-et-vient latéral imprimé à une règle au moyen de l'un des mécanismes ordinairement appliqués dans ce cas pour toute espèce de dévidage. Lorsque le fil est un peu gros, l'écheveau, au lieu de se composer de dix échevettes, ne l'est que de cinq. Deux de ces demi-écheveaux forment ce qu'on nomme les *torques*.

Les divers essais tentés pour faire disparaître simultanément le duvet ou petites fibrilles qui se manifestent à la surface des fils simples non apprêtés faits avec des filaments de peu de longueur, ont été appliqués infructueusement jusqu'ici au dévidage. L'opération consiste à faire passer le fil dans un liquide plus ou moins adhésif, une dissolution de gomme, de graine de lin, de fécule, de glycérine, etc. De toutes les préparations, la pratique ne paraît en avoir adopté qu'une, décrite précédemment et qui consiste à faire passer les fils de chaîne à la vapeur, pour empêcher le vrillement

trop sensible, et fixer en quelque sorte la torsion d'une manière plus complète. Le produit paraît en acquérir plus de solidité, une apparence plus avantageuse, et offrir plus de facilité au tissage.

§ 1. — Formule de la détermination théorique du numéro d'un fil, et du nombre des transformations réalisées pour l'obtenir.

Le numéro représentant le rapport entre la longueur et le poids, il suffit de connaître le poids traité et son allongement à chaque machine, de multiplier entre eux le nombre de ces allongements ou les rapports des vitesses à chaque passage de la première à la dernière et de diviser ce produit par celui des poids passés à chacune d'elles, pour obtenir l'allongement total correspondant au poids de la matière traitée, ou le numéro du fil. Pour atteindre le résultat avec autant de précision que possible, au lieu de déterminer le numéro par le calcul aux premières machines de la série, on le prend directement en pesant l'unité de longueur à la sortie des batteurs par exemple.

Si l'on désigne par n le poids pour l'unité de longueur de la première préparation ;

Par e, e_2, e_3,... e les allongements ou étirages successifs ;

Par d, d_2, d_3,... d les doublages correspondants et N le numéro du produit, l'on aura :

$$N = n \frac{e, e_2, e_3 \ldots e}{d, d_2, d_3 \ldots d}.$$

Le numéro N est toujours connu *à priori*, il faut, par conséquent, que les termes du second membre de l'équation soient réalisés de façon à répondre exactement au premier. Si, par exemple, il s'agit d'obtenir un fil du numéro 27, il faudra que l'on ait $n \times \frac{e, e_2, e_3 \ldots e}{d, d_2, d_3 \ldots d} = 27$.

Cette formule est invariable théoriquement avec les numéros à produire ; en effet, pour du numéro 100, elle restera

$n \times \frac{e, e_2, e_3 \ldots e}{d, d_2, d_3 \ldots d} = 100$. Quoique l'expression théorique ne change pas, le nombre de passages représenté par $\frac{e}{d}$ varie, il est, en général, proportionnel à la finesse du produit. Nous donnons quelques exemples pratiques de l'application de la formule de la détermination des numéros, ils serviront à faire ressortir en même temps la multiplicité des transformations pratiques. Il suffit de remplacer les termes algébriques par leurs valeurs numériques; prenons la chaîne 27 ordinaire pour exemple, d'après les errements le plus généralement suivis.

On a pour n un numéro qui peut varier de 0,00125 à 0,0016, nous prenons ce dernier numéro pour exemple :

Pour le numéro du batteur.....	$n = 0{,}0016$
Etirage à la carde.....	$e^1 = 80$
Etirage aux laminoirs, 3 passages.....	$e_2 = 8, e_3 = 8, e_4 = 8$
Etirage aux trois bancs à broches.....	$e_5 = 5, e_6 = 4{,}5, e_7 = 5$
Etirage au métier à filer sur une simple mèche	$e = 9$

Doublages. — On aura :

Aux cardes, 12 rubans.....	$d_1 = 12$
A chaque passage d'étirage, 8, donc.....	$d_2 = 8, d_3 = 8, d_4 = 8$
Au premier banc à broches, 1, et aux autres, 2.	$d_5 = 1, d_6 = 2, d_7 = 2$

D'où la formule devient :

$$0{,}016 \times \frac{80 \times 8 \times 8 \times 8 \times 5 \times 4{,}5 \times 5 \times 9}{12 \times 8 \times 8 \times 8 \times 1 \times 2 \times 2} = 27.$$

L'étirage de la carde est souvent aujourd'hui plus grand que 80. Dans bien des filatures et en Angleterre surtout, il atteint jusqu'à 100.

La quantité d'étirage au métier à filer varie aussi, toutes choses égales d'ailleurs, suivant que l'on file de la chaîne ou de la trame; pour celle-ci la limite est bien plus élevée que pour la première. Ainsi, la même préparation peut, par exemple, servir pour obtenir un fil de 12 à 15 numéros plus élevés en trame qu'en chaîne. Avec de la mèche du dernier banc à broches d'un numéro 4,5 en moyenne, on fera à volonté du

numéro 36 pour chaîne et du numéro 50 pour trame. La mèche simple sera donc étirée au métier à filer de $\frac{36}{4,5} = 8$ dans le premier cas, et $\frac{50}{4,5} = 11$ dans le second cas.

Certains filateurs modifient parfois la combinaison des préparations en supprimant un passage d'étirage aux bancs à laminer en augmentant d'un au banc à broches, et donnent à ces derniers, quatre au lieu de trois passages. Supposons qu'il s'agisse de produire la préparation des numéros 36 et 50 dont il vient d'être question.

Après le cardage, on étirera et doublera à deux bancs lamineurs successifs, combinés de façon à ce que le numéro de la mèche au banc en gros soit 0,66. Cette mèche subira les transformations suivantes aux quatre passages de bancs à broches :

1° au banc en gros.....	N° 0,66	
2° doublé au banc suivant, on aura.....	0,33 × 3,33	= 1
3° triplé au troisième banc.....	0,33 × 4,50	= 1,5
4° doublé de nouveau au quatrième.....	0,75 × 6	= 4,50

C'est ce dernier qui, étiré à 8, donne le 36 chaîne, et à 11, le numéro 50 trame précédemment indiqué.

Les quatre préparations aux bancs-broches sont surtout appliquées aux numéros élevés, à partir de ceux dont il vient d'être question. Au lieu de travailler en alimentant le métier à filer d'une mèche simple, il est toujours préférable de doubler les mèches au filage, dès que la valeur du produit comporte la compensation de la dépense qu'entraîne cette manière d'opérer.

Quoi qu'il en soit et quel que soit le mode adopté, nous donnons l'application de la formule ci-dessus pour l'un des cas les plus ordinaires, pour du fil n° 24.

Application de la formule générale de la filature.

Soit 0.00125 le numéro à la sortie du batteur n;
Soit 108 l'étirage des cardes e sans doublage;

Soit 8 l'étirage au 1er banc d'étirage;
Soit 9 le doublage au d° ;
Soit 8 l'étirage au 2me banc d'étirage;
Soit 8 le doublage ;
Soit 8 l'étirage au 3me banc d'étirage;
Soit 8 le doublage ;
Soit 4.58 l'étirage au banc à broches en gros. — Sans doublage.
Soit 4.55 l'étirage au banc à broches intermédiaire et 2 le doublage ;
Soit 9.60 l'étirage au métier à filer sans doublage.
On aura en mettant ces chiffres dans la formule pour la valeur N du numéro du fil :

$$N = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8 \times 8 \times 4{,}58 \times 4 \times 4{,}55 \times 9.60}{9 \times 8 \times 8 \times \quad 2 \times 2} = 24$$

Si on calcule les numéros à la sortie des différentes machines on aura :

$N_1 = 0{,}00125 \times 108 = 0{,}135$ pour la carde.

$N_2 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8}{9} = 0{,}12$ pour le 1er banc d'étirage.

$N_3 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8}{9 \times 8} = 0{,}12$ pour le 2e d°.

$N_4 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8 \times 8}{9 \times 8 \times 8} = 0{,}12$ pour le 3e d°.

$N_5 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8 \times 8 \times 4{,}58}{9 \times 8 \times 8} = 0{,}55$ pour banc à broches en gros.

$N_6 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8 \times 8 \times 4{,}58 \times 4}{9 \times 8 \times 8 \times \quad 2} = 1{,}10$ pour banc intermédiaire.

$N_7 = 0{,}00125 \times \frac{108 \times 8 \times 8 \times 8 \times 4{,}58 \times 4 \times 4{,}55}{9 \times 8 \times 8 \times \quad 2 \times 2} = 2{,}50$ pour banc en fin.

L'application serait la même pour un numéro quelconque de fil, nous n'avons par conséquent pas à insister.

Remarques sur l'application de la formule pour la détermination des numéros [1]. — En théorie on peut arriver au résultat en modifiant les termes des numérateurs et des dénominateurs de cette formule sans que le résultat change. Un seul terme pour chaque produit peut les remplacer tous. Ainsi si l'on fait e_1, e_2, e_3... etc., = E et d_1, d_2, d_3. etc., = D, la formule deviendra $\frac{E}{D} = N$. Il y aurait évidemment un avantage considérable si dans la pratique on pouvait non-seulement réduire tous les étirages et les doublages, mais encore diminuer sensiblement leur nombre. Or il a été démontré, au chapitre des étirages, qu'ils sont limités en raison de la longueur des fibres et de leur masse. Celle-ci doit être limitée à son tour, pour se transformer convenablement. De là, la nécessité de fractionner ces opérations connexes des étirages et des doublages, contrairement aux suppositions possibles de la théorie pure; de les multiplier proportionnellement à la finesse du produit et de choisir, pour les numéros les plus élevés, les fibres les plus longues, les plus fines, les plus susceptibles de se condenser. En principe, le nombre des passages pour un même titre de fil sera en raison inverse de la qualité des filaments. C'est-à-dire que si, pour un numéro donné, du 27, par exemple, on employait dans un cas extraordinaire du coton jumel ou du géorgie longue-soie, au lieu de fibres communes des États-Unis ou de l'Inde, il suffirait d'augmenter sensiblement la quantité d'étirage à chaque passage et de diminuer d'autant leur nombre. Mais la dépense pour la matière première serait bien plus élevée alors que celle occasionnée par l'augmentation du nombre des transformations.

Il est donc indispensable d'approprier la valeur de la matière à celle du produit, et de régler la combinaison des préparations

1. Ces remarques paraîtront peut-être une digression déplacée et un double emploi avec les considérations du même genre de la première partie. Nous ne l'avons pas pensé, connaissant la nécessité de revenir sous diverses formes et aux occasions les plus convenables sur les faits les plus simples, qui, malgré leur importance, ne sont souvent appréciés que parce qu'on insiste.

sur les caractères et qualités de la substance, dont l'expression ne peut être comprise dans la formule.

Ce sont ces considérations élémentaires qui ont déterminé d'une manière générale des *combinaisons-types*, pour ainsi dire, qui, sans être absolues, ne peuvent cependant varier que dans une limite assez restreinte, dépendant presque toujours de la nature des cotons. Nous avons déjà vu (chap. XXIV, § 3), que la quantité maximum d'étirage pour un même volume ne peut être aussi étendue pour les filaments de l'Inde que pour ceux de l'Amérique et que ceux-ci, même à volumes égaux, sont en quelque sorte plus malléables. L'importance de la connaissance parfaite des propriétés de la matière se démontre ainsi à chaque pas dans l'étude des questions techniques. Cette importance devient plus évidente encore, si des considérations sur les étirages et les doublages, nous passons à celles des opérations complètes qu'ils comprennent implicitement, et dont ils ne sont que l'un des éléments. Il n'y a, en effet, que les transformations aux laminages où les doublages et les étirages constituent les résultats principaux. Dans les préparations qui les précèdent, ils sont combinés à divers moyens d'épuration réalisés par les battages, le cardage et le peignage ; dans le filage qui les suit, ils sont combinés à la torsion.

Ces éléments essentiels du travail, épuration et torsion, doivent donc entrer à leur tour en ligne de compte dans la détermination de l'ensemble des transformations, et dans celle de leur mode d'agencement le plus convenable. Ici encore, la nature de la matière influe considérablement sur les combinaisons techniques et sur les qualités des résultats. Il suffit de se reporter à ce qui a été dit précédemment sur les nécessités de modifier la plupart des transformations en raison de la nature et des qualités de la matière et de se rappeler les difficultés qu'ont rencontrées et qu'éprouvent encore les préparations premières des cotons de l'Inde, ainsi que les déchets et l'infériorité des produits qui en résultent.

Les causes de ces difficultés sont complexes, avons-nous dit dans l'introduction de ce traité. Une partie est inhérente à la

nature de la substance dont les caractères ne pourront s'améliorer qu'à la longue, une autre provient de l'insuffisance des moyens techniques qui se perfectionneront rapidement, grâce aux efforts énergiques et rationnels faits de toutes parts, surtout depuis l'époque de la crise cotonnière.

La filature des cotons inférieurs paraît se trouver aujourd'hui à peu près dans la situation de l'industrie des laines lorsqu'on essayait d'y introduire les moyens auxquels celle du coton devait son élan mémorable. Malgré l'identité des transformations à réaliser dans les deux sortes de filatures, les progrès de celle de la laine ont nécessité des modifications importantes, quoique secondaires en apparence. Or il y a presque autant de différence entre certaines laines, les laines courtes et lisses et le coton, qu'entre les cotons de l'Inde et les bons cotons des Etats-Unis. Si la comparaison n'est pas exacte quant aux caractères naturels, elle l'est en ce qui regarde la différence des propriétés des filaments et l'influence de ces propriétés sur les transformations techniques. Il n'est pas plus possible, par exemple, de traiter identiquement le tinevelly ordinaire et le bon louisiane, et, à plus forte raison, le jumel et le géorgie longue soie, que de transformer de la même manière la laine et le coton. Seulement, le progrès est actuellement plus rapide que par le passé, par suite de l'avancement de la science et des nombreux moyens perfectionnés dont l'industrie dispose. Il suffit de citer les services rendus par l'épurateur de M. Risler, à l'origine du traitement des cotons de l'Inde, et ceux plus considérables encore dus à l'application du peignage qui se développe chaque jour. Les peigneuses à coton que nous avons décrites paraissent résoudre de la manière la plus heureuse le problème du traitement du coton de l'Inde. Elles ont l'avantage de ne rendre que des filaments d'égale longueur, complétement purgés de boutons, et de faire disparaître ainsi les deux plus grands défauts reprochés aux fibres de l'Inde. Aussi sommes-nous convaincu que les premiers essais faits avec succès dans cette direction du peignage se propageront, surtout si l'on continue

à améliorer les machines sous le rapport de leur simplification, pour en rendre le réglage plus facile et de façon à abaisser le prix. La solution du problème général de la filature est plus ou moins facile en raison de la nature de la matière. S'agit-il de l'emploi d'un bon coton des Etats-Unis d'un classement bien défini, la manière de procéder est si bien établie expérimentalement, que la substitution des nombres aux termes généraux de la formule précédente sur la détermination du numéro pourra se faire sans hésiter. Mais si l'on emploie l'une des nombreuses variétés de cotons de l'Inde, du Levant, de l'extrême Orient, etc., il sera prudent de bien rechercher les modifications à apporter à chacune des opérations et la marche générale à suivre. Tout ce que nous avons dit à l'égard des diverses transformations décrites et étudiées jusqu'ici, ainsi que les indications données plus loin chapitre XXXII, pourra servir de guide et de point de départ. Notre prétention dans nos appréciations à cet égard ne peut aller plus loin lorsqu'il s'agit des données d'un problème dont la solution dépend d'éléments aussi variables. Le seul moyen de franchir les écueils, c'est de consulter les moyens pratiques cités qui ont réussi dans des cas analogues.

§ 2. — Peloteuse, fig. 3, 4, 5 et 6; pl. XXIX.

L'appareil à faire des pelotes de fil, fort ancien et très-ingénieux, a pendant longtemps été un petit métier rustique employé dans les ménages ou dans les filatures de laine modestes, mûs par un manége ou une chute d'eau. M. Saladin, ancien ingénieur à Mulhouse, auquel on doit une série de modèles nouveaux pour les transmissions de mouvements, en a fait un véritable mécanisme de précision par sa construction soignée. Il a sensiblement amélioré les transmissions et a substitué des commandes à engrenages aux cordes de l'ancienne peloteuse. Cette modification a permis de faire des dessins par l'entre-croisement des fils, l'on peut en changeant les rapports des commandes faire varier le volume et même les

rapports du grand et du petit axe de la pelote. Depuis que M. Saladin a présenté cette élégante petite machine à la Société industrielle de Mulhouse en 1846, des constructeurs du Nord et d'Angers, entre autres M. Lamaure, mécanicien dans cette dernière ville, ont eu l'idée d'en réunir un certain nombre sur le même bâti et de les faire travailler simultanément par le même arbre. Voici d'ailleurs la description de l'appareil.

Fig. 3. Élévation de la peloteuse; prise du devant.

Fig. 4. Élévation latérale de la peloteuse et de son porte-bobine.

Fig. 5. Projection horizontale.

Fig. 6. Élévation latérale, vue en coupe sur AB.

(Les mêmes lettres indiquent des pièces semblables dans les différentes figures, qui toutes sont tracées moitié grandeur d'exécution.)

a. Pied en fonte sur lequel repose la machine.

bb'. Colonnes creuses posées sur le pied *a*

e. Châssis supporté par les colonnes *bb'*, et auquel est fixé tout le mécanisme de la machine.

dd'. Boutons d'assemblage qui lient entre eux le pied *a*, les colonnes *bb*, et le châssis *c*.

Le bouton *d* doit être ouvert à sa partie inférieure pour donner passage à une crémaillère circulaire.

e. Arbre principal de la machine.

f. Manivelle fixée à l'arbre *e*.

gg'. Supports de l'arbre *e*, fixés au châssis *c*, au moyen de boutons sur lesquels ils sont fondus.

h. Roue en fonte de fer, de quatre-vingt-six dents, taillée en hélice et inclinée à 45 degrés; cette roue est fixée sur une extrémité de l'arbre.

i. Pignon de dents en fer trempé, aussi en hélice.

k. Axe creux sur lequel est fixé le pignon *i*.

l. Chapeau de l'axe *k*.

m. Ailette en cuivre, fixée à une extrémité de l'axe *k*.

n. Roue dentée de cinquante dents fixée sur l'arbre *e*.

o. Roue intermédiaire commandée par la roue *n*.

p. Coulisse à douille, dans laquelle passe, à frottement libre, l'axe de la roue *o*.

q. Plaque mobile; épaulements assujettis au châssis, *c*, ainsi que la coulisse *p*, par un seul bouton.

r. Pignon de vingt-cinq dents, mû par la roue dentée *o*.

s. Axe du pignon *r*.

t. Pignon d'angle, de cinquante dents, commandé par le pignon *t*.

Axe de la roue *u*.

x. Tube en cuivre, monté sur l'axe *v*.

yy'. Support de l'axe *v*. Ce support est porté par le châssis *c*, se termine en longue douille *y*, et est traversé par l'axe *s*, qui y peut tourner librement.

zz'. Chapeaux qui maintiennent, à frottement libre, la douille *y'* sur le châssis *c*.

1. Crémaillère circulaire, portée, d'un bout, par le support *y*, de l'autre, par la colonne *b*.

2. Axe de la crémaillère, 1, fixé au support *y*.

3. Bâti du porte-bobine.

4, 4', 4". Traverses d'assemblage du porte-bobine.

5, 5'. Équerres en fer-blanc qui servent à coucher les bobines lorsqu'elles ne sont plus assez grosses pour être dévidées debout.

6. Broches dont le nombre est assujetti au doublage que l'on veut admettre.

7, 8, 9. Guides des fils.

10. Pelotes exécutées sur la machine.

Marche de la peloteuse et manière de s'en servir. — Après avoir préalablement garni de coton le porte-bobine, on réunit en un seul tous les fils dont on veut former la pelote; alors, au moyen d'une faible tringle, on fait passer ce fil dans l'intérieur de l'axe creux, puis dans les deux guides-fils 8, 9 de l'ailette *m*, et de là on l'enroule sur la bobine, sur laquelle doit se former la pelote. On fait ensuite marcher la manivelle, et la pelote se forme telle que l'indique le tracé, c'est-à-dire

avec des dessins creux, en forme de pyramides, dont les sommets se dirigent vers le centre.

Lorsqu'on veut faire sur les pelotes des dessins moins grands que ceux indiqués par le tracé, on met le pignon n en r et *vice-versa*. On peut faire sur cette machine les mêmes pelotes que sur celles ordinaires, petites et grandes, et rendre au besoin les dessins moins profonds, en variant l'inclinaison de l'axe v, au moyen de la crémaillère 1, ce qui, avec un peu d'habitude, se fait très-promptement; on peut aussi entièrement fermer ces dessins en mettant en r une roue dont le nombre de dents ne peut pas être divisé sans fraction par le pignon n, comme par exemple quarante-neuf ou cinquante et une dents.

CHAPITRE XXXI

EMPAQUETAGE DES FILS.

L'opération accessoire de l'empaquetage n'est pas sans importance. Il faut que les paquets contiennent le plus de produits sous le moindre volume possible, que les écheveaux s'y condensent très-régulièrement, que la forme soit d'une manœuvre facile et d'un aspect convenable, que le travail enfin ait lieu aisément et rapidement.

Pour répondre à ces exigences, on a imaginé divers systèmes de presses. Nous donnons (fig. 5, pl. XLII) l'une des plus répandues. Elle se compose de deux bâtis semblables au profil de la figure 5. La partie supérieure constitue la table mobile où le paquet est comprimé entre des côtés formés par des lames minces verticales L, L′, L″, L′″. La partie inférieure forme le mécanisme presseur manœuvré à la main au moyen d'un croisillon I.

S est le support recevant les points d'appui de l'appareil.

A, l'arbre moteur.

M, un rochet placé sur l'arbre A extérieurement au bâti S, pour assurer l'arrêt du mouvement.

I, croisillon calé sur l'extrémité du même arbre A.

R, roue dentée sur une partie de sa circonférence correspondant au maximum du développement de la course qu'elle doit imprimer. Cette roue engrène avec un pignon placé sur l'arbre moteur A.

O, douille sur laquelle viennent s'articuler deux bielles D, une de chaque côté du bâti.

c, petit arbre, auquel l'autre extrémité des bielles est également assemblée, à articulation.

F, montant des glissières dans lesquelles se meuvent les coussinets.

H, montants attachés aux coussinets.

P, plateau mobile ponctué.

N, table en bois, avec un vide intérieur pour recevoir le plateau mobile P, lorsque celui-ci est au bas de sa course.

L, L′, L″, L‴, lames limitant les deux côtés opposés de l'ouverture de la table fixe.

La figure 6 donne la façon dont les lames verticales sont maintenues et fermées à leur partie supérieure. Des lames horizontales articulées en *a*, sur l'une des lames verticales correspondantes L, passent sous une espèce de clanche à lame verticale placée en regard de la première. La direction de la pression s'exerce par conséquent contre les lames horizontales qui forment ainsi la partie supérieure d'un rectangle, résistant à l'action du plateau mobile.

Exécution du paquet. — Le paquet contient d'ordinaire un poids constant de 5 kilogrammes par exemple, formé, par conséquent, d'un nombre d'écheveaux proportionnel au numéro. Ces écheveaux sont disposés par rangées horizontales, les uns à côté des autres, perpendiculairement aux lames L, L′, L″, L‴. Chacune des rangées contient un nombre d'écheveaux superposés de la base en haut. Afin d'obtenir un rangement régulier

chaque rangée d'écheveaux est enfilée à ses deux extrémités dans une tige métallique. C'est une espèce de brochette passée dans les boucles formées aux deux extrémités des écheveaux repliés, dont la longueur ne dépasse pas la largeur de la table mobile. Ces brochettes sont retirées, bien entendu, du paquet après sa formation; afin de faciliter le liage et l'empaquetage, le papier-enveloppe est placé au préalable sur la table, et les ficelles dans les rainures vides réservées entre les plaques L, L′, L″, L‴. Une fois que la roue R a tourné, de manière à faire engrener successivement toutes ses dents, la course est terminée, on lie, on ouvre alors les clanches supérieures et on enlève le paquet.

CHAPITRE XXXII

ÉTABLISSEMENT D'UNE FILATURE.

§ 1. — Considérations préliminaires.

Le but de l'industrie est d'atteindre la perfection au meilleur marché possible. Pour le travail à la main, le résultat dépend de l'habileté et de l'assiduité individuelles. Le prix de revient du produit, nous ne disons pas de la vente, se règle directement et principalement sur la dépense que nécessite l'existence du travailleur. Autrefois les salaires formaient l'élément presque exclusif des transformations, il en est encore ainsi chez les Orientaux et pour les industries qui s'exercent sans le secours des machines. L'importance relative de la main-d'œuvre a considérablement diminué, quoique le prix s'en soit élevé dans les contrées manufacturières en général.

Le problème n'a pas varié au point de vue du but, il s'agit toujours de produire aux conditions économiques les plus avantageuses, sous le régime du travail automatique, aussi bien que sous l'ancien régime; mais les moyens se sont tellement modifiés, dans les arts textiles surtout, que la question des salaires a perdu une partie de son importance et que l'outillage classique et élémentaire, d'une dépense insignifiante autrefois, s'est multiplié et compliqué au point d'exiger, pour sa construction seulement, un personnel plus considérable que celui des fileurs et des tisserands qu'occupait le travail domestique.

Les perfectionnements constants apportés aux machines à préparer et à filer depuis près d'un siècle, époque de la création du premier métier à broches multiples, ont fait de la construction de cet outillage une des branches les plus importantes des arts mécaniques de notre temps. Chaque jour amène un progrès marqué dans cette direction, et si la composition de ce qu'on nomme un *assortiment* varie encore, si elle n'était pas hier ce qu'elle est aujourd'hui, si elle doit encore se modifier demain, c'est d'après des principes qui paraissent complétement fixés. Ces principes permettent de prévoir désormais la direction dans laquelle les progrès doivent être tentés, de mesurer, en partie du moins, le chemin qu'ils ont à parcourir, et de déterminer la meilleure voie à suivre, pour qu'ils soient plus à désirer qu'à redouter, pour ceux-là mêmes dont le matériel devra être modifié.

Les questions à résoudre pour arriver à ce résultat sont techniques et économiques. Les questions techniques comprennent le choix et la quantité de la matière à transformer, la disposition de l'usine et des locaux qui la composent, le choix des machines, leur nombre pour chaque transformation, leur distribution méthodique dans les ateliers, leur réglage, la détermination de la force motrice, du personnel, et l'évaluation préalable de chacun des éléments qui concourent à la formation des prix de revient du produit à transformer.

La fixation de la localité, l'importance de la production, du

nombre et de l'étendue des marchés qu'elle peut espérer, des causes qui influent sur les débouchés et sur le cours de la matière première, le choix des variétés d'articles à préférer dans la même branche, c'est-à-dire le genre de fil, par exemple, le plus avantageux à produire, l'ensemble de l'organisation de l'établissement, etc., sont du domaine des questions économiques. Leur examen détaillé nous éloignerait trop de notre sujet, nous aborderons directement celles qui sont en même temps techniques et économiques, et entre autres, les considérations sur la détermination de l'importance d'un établissement à créer, et sur le choix du produit le plus avantageux, etc. Nous examinerons ensuite les questions exclusivement techniques.

§ 2. — Éléments à prendre en considération pour fixer l'importance d'une filature.

L'importance d'une usine peut se mesurer de deux manières différentes : au nombre de broches et à la valeur des produits. Les frais d'établissement sont à peu près constants et proportionnels au nombre de broches; quels que soient d'ailleurs la finesse et le prix des fils confectionnés, leur différence pour du numéro 30 ou du numéro 200, par exemple, est insignifiante. Le capital de roulement pour l'achat de la matière première, pour les salaires et l'intérêt de l'argent engagé, varie au contraire, il peut tripler et quadrupler pour le même nombre de broches, suivant qu'il est employé à la production de finesses ordinaires ou élevées. La direction de la manufacture, la surveillance et les soins à donner, sont évidemment aussi en raison de la perfection des produits.

Il est donc plus rationnel de raisonner l'importance de l'usine en prenant le nombre de broches pour base. Où est, en effet, la limite à laquelle s'arrête la catégorie des fils ordinaires, et où commence celle des produits fins? Naguère, avant l'application du peignage au coton, cette délimitation était peu nette; en ce moment où l'application du peignage s'étend, il

devient de nouveau assez difficile de tracer cette ligne de démarcation ; nous avons vu, en effet, chapitre XIX, que ce n'est plus aux fils fins seulement que le peignage est employé, mais qu'il s'applique communément à partir du n° 10 pour certains articles désignés, en continuant, bien entendu, à être la préparation courante des numéros élevés.

Le cardage et les errements qui en sont la conséquence sont appliqués aux diverses catégories indiquées également chapitres XIX et XX. On peut selon nous, au point de vue du prix de revient et de l'établissement des machines, comprendre tous les fils dans deux grandes classes : celle de la filature en gros et ordinaire embrassant les soixante premiers numéros, et celle des fils fins comprenant toutes les finesses au-delà. Il est bien évident qu'il ne peut rien y avoir d'absolu dans la division que nous indiquons pour la première catégorie, en présence de l'extension que prend le peignage, il convient donc de restreindre l'échelle des produits ordinaires, considérés au point de vue de leur traitement. La différence dans le mode de transformation des deux sortes va alors en s'effaçant, au point de vue des moyens employés, sinon sous le rapport de la multiplicité des opérations, c'est-à-dire que lors même que l'on peignerait également les cotons pour du numéro 30 et du numéro 200, il est évident que ce dernier subirait plus de passages et comporterait plus de frais de transformation que le premier. La différence se réduirait à plus de soins et à des modifications de réglage pour les mêmes machines. Ainsi, par exemple, on donnerait jusqu'à quatre passages de bancs à broches au numéro élevé, et on le filerait à double mèche, ce qui est trop onéreux pour les numéros ordinaires.

Il résulte de ces considérations que, quel que soit le nombre maximum de broches reconnu possible pour une filature, il sera toujours moindre pour la production des fils fins que pour celle des numéros ordinaires.

Il nous suffit donc de rechercher le nombre maximum de broches dont doit se composer, dans l'état actuel des choses, une usine destinée aux articles dits les plus courants. Or, il y

a parmi ceux-là même des numéros et des sortes générales dont la consommation se fait par masse, et dont les cours sont régulièrement établis par une vente à peu près assurée dans les temps normaux. Il en est d'autres destinés à des produits de fantaisie. Le placement des premiers est le plus sûr en tous temps, mais les bénéfices sont les plus limités, et ne sont possibles que par la réunion d'un certain nombre de conditions économiques, parmi lesquelles il faut surtout signaler la quantité de production et la bonne administration, aussi importantes que la qualité du résultat. Il y a, en général, plus de chances de profits dans la production des produits de fantaisie, mais leur débouché n'est pas toujours aussi assuré. Lorsque l'industrie s'est décidée pour l'espèce ou les espèces de produits à transformer, car, en France, il faut assez souvent réunir plusieurs variétés dans la même usine, il s'agit enfin de déterminer le nombre de broches nécessaires à un minimum de frais généraux. Ce résultat calculé, il faut alors supputer les chances de la nouvelle exploitation en présence de la concurrence avec laquelle elle aura à lutter. Naguère encore, lorsque l'intervention et l'habileté de la main-d'œuvre avaient une importance que les transformations automatiques leur enlèvent chaque jour, on pouvait songer à monter des filatures sur une petite échelle, comme on en voyait tant en Normandie, où l'importance moyenne des usines ne s'élevait pas à 5,000 broches.

Une filature qui ne serait pas plus importante aujourd'hui, ne pourrait pas utiliser convenablement ni entièrement les machines à préparer les plus indispensables, elle aurait des frais généraux relativement plus élevés que des usines bien plus considérables, et serait moins favorisée pour les achats de la matière première et la vente des produits. Il faut donc plus que jamais agir d'après les errements suivis depuis longtemps en Alsace, en Angleterre et dans le département du Nord et ne songer qu'à l'établissement de grandes usines [1], calculer les

1. La moyenne des broches dans les usines d'Alsace est de 14,060, d'après les recensements qui ont précédé les événements, celle des

assortiments pour un minimum de broches, les multiplier au besoin, c'est-à-dire passer de ce chiffre au double, au triple, etc., pour ordonner le mieux possible l'ensemble des machines qui constituent l'établissement. Mais si l'on peut indiquer un chiffre minimum de broches au-dessous duquel il est bien difficile d'espérer des résultats, et pour lequel même ils sont encore peu importants, il nous paraît impossible de fixer une limite maximum. On a voulu poser cette limite à 60,000 broches, or, le raisonnement et les faits sont d'accord pour prouver qu'elle est dépassée avec succès par certains industriels, et que d'autres ne peuvent l'atteindre. La solution d'une semblable question dépend évidemment des connaissances, de l'aptitude, de l'activité, et, en un mot, de la valeur du chef de l'exploitation. L'industrie présente sous ce rapport beaucoup d'analogie avec l'art de la guerre, dans lequel la capacité du général en chef a une si grande influence sur le succès de l'entreprise qu'il dirige.

Ne pouvant dire d'une manière absolue *à priori* quel nombre de broches il faut atteindre, ni à quel nombre il faut se limiter, nous allons examiner toutes les questions techniques à résoudre pour arriver à cette détermination dans chaque cas particulier. Elles donneront les dépenses à faire, les prix de revient des produits, dont les conditions de placement sont en général indiquées par des cours officiels. On pourra se fixer ainsi sur un minimum de production indispensable pour arriver à un résultat donné. Cette solution aura en même temps pour conséquence la fixation des autres éléments qui doivent être pris en considération dans la gestion de toute grande entreprise, tels que l'importance du personnel, son genre de compétence, l'étendue de la surveillance, les soins de détails qu'elle exige, etc., etc.

usines anglaises est à peu près la même, les trois royaumes possédant 32 millions de broches dans 2,210 filatures ; tandis qu'en Normandie on ne compte que 1.287,738 broches dans 300 établissements ou 4,292 broches par filature en nombre rond.

§ 3. — Questions techniques à résoudre.

1° La fixation des machines de l'assortiment.
2° Du personnel.
3° Des salaires.
4° De la force motrice.
5° De la dépense du combustible pour la force motrice.
6° Pour le chauffage.
7° De la construction de l'immeuble.
8° Des frais généraux.
9° De la dépense de la mise en train.

§ 4. — Détermination de l'assortiment.

L'assortiment comprend l'ensemble des machines nécessaires à la fabrication d'une quantité de fil déterminée ; sa composition doit être en général telle, que chacune des machines, ou chaque série de machines correspondant aux mêmes transformations, travaille une égale quantité de substance ; leurs résultats, déduction faite du déchet, doivent donc être égaux en poids. Ainsi le coton ouvré aux opérations du premier degré doit être complétement transformé aux préparations suivantes et au filage. Il arrive néanmoins parfois que les premières opérations ont un peu d'avance sur les suivantes, les batteurs et même les cardes font alors un peu plus que les machines qui les desservent, cela est tolérable et peut même avoir un certain avantage dans les petites filatures, ou pour celles dont les fils ne sont pas toujours les mêmes, mais le contraire, c'est-à-dire une quantité insuffisante de préparation dont la conséquence serait un chômage pour une partie des métiers à filer, ne peut se présenter sans qu'il y ait préjudice pour l'établissement. Pour arriver avec précision à la composition de l'assortiment, il faut connaître la production de chaque sorte de machine, mais pour certaines d'entre elles ce rendement varie, comme nous l'avons vu, non-seulement avec leur réglage, leur vitesse et le degré de perfection à atteindre,

mais encore avec certaines modifications dans les organes et leur groupement. Avant de se décider, il faut donc peser, autant que possible, les avantages et les inconvénients des systèmes en présence. Nous allons nous efforcer de les analyser rapidement.

§ 5. — Revue comparée de diverses machines destinées aux mêmes transformations dans la filature.

Machines préparatoires du premier degré, première période. — Le coton, à la sortie de la balle, peut être ouvert et préparé par le battage aux baguettes ou aux machines, le démêlage aux cardes, par les différentes ouvreuses à dents, par les batteurs à volant et à règles de diverses espèces, ou par les machines que nous avons désignées sous le nom de *système mixte*. Toutes présentent plus ou moins d'avantages ou d'inconvénients. Elles reposent presque toutes sur l'effet des actions brusques ou des chocs, dont l'emploi est certainement désavantageux sous le rapport de la conservation de la matière. Mais lorsqu'il s'agit de la transformation des fibres communes dures, destinées à des produits où la question économique domine, on ne peut se dispenser d'en faire usage dans l'état actuel de l'industrie, attendu que l'un de ces appareils, un batteur, dont nous critiquons le principe, produit de dix à quinze fois plus que les machines les plus délicates, qui permettent de désagréger les fibres avec plus de ménagement. Il faudrait donc multiplier outre mesure les opérations, la dépense du matériel et l'emplacement, si l'on voulait adopter dans tous les cas les appareils paraissant, *à priori*, les meilleurs pour obtenir un travail parfait. Ce motif nous dispense de creuser davantage cette appréciation comparative ; elle suffit pour faire saisir la nécessité des machines à grandes vitesses et à chocs, lorsque la production est la question dominante. Lorsqu'au contraire il s'agit des magnifiques fibres longues du coton géorgie et jumel, destinées à des articles si fins, qu'une broche ne produit que 6 à 7 grammes à peine par jour, la considération de la qualité et de la conservation de

la matière première domine. On peut alors d'autant plus donner la préférence aux appareils délicats qui désagrégent les filaments avec soin, que là où il en faudrait un grand nombre pour le service ordinaire de 8 à 10,000 broches filant des numéros de 25 à 30, un seul suffit, si ces mêmes broches filent du numéro 100 à 130 par exemple.

La force des choses détermine donc le choix à faire dans les divers cas principaux; les machines dites ouvreuses et batteurs travaillent le coton dont les fils ne dépassent pas les numéros 60 à 70; celles à démêler demeurent acquises aux produits d'une finesse plus élevée. Quant aux choix à faire dans les divers types de chacune de ces catégories, les considérations qui accompagnent leurs descriptions respectives peuvent servir de guide.

Machines préparatoires du premier degré, deuxième période. Cardage et peignage. — Bien que la ligne de démarcation qui existait entre les cotons préparés à la carde et ceux pour lesquels on pouvait songer au peignage, ne soit plus, ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà, nette et tranchée comme autrefois, les progrès sérieux réalisés dans cette direction, ne sont pas assez avancés encore pour qu'on puisse supprimer le cardage. Celui-ci demeure indispensable au point de vue économique, pour tous les fils dont les finesses ne s'élèvent pas au delà du numéro précité. Il reste donc appliqué à la grande masse des produits, mais il peut, comme nous l'avons vu, avoir lieu par un nombre assez varié de dispositions, susceptibles de donner des résultats plus ou moins parfaits, et des rendements variables en quantité. Les cardes dites à hérissons produisent davantage, toutes choses égales d'ailleurs, que les cardes à chapeaux, et celles-ci donnent en général un travail plus parfait. Les nouvelles cardes Plantrou paraissent réunir les deux avantages. Quoique l'expérience soit d'accord sur ces points, il n'est cependant pas impossible d'obtenir d'une carde à hérissons, avec une bonne disposition de débourrage qui maintienne constamment toutes les surfaces dans un bon état de propreté, des résultats relativement favorables en qualité et en quantité, assez parfaits dans tous les cas pour présenter de l'avantage à

ce qu'elle soit employée aux préparations des produits inférieurs ne dépassant pas le numéro 25 environ. La carde double à hérisson, c'est-à-dire avec deux tambours sur le même bâti convenablement combiné dans ses divers organes nous paraît remplir les conditions les plus avantageuses dans ce cas. A partir du titre qui vient d'être mentionné jusqu'aux numéros 70 à 80, on emploie généralement la carde mixte, c'est-à-dire composée de hérissons et de chapeaux, toujours avec un système de débourrage automatique aussi complet que possible. Ce n'est d'ailleurs que dans ces conditions qu'elle pourra lutter pendant quelque temps encore avec la préparation du peignage, et qu'un seul passage suffit, ce qui est aussi avantageux sous le rapport de la conservation de la matière que sous celui de l'économie du travail. Le débourrage parfait est indispensable, et lors même qu'il n'aurait pas, exécuté à la main, d'inconvénients pour la santé des ouvriers, il serait encore à réaliser automatiquement, à cause de la perfection à laquelle certains systèmes de débourrage self-acting sont parvenus. Lorsque les soins donnés aux préparations qui précèdent le cardage n'étaient pas ce qu'ils sont aujourd'hui, on cardait presque toujours deux fois, surtout les produits d'une certaine qualité, et on n'aurait osé songer aux cardes à hérissons. On se servait alors de cardes à chapeaux pour les deux passages, on est ensuite arrivé à un premier passage à la carde à hérissons, le second à la carde à chapeaux. Depuis que les premières préparations sont mieux soignées, et surtout depuis que la mode anglaise a pénétré chez nous, peut-être un peu plus que de raison, la carde à hérissons a pris une bien plus large place, et le double cardage a presque complétement disparu. Nous avons vu dans certaines filatures ne faire qu'un seul cardage avec des cardes à hérissons pour des préparations devant donner des fils, numéro 70 à 80. Nous ne réclamons pas contre le simple cardage, nous croyons au contraire, qu'il y a avantage à limiter l'action de la carde, mais nous préférerions toujours les résultats de la carde à chapeaux à ceux de la carde à hérissons, afin de combiner l'action du nettoyage des hérissons et celle du parallélisage des cha-

peaux. C'est parce que nous avons reconnu ces avantages à la nouvelle carde Plantrou que nous la recommandons et que nous lui croyons de l'avenir.

Machines préparatoires du deuxième degré, première période. Étirages. — Les machines à laminer et à étirer restent à peu près invariables dans leur composition et combinaison ; les changements dans les dimensions des cylindres, leur nombre par tête, leur réglage et le nombre des passages par assortiment sont des modifications de détails n'apportant aucun changement sensible à la machine ; elle reste identique dans sa construction, qu'elle soit destinée à la transformation des matières les plus communes ou les plus belles ; il n'y a de changée que la quantité d'étirage ou le rapport des vitesses des cylindres, leurs écartements et leurs pressions.

Les seules modifications apportées à ces machines consistent dans des additions, pour mieux assurer leurs services ; des *casse-mèches* à l'entrée et à la sortie des rubans ; un compteur pour indiquer les longueurs produites, tant pour s'assurer des résultats que pour pouvoir payer ce travail à façon.

Préparation du second degré, deuxième periode. Banc à broches, rotas frotteurs, tasseurs frotteurs et banc Abbeg. — Chacun de ces systèmes, qui a pour but de transformer les rubans en mèches cylindriques étirées, affinées, laminées et condensées, propres au filage, a reçu et est encore l'objet de perfectionnements, comme nous l'avons vu en les étudiant. Le rota ancien n'a pu cependant se faire employer que chez certains filateurs de la Normandie comme appareil préparatoire au banc à broches, le frotteur tasseur au contraire se propage de jour en jour et se substitue dans une certaine mesure aux bancs à broches. Quant au banc Abbeg, nous ne connaissons pas d'établissement en France où l'on en fasse usage, son principe est cependant séduisant.

Application respective des trois systèmes de métiers à filer. — Nous avons vu, chap. XXVI, § 1, que trois sortes de métiers se partagent aujourd'hui le filage dans des proportions indéterminées, ce sont : le métier auquel on a conservé le nom

de mule-jenny ; le mule-jenny, complétement automatisé, ou self-acting, et enfin le métier continu. Au point de vue expérimental, chacun de ces systèmes peut produire des fils d'une finesse et d'un caractère quelconque, on s'efforce de les perfectionner tous de façon à rendre leur emploi pratique également avantageux. Mais jusqu'à ce qu'il en soit réellement ainsi, on est obligé de leur assigner leur rôle respectif, et de déterminer le degré de services que l'on peut en attendre. La production pour chacun des assortiments d'un même nombre de broches sera nécessairement variable avec les finesses des fils et sera en raison inverse des numéros des produits. Ainsi, une même broche servie par les mêmes machines préparatoires, pour transformer des fils de même espèce destinés à des articles de même genre et ne différant entre eux que de titres, rendra environ 48 kilogrammes par an, si c'est du numéro 10, et seulement 24, si c'est du numéro 20 ; si c'est la matière première, l'espèce et la destination des fils qui changent, les productions pour un même titre varieront toutes choses égales en raison inverse de la quantité de torsion appliquée à l'unité de longueur. Ces divers résultats d'un même assortiment sont la conséquence d'une activité et de frais à peu près invariables, puisque le nombre de machines, leur genre, leurs vitesses ne se modifient pas sensiblement, et que toutes ont pour but de préparer la matière pour la transformation finale du métier à filer. Il suffit donc d'établir le prix de revient de l'un de ces organes et de ceux qui lui préparent la besogne, pour arriver à la dépense totale d'une filature en multipliant ce nombre par celui des organes qu'elle renferme ; et réciproquement, une quantité de broches étant donnée par assortiment, c'est-à-dire avec les machines préparatoires indispensables, on aura le prix de la broche en divisant la somme totale dépensée par le nombre composant l'assortiment. Pour déterminer celui-ci, nous avons pris pour point de départ les machines destinées à transformer les quantités minima fournies par les premiers appareils préparatoires.

Nous avons suivi une méthode analogue pour arriver à la détermination du coût de la fabrication d'une quantité de fil donnée,

en cherchant les frais à faire pour le travail d'une broche par an.

Les considérations qui précèdent nous ont amené à la détermination de trois genres d'assortiments, l'un destiné aux fils les plus communs jusqu'au numéro 40, le second pour filer de ce numéro 40 au numéro 60 à 70 environ, et le troisième pour produire toutes espèces de finesses. Ces assortiments varient seulement dans les modifications et le nombre de certaines machines, et conformément aux considérations précédemment exposées. Tantôt ces modifications ont pour but les rendements et la production économique, c'est surtout le cas relatif aux fils ordinaires; pour les fils fins au contraire, la première condition à obtenir est la perfection. Il suffit d'examiner attentivement la composition respective de ces assortiments, pour se rendre un compte exact des causes déterminantes de leur choix. Nous n'avons d'ailleurs pas à répéter qu'il ne peut rien y avoir d'absolu en pareille matière et que les prix que nous allons donner sont applicables avec de légères variantes aux assortiments intermédiaires précédemment indiqués.

§ 6. — Composition de l'assortiment pour filer jusqu'au numéro 30.

La première machine de l'assortiment est l'ouvreuse ou le batteur; c'est celle qui produit le plus, elle devrait, par conséquent, servir à déterminer le nombre des autres. On peut y travailler au moins 4,000 kilogrammes de coton par jour; s'il était nécessaire d'y faire passer deux fois la matière pour la préparer convenablement, le rendement serait en moyenne de 2,000 kilogrammes, moins le déchet. Mais comme les batteurs qui suivent l'ouvreuse ne fournissent que 1,400 kilogrammes environ, il est plus rationnel de calculer sur cette quantité le nombre de broches de l'assortiment. Or, le minimum que peut donner chaque broche en chaîne et trame étant en n° 30 de 55 à 60 grammes par jour, on fera les 1,400 kilogrammes avec un assortiment de 24,000 broches qui pour tous les titres inférieurs produira d'autant plus que le numéro sera plus bas.

Tableau des machines et des dépenses pour un assortiment

DÉSIGNATION des machines.	SURFACE occupée par chaque machine.	SURFACE occupée par l'ensemble des mêmes machines non compris les chemins et les locaux accessoires.	POIDS de chaque machine.
	m. m. m.	m.	k.
Une ouvreuse.....	2,80×1,50=4,20	4,20	2,000
Un batteur doubleur.....	6×1,90=11,40	11,40	3,600
Un batteur étaleur simple...	4,25×1,50=6,37	6,37	2,800
35 cardes en gros.....	3,10×1,90=5,89	206,15	2,300
4 machines à réunir.....	2,50×1,50=3,75	15 »	650
50 peigneuses.....	2,50×1,50=3,75	187,50	1,800
1er passage, 4 étirages à 6 têtes.....	1,10×0,43×6=2,838	11,352	762
2e passage, 4 étirag. à 8 têtes.	1,10×0,42×8=3,784	15,136	1,016
8 transmissions pour les 2 passages.....	1,10×0,60=0,66	5,28	480
Banc broches 1er passage, 3 machines de 80 broches chacune.....	0,133×80×0,8=1,51	25,53	2,800
Banc broches 2e passage, 5 machines de 120 broches chacune.....	0,085×120×0,8=8,16	40,80	2,760
Banc broches 3e passage, 8 machines de 200 broches chacune.....	0,066×200×0,8=10,56	84,48	3,400
Transmissions des 16 bancs à broches.....	0,9×1,30=1,17	18,72	650
24 métiers à filer de 1000 broches.....	42×1,5=63	1512 »	9,000
Accessoires, dévidoirs, tubes, brochettes, machines à aiguiser, à échantillonner, balances, bascules, presses à empaqueter.....		40 »	
		2178,9380	

de 24,000 broches pour filer jusqu'au numéro 30.

POIDS de l'ensemble des mêmes machines.	PRIX MOYEN de chaque machine.	PRIX de l'ensemble des mêmes machines.	PERSONNEL.			SALAIRES par jour.	
			hommes.	femmes.	enfants.	par personne.	TOTAUX.
k.	fr.	fr.				fr. c.	fr. c.
2,000	3,000	3,500	1	»	»	3,50	3,50
3,600	4.500	4,500	»	2	»	1,75	3,50
2,800	3,500	3,500	»	2	»	1,75	3,50
80,500	2,250	78,750	5	»	»	3,50	17,50
2,600	1,350	5,400	»	»	4	1,50	6,00
90,000	4,000	200,000	»	»	14	1,50	21,00
3,048	2,400	9,600	»	2	»	1,75	3,50
4,064	3,200	12,800	»	2	»	1,75	3,50
3,840	600	4,800	»	»	»	»	»
8,400	4,000	12,000					
13,300	4,800	24,000					
			8	»		3,50	28,00
27,200	7,000	56,600			16	1,50	24,00
10,400	1,030	16,480					
216,000	9,500	228,000	12	»	48	3,50 1,50	114,00
		25,000	2	8	2	3,50 1,75 1,50	24,00
467,752		684,930	27	16	84		252,00

Personnel général d'une filature.

Aux personnes indiquées dans le tableau précédent directement employées à la transformation de la matière il faut ajouter un certain nombre d'ouvriers nécessaires au graissage, aux réparations et à l'entretien des machines. Leur nombre n'a rien d'absolu, cependant il varie assez peu. Dans la plupart des cas, pour une filature de l'importance de celle indiquée dans le tableau il se compose de :

2 graisseurs	2f 50	par jour	— 5
2 serruriers	4,00	—	— 8
2 menuisiers	3,50	—	— 7
2 hommes de peine	2,25	—	— 4,50
2 conducteurs	5,00	—	— 10
1 contre-maître de carderie	6,00	—	— 6
1 contre-maître de filature	6,00	—	— 6
1 portier	2,50	—	— 2,50
2 chauffeurs	3,00	—	— 6
Total			55f 00

§ 7. — Remarques sur l'assortiment du tableau.

La composition ci-dessus n'a rien d'absolu, elle peut être modifiée dans certains détails même pour un numéro déterminé. Ainsi, on peut pour les numéros bas, en coton commun ne dépassant pas le 10, par exemple, ne pratiquer qu'un seul cardage et n'employer que des cardes à hérissons, ou bien encore opérer le cardage par un cardage double sur le même bâti. On peut aussi substituer aux bancs à broches les tasseurs-frotteurs qui diminueront les frais dans la proportion indiquée au chapitre XXV, § 10, et enfin au lieu du métier self-acting de 1000 broches, il est possible de se servir de métiers à 1200 broches, si les locaux le permettent. S'agit-il d'obtenir des fils de numéro ordinaire de 10 à 30 devant servir soit pour la bonneterie, soit pour des fils à coudre, ainsi que

nous l'avons dit déjà, le cardage constituera un simple démêlage pour préparer au peignage, la matière sera peignée et donnera une quantité plus ou moins considérable de déchet destiné à des fils plus communs. Les opérations suivantes resteront alors comme elles sont indiquées dans le tableau. Dans le cas du traitement de fils pour chaîne en coton des États-Unis, on les préparerait par un double cardage; le premier passage aurait lieu à la carde à hérissons ou mieux encore à la carde Plantrou, le second à la carde mixte ou exclusivement à chapeaux, on ajouterait un passage d'étirage, ce qui en ferait trois au lieu de deux. Ces divers changements ne modifieraient pas d'une façon notable le prix du matériel par unité ou broche, mais la production et la qualité des fils varieraient en raison des considérations présentées précédemment.

Additions à l'assortiment ci-dessus pour filer jusqu'aux numéros 60 *à* 70. — Pour arriver avec la matière première voulue à atteindre ces numéros, quel que soit le genre de fils, l'assortiment du tableau ci-dessus nécessitera certaines additions. Après avoir cardé et peigné, au lieu de deux passages aux étirages on en aura trois, ainsi que nous venons de l'indiquer pour un autre cas, et quatre passages de bancs à broches au lieu de trois. Il sera facile à l'aide des prix indiqués ci-dessus, d'établir la faible augmentation relative de prix et d'espace provenant de ces additions.

§ 8. — Détermination de la force motrice.

La force motrice nécessaire pour faire marcher un même nombre de broches peut varier, toutes choses égales d'ailleurs, avec le système de machines, les vitesses de leurs organes, le degré de préparation et la finesse des fils, avec la disposition plus ou moins rationnelle des transmissions générales, etc. Si l'on ne considère que les métiers à filer, la force motrice absorbée pour un même nombre de broches à vitesse égale

peut être modifiée du simple au quadruple presque, suivant que l'on compare les métiers mule-jenny à la main aux métiers continus ordinaires et au métier self-acting. Le nombre de broches pourra varier encore du simple au double à peu près suivant les finesses ; pour la production des fils du numéro 25, un cheval de force pourra conduire moitié moins de broches que pour filer du numéro 100 par exemple, toujours, bien entendu, en ne comprenant que les métiers à filer, abstraction faite des machines préparatoires.

En réunissant toutes les machines composant l'assortiment et en déterminant le rapport de la force motrice aux nombres de broches, y compris les machines préparatoires, nous estimons que l'on peut admettre les moyennes suivantes par force de cheval :

De 100 à 110 broches en métiers continus ordinaires à 4,500 tours avec les machines à préparer.

De 100 à 110 broches self-acting automates à 6,500 tours, filant du 27/30 chaîne.

De 190 à 200 broches demi-self-acting à 5,500 tours, filant du numéro 70/80.

De 280 à 290 broches mule-jenny ordinaire à 5,500 tours en moyenne filant du numéro 100 et au-delà.

Ces chiffres sont des moyennes résultant d'expériences directes et de nombreuses données pratiques recueillies dans presque tous les centres où se file le coton, en France et à l'étranger, chez les industriels les plus compétents dont les renseignements concordent d'une façon assez précise.

Il est difficile d'évaluer avec autant d'exactitude les rapports entre la force motrice nécessaire à chaque genre de préparation et de filage. Cependant nous croyons ne pas nous éloigner de la vérité en établissant des rapports déduits d'un ensemble de constatations recueillies dans des filatures produisant du numéro 20 à 30. Nous répartissons les proportions conformément à notre classification générale. Nous trouvons sur 100 de force motrice les rapports suivants :

Machines préparatoires du	1er	degré,	1re	période (batteurs).....	11,36 p. 0/0
—	1er	—	2e	(cardes).....	11,30
—	2e	—	1re et 2e	(étir. et b. à br.)	8,84
Filage.....					58,20
Tansmissions de mouvement.....					10,30
					100,00

Le filage absorbe donc à lui seul plus de la moitié de la force motrice, et cependant il y a peu de réduction de force à espérer de ce côté, il y a au contraire une tendance à augmenter encore les vitesses déjà si considérables des broches. Il n'en est pas de même pour les autres machines et surtout pour les batteurs, le travail qui leur incombe se modifie au profit d'un allégement et d'une économie de force, si nous ne nous trompons; quant aux bancs à broches, à mesure qu'on diminuera leur poids, on augmentera sans doute leur vitesse en proportion, il n'y a donc rien à espérer, sous le rapport du gain, de la force motrice de ces machines. Les transmissions générales constituent évidemment l'élément le moins fixe, la proportion que nous donnons ne peut être considérée que comme une moyenne, variable suivant les localités et les combinaisons plus ou moins heureuses et rationnelles.

Force motrice nécessaire et prix de revient des machines à vapeur et des générateurs pour une filature de 24,000 broches. — En admettant 100 broches par force de cheval, on aura une puissance convenable attendu qu'il faut toujours compter une force un peu plus élevée que celle strictement nécessaire, qui a été désignée de 100 à 110 broches. Or, en ne prenant que 100 on devra avoir une force de $\frac{24000}{100} = 240$. Il est bien entendu que cette force sera distribuée entre plusieurs machines.

Le prix des 240 chevaux avec leurs générateurs, accessoires, outils du fourneau, pistons de rechange, maçonnerie des massifs de la cheminée, etc., peut varier suivant le système de machines, les surfaces de chauffe des générateurs, les soins apportés à l'exécution, etc. Nous admettons que dans les cir-

constances actuelles, on pourra obtenir des machines à vapeur et leurs chaudières, exécutés par les meilleurs établissements dépensant au plus 1 kilogr. 50 d'une façon pratique et courante par heure et par force de cheval la mise en feu y comprise. Nous estimons une machine ainsi complète à 900 fr. par force de cheval; 240 chevaux avec générateurs à 900 fr. coûteront donc 216,000 fr.

§ 9. — Dépenses du bâtiment de la filature.

Ces dépenses comprennent le terrain et les constructions; les prix du premier varient en général de 40 centimes à 1 fr. 50 c. le mètre carré, suivant les localités. Dans les vallées de la Normandie, où il y a le plus de filatures de coton, il est facile d'obtenir des terrains à bâtir à 400 francs l'hectare; dans les faubourgs des villes industrielles, comme Mulhouse par exemple, la valeur s'élève jusqu'à 15,000 francs. Pour établir ces dépenses, nous supposerons une moyenne de 95 centimes par mètre carré.

Détermination de la surface d'une filature et de la dépense de sa construction. — Pour résoudre cette question, il faut être fixé sur celle du mode de bâtiment le plus convenable à adopter; d'une usine à étages superposés ou d'un rez-de-chaussée, les éléments variant avec le genre de bâtiment. La surface de terrain nécessaire sera évidemment moindre dans le premier que dans le second cas. Les frais de construction ont été également pendant quelque temps en faveur du bâtiment à étages. Aujourd'hui on est arrivé à établir des usines en rez-de-chaussée à des conditions au moins aussi avantageuses. Il ne reste donc plus en défaveur du genre de disposition le plus récent que l'étendue qu'il réclame et la dépense du terrain, d'ailleurs relativement insignifiante; elle ne s'élève en effet, dans le cas le plus onéreux, qu'à quelques centimes par broche; mais lors même que cet élément entraînerait à une dépense plus élevée, il serait encore rationnel de donner

la préférence aux filatures de plain-pied, par les motifs que nous allons énumérer.

Avantages des filatures en rez-de-chaussée. — S'il est vrai que rien ne remplace l'œil du maître, il n'est pas moins exact que le matériel et le personnel d'une usine ne peuvent être simultanément inspectés et surveillés, s'ils ne sont réunis dans un même plan horizontal. Il suffit, dans ce cas, d'un cabinet un peu exhaussé au milieu de l'établissement pour permettre au directeur de porter ses regards sur tous les points de la salle sans perdre un instant, et de se rendre compte de ce qui s'y passe. Lors même qu'il ne profiterait pas directement de cette possibilité, l'idée seule du don d'ubiquité, dont il est en quelque sorte en possession, suffirait pour empêcher des désordres ou des négligences. Les déplacements des ouvriers, du personnel de l'état-major et le transport aux métiers sont également plus prompts, moins fatigants et plus économiques au rez-de-chaussée que dans un bâtiment à étages.

La stabilité des machines s'obtient plus facilement et plus économiquement et sa persistance est bien mieux assurée dans un rez-de-chaussée. Les transmissions de mouvement y sont directes, et y occasionnent un minimum de perte en dépense première et en frottement permanent.

L'uniformité dans la température, l'hygrométrie et l'éclairage d'une filature ne peuvent être obtenues que dans un rez-de-chaussée. Ces conditions si importantes à réaliser expliquent comment il est possible d'arriver à des résultats de près de dix numéros plus fins dans ce genre d'ateliers que dans ceux à étages, et comment les filés se transforment plus aisément et n'ont pas besoin d'être humectés pour ne pas se détordre, comme cela arrive parfois dans les ateliers supérieurs. La production d'une même machine sera plus élevée au rez-de-chausssée, sa vitesse pouvant être augmentée à cause de sa grande stabilité et aussi parce qu'il y a dans un atelier de ce genre un stimulant particulier ; le plus habile est donné et pris pour exemple, on s'efforce d'autant plus de marcher sur ses traces qu'il y a profit à le faire.

Il y a plus de facilité pour maintenir l'atelier en parfait état; les accidents et les sinistres étant plus rares dans les usines au rez-de-chaussée que dans les ateliers superposés, la prime d'assurance est moins élevée. Quant à la condition de présenter moins de distractions aux ouvriers qui ne peuvent, surtout dans les établissements éclairés par dessus, communiquer avec l'extérieur par la vue, elle est considérée diversement; les uns la croient défavorable, d'autres la supposent avantageuse. Il nous a été difficile de nous fixer sur ce point, cependant il nous semble, en général, préférable de prendre les jours au moins en partie par les côtés. Nous allons d'ailleurs citer divers exemples de ce qui s'est fait dans cette direction dans différentes localités.

Divers spécimens de filatures au rez-de-chaussée. — Il y a quelques années encore on discutait le pour et le contre des deux systèmes. Pour les hommes compétents, industriels et ingénieurs spéciaux d'usines, il ne peut plus y avoir de doute sur la préférence à donner aux rez-de-chaussée, surtout depuis que l'on est parvenu à remédier à certains inconvénients reprochés autrefois à ce dernier mode de construction. Il existe aujourd'hui plusieurs grandes usines de ce genre, offrant une série de types de construction; nous citerons, au premier rang des établissements les plus confortablement et les plus élégamment construits, la magnifique usine de M. Gast, d'Issenheim, contenant 26,000 broches filant des numéros 80 à 250 dans une seule salle, d'une surface de 3,500 mètres carrés et d'une hauteur de $4^{m},25$ sous la clef des voûtes, éclairée par le toit au moyen d'ouvertures rectangulaires, recouvertes par des cloches en verre de la forme de cônes tronquées. Cet établissement avec ses moteurs (deux machines horizontales), dont les études ont servi à beaucoup d'autres, car le propriétaire le laisse visiter avec une grande libéralité, est l'œuvre tout entière du filateur lui-même, l'un des anciens élèves les plus distingués de l'Ecole centrale. Dans un genre de construction plus économique, nous citerons : 1° l'usine construite à Romilly (Eure) par M. Peynaud; cet établissement qui a une filature de 10,000 broches à filer des

numéros 25 à 30 et 212 métiers à tisser avec les bâtiments accessoires, tels que magasins de la matière première, des produits et emplacement des moteurs, embrasse une surface de 4,762 mètres, dont 3,000 mètres pour l'emplacement des machines à filer susindiquées; ce bâtiment a 4m,60 de hauteur, éclairé par les côtés. 2° La filature de MM. Bourcard, de Guebwiller, construite sous la direction de l'un des ingénieurs et architectes les plus compétents, M. J.-J. Ziégler, qui est parvenu par une étude spéciale à satisfaire aux diverses exigences des ateliers de ce genre de la manière la plus heureuse et la plus économique. Nous mentionnerons encore l'établissement de M. Leyherr, de Laval; celui de M. Octave Fauquet à Oissel, exécuté par M. Émile Muller, l'habile ingénieur des premières cités ouvrières de Mulhouse. Nous avons déjà dit que les conditions spéciales les plus difficiles à remplir pour ces établissements consistent dans des dispositions et un mode de construction qui permettent de maintenir une température à peu près uniforme en toutes saisons. Divers moyens ont été adoptés, suivant les genres de construction, pour mettre l'atelier à l'abri des causes particulières de refroidissement ou d'élévation de température auxquelles il est exposé. Dans l'établissement de M. Gast, toutes les surfaces qui laissent passer le jour sont en verre double. La toiture est bitumée et drainée de façon à faciliter constamment l'écoulement des eaux et à ne laisser transpirer aucune humidité.

M. Peynaud a trouvé plus économique et plus simple d'isoler le rez-de-chaussée de la toiture par une espèce de ravalement, et d'éclairer la filature par les côtés. Dans les constructions économiques dirigées par M. Ziégler, l'atelier est éclairé par le toit, en interposant dans les intervalles une couche de sciure de bois pour isoler et diminuer la conductibilité [1].

1. Nous avons fait exécuter nous-même en 1856 à la Chartreuse près Strasbourg, une grande usine en rez-de-chaussée destinée à la fabrication des lainages et qui depuis a été transformée en filature de coton. L'établissement est éclairé par des jours de côté pris à une certaine hauteur, et a un étage mansardé au-dessus du rez-de-chaussée; cette disposition, tout en fournissant des locaux considérables pour magasins au-dessus des ateliers, permet d'obtenir plus facilement une température constante dans la filature.

Dallage. — Un autre point important est l'établissement du sol des rez-de-chaussée. Il y a plusieurs systèmes en présence, leur dépense peut varier du simple au double et s'élever de 1/8 à 1/7 de la construction ; le mode adopté peut d'ailleurs avoir une influence sur la stabilité des machines et leur entretien.

On emploie : 1° le dallage en grès bigarré séduisant en apparence seulement, parce qu'il se détériore rapidement, surtout par le transport des pots, et parce que l'usure de ces dalles donne lieu à une poussière fine, nuisible à la santé des ouvriers et à la bonne marche des machines ; 2° le dallage en briques comprimées, cannelées en dessous pour augmenter l'adhérence avec les couches de ciment sur lesquelles elles reposent. Ce dallage a l'avantage d'être économique (de 2 fr. 70 c. à 3 francs le mètre carré), de ne pas laisser dégager de poussière, mais il a l'inconvénient de nécessiter des scellements de pierre dans le pavage pour y fixer les machines d'une manière immuable ; 3° celui qui réunit tous les avantages, s'il est fait avec soin, c'est le dallage au ciment de Portland. Il consiste dans une première assise d'une épaisseur de 8 à 10 millimètres d'éclats de pierres coulées en ciment, recouvertes d'une chape de $0^m,02$. Ce dallage est formé dans des moules en fonte de $0^m,50$ carrés ; chacun de ces moules établit un carré analogue à celui d'un damier, il est bon de former les carrés dans un certain ordre pour empêcher le dallage de se fendiller après son exécution. Il suffit, à cet effet, pour laisser à chaque compartiment la possibilité d'opérer son retrait sans agir sur le voisin, d'alterner leur confection. En supposant qu'ils représentent les deux séries, blanc et noir, d'un damier, on exécutera d'abord, successivement en lignes diagonales, tous ceux d'une couleur, puis ceux de l'autre dans le même ordre, et on réunit ces divers carreaux en coulant du ciment pur dans les interstices. Une fois la surface sèche, le dallage se perce comme la pierre pour y établir les pieds des machines, et les y sceller par des boulons ; la surface est ensuite unie en y coulant du ciment. Ce dallage, le plus adopté, est parfait lorsqu'il est bien fait et ne coûte guère que 4 francs le mètre carré, ce n'est presque pas

plus cher que les précédents à cause de l'addition des points d'appui en pierre qu'ils nécessitent.

On a aussi essayé des surfaces en béton de $0^m,08$ à $0^m,09$ sur une couche de goudron de gaz (coaltar) ; cette composition paraît surtout recommandable pour les sols exposés à l'humidité, dans les usines près des rivières, mues par un moteur hydraulique. Enfin il s'est fait des rez-de-chaussée formés : 1° d'une couche de $0^m,06$ en machefer mélangé à environ 1/7 de mortier, sur lequel est appliquée une couche de $0^m,03$ de béton, de gravier et de ciment de Portland dans les proportions de 1 volume de ciment pour 10 de gravier. Enfin les deux couches parfaitement exécutées sont recouvertes d'une troisième espèce de chape de $0^m,01$ à $0^m,015$ d'épaisseur formée de 1 de ciment et de 3 de gravier fin criblé à la grosseur d'un plomb de bouteille. Cette dernière courbe doit être bien lissée à la truelle et bien unie, les trois surfaces doivent être exécutées le même jour par parties plus ou moins étendues, de 1 à 2 mètres carrés par exemple.

Le prix de ce dallage varie nécessairement avec les localités, il est tantôt meilleur marché tantôt plus cher que celui que nous avons recommandé. Si nous donnons la préférence à l'autre, c'est qu'on saura le faire partout, tandis que celui-ci, qui ne souffre pas de médiocrité, est d'une exécution que les ouvriers ne réussissent pas toujours.

§ 10. — Prix du mètre carré de la construction d'un rez-de-chaussée.

Le prix du mètre carré de construction varie suivant le genre adopté. Les bâtiments voûtés sont naturellement plus chers que ceux à charpente et à plafond plat. Les murs en briques sont d'un prix en général plus élevé que ceux en moellons ou en pierre. Chacun des éléments peut ainsi varier, suivant la qualité et le prix des matériaux, la quantité plus ou moins grande de fer et de fonte employée, selon que les vitrages

sont simples ou doubles, que l'établissement est plus ou moins élevé, que les fondations se trouvent dans un terrain solide, ou dans un sol à consolider, etc., etc. Mais pour le genre de rez-de-chaussée dont nous avons indiqué les divers types, on trouve que les dépenses varient de 30 à 40 francs le mètre carré selon le genre des travaux. Nous pouvons donc admettre en moyenne une dépense de 35 francs par mètre carré de construction pour des bâtiments en moellons de pierre, et un prix un peu plus élevé pour briques avec colonnes en fonte à l'intérieur, couverts en tuiles, et avec des vitrages en verre double, ou un double vitrage. Si nous recherchons le nombre de mètres carrés nécessaire par assortiment de 24,000 broches, ou en d'autres termes le nombre de broches par unité de surface, nous arrivons à des différences sensibles en raison surtout du genre de métiers à filer; il faut évidemment un espace différent pour un même nombre de broches du système continu et du mule-jenny, et pour ceux-ci le nombre par unité de surface sera moindre pour des broches filant des numéros ordinaires, exigeant plus de distance entre elles, que pour des numéros dont les broches peuvent être sensiblement rapprochées, et dont les commandes des transmissions de mouvement du métier exigent moins de place.

Surface nécessaire aux passages entre les machines. — Dans des établissements bien entendus, convenablement montés, on peut estimer qu'il faut pour les passages entre les machines une surface à peu près égale à la moitié de celle occupée par ces machines, et que les métiers à filer mule-jenny occupent dans un assortiment une place environ égale à celle des machines préparatoires. Pour un assortiment de métiers continus il y a une économie de surface de 1/3 sur l'emplacement total de l'assortiment, y compris les passages, par suite de la différence d'emplacement qu'il faut aux métiers à filer, celui des machines préparatoires restant le même dans les deux cas.

Il faut à toute filature un certain nombre d'emplacements spéciaux pour le service général de l'usine, que nous résumerons de la manière suivante.

1° Un magasin de la matière première disposé comme nous l'avons dit précédemment, d'une surface proportionnelle à l'importance de l'usine.

2° Salle des mélanges pour préparer la matière première de la façon la plus homogène aux métiers à filer.

3° Un magasin à fils, plus ou moins grand suivant qu'il doit contenir les produits pendant un temps plus ou moins considérable.

4° Un magasin pour les préparations sur bobines destinées au filage.

5° Un magasin pour les accessoires nécessaires aux machines, courroies, cordes, huile, pièces de rechange, etc...

6° Un magasin d'échantillons ou types de fils à conserver.

7° Salle d'emballage et de dévidage pour transformer les fils en écheveaux lorsqu'il y a lieu et les empaqueter.

Espace moyen nécessaire à un nombre déterminé de broches. — Les calculs faits sur un grand nombre d'établissements convenablement installés nous ont donné une moyenne de trois broches par mètre carré, pour l'ensemble de l'emplacement nécessaire à une filature employant le mule self-acting, 3,10 pour mule en fin, et 4 pour le système continu, y compris, bien entendu, l'espace nécessaire aux préparations, aux passages et aux magasins. La moyenne des prix de la construction par mètre carré étant de 35 francs, la dépense de la construction par broche sera pour les systèmes *mule-jenny* $\frac{35}{3.10} = 11{,}29$, pour le système *self-acting* $\frac{35}{3} = 11{,}83$ au maximum, et pour le système *continu* $\frac{35}{4} = 8{,}75$. Nous donnons cette proportion comme un maximum, attendu que l'on pourra en général dans la pratique ajouter une petite fraction de broches par mètre carré, en diminuant légèrement les rapports entre les passages et la surface des machines, mais nous avons préféré donner pour exemple des bases larges, sachant par expérience qu'il reste toujours assez de causes de dépenses imprévues, qui peuvent

venir compenser la libéralité des appréciations premières.

Dépenses des transmissions de mouvement par broche. — Les transmissions pour un bâtiment au rez-de-chaussée, de 8000 mètres carrés par exemple et un assortiment de 24000 broches, peuvent, ainsi que l'avons fait remarquer incidemment, varier suivant le mode adopté, la vitesse des moteurs, celle des arbres de couche et la direction choisie. C'est-à-dire suivant que le point de départ des commandes a lieu à l'extrémité ou au milieu du bâtiment, avec le rapprochement des points d'appui des arbres de transmission. Il est évident que le nombre de rouages sera en raison inverse de celui des coups de piston du moteur et que le poids des arbres augmentera à son tour en raison inverse de leur propre vitesse. Mais si les transmissions générales des mouvements sont établies d'après les règles généralement adoptées par la science et l'expérience, elles pèseront environ pour les 24,000 broches 48,000 kilogrammes, soit 2 kilog. par broche. Le prix de revient étant en moyenne de 90 francs les 100 kilogrammes, la dépense par broche sera par conséquent de 1,80.

Dépenses des tuyaux de chauffage et d'éclairage. — Cette dépense pour les conduites principales et accessoires, les tiges des flammes, les robinets, est en moyenne, après leur mise en place, prêts à fonctionner, de 0 fr. 90 c. par broche, en supposant un chauffage à la vapeur, et le gaz fourni par un établissement public. Nous avons admis ces conditions comme les plus favorables aux résultats et les plus économiques. Le chauffage à l'air chaud est plus difficile à régulariser, et donne en général une température moins douce et moins uniforme que le chauffage à la vapeur ; la fabrication directe du gaz dans l'établissement même revient presque toujours plus cher que l'achat du gaz à une usine publique [1].

1. On a pour le chauffage et l'éclairage divers points de départ pour déterminer la dépense ; tantôt on compte par l'installation du chauffage à vapeur un prix de... par unité de longueur et de diamètre de tuyaux en raison de la surface à chauffer, tantôt on calcule directement la dépense à faire d'après le volume de l'établissement ou le nombre de mètres cubes à chauffer. Quant à l'éclairage, il dépend de la disposition

§ 11. — Dépense pour le chauffage.

La dépense du combustible pour le chauffage de l'usine varie, suivant la saison avec les années plus ou moins rigoureuses, les localités, le genre de construction, le mode de chauffage adopté, et même avec la nature des machines et les finesses des fils fabriqués. (Voir chap. IX.)

Ces frais sont plus élevés en général pour un bâtiment en rez-de-chaussée que pour une construction à étages, dans les pays où la neige est abondante et pour les bâtiments où elle est susceptible de séjourner que dans les contrées où elle est rare et pour des dispositions qui facilitent sa fonte et son écoulement. Les ateliers avec doubles fenêtres, des toitures peu conductrices, des murs épais nécessiteront naturellement une dépense moindre pour l'entretien de la chaleur que ceux qui seront dans de moins bonnes conditions. Les préparations et surtout le cardage et le peignage ont besoin d'une température plus élevée que le reste de l'usine. Les gros numéros et les numéros intermédiaires n'ont pas en général besoin d'une température aussi élevée que les fils fins. Nous avons eu l'occasion de constater le fait pour des établissements d'un même nombre de broches (10,000), travaillant dans des conditions différentes, l'un des fils fins de 80 à 150 en moyenne, l'autre des produits ordinaires ne dépassant pas le numéro 30. Il est juste de faire remarquer que pour bien filer les grandes finesses, la température est généralement maintenue à 26 degrés centigrades, elle peut baisser de 5 à 6 degrés pour les produits d'une finesse moindre. On peut compter sur une dépense d'environ 50 à 80 tonnes par an pour chaque assortiment de 10,000 broches ou une moyenne de 65 tonnes. En comparant cette dépense à celle du combustible de la force motrice évalué précédemment par force de cheval et en masse plus loin, on trouve un

et du nombre de becs nécessaire aux diverses machines, et des emplacements qui doivent recevoir les becs; c'est en réunissant les moyennes de ces différents systèmes que nous sommes arrivés au chiffre ci-dessus.

rapport moyen de 11,74 pour 100 entre le combustible nécessaire à la force motrice et celui du chauffage. Les Anglais comptent en général que les frais du combustible pour le chauffage représentent chez eux 14 pour 100 de celui de la force motrice. Quoi qu'il en soit, il est à peine utile de faire remarquer que la consommation du combustible pour le chauffage est en raison des capacités des ateliers, du volume d'air à chauffer et à renouveler, et de la différence entre la température extérieure de l'atmosphère et celle à maintenir dans les ateliers. On sait que les traités de la chaleur, et notamment celui de notre regretté maître M. Péclet et les remarquables travaux du général Morin, donnent les éléments voulus pour résoudre ces questions compliquées du chauffage. Nous nous sommes bornés à indiquer les faits pratiques en notre possession; ces faits ne sont pas toujours d'accord avec la théorie; il se rencontre en effet parfois dans la pratique, des cas imprévus et difficiles à calculer *à priori*. La disposition des usines, surtout dans les ateliers en rez-de-chaussée, est souvent profondément modifiée par le genre de construction; la nature des matériaux, l'épaisseur des murs, l'exposition des fenêtres, leur exécution, la hauteur, sont autant de causes qui peuvent modifier la dépense. Nous avons donc tenu à publier les résultats pratiques concernant les établissements les plus rationnellement entendus.

Perte résultant des déchets. — Les déchets varient non-seulement de quantité, en raison de la matière première et des préparations qui les donnent, mais encore en qualité, suivant la période des transformations; il est évident que ces déchets augmentent de valeur avec l'avancement du travail; ceux des batteurs, par exemple, valent moins que ceux des machines suivantes. Le déchet varie encore suivant que l'on fait subir le cardage ou le peignage au coton. Il est aux batteurs d'environ 1^k,60 0/0 pour le coton d'Amérique, aux cardes pour 2 passages de 6^k,70, aux diverses machines préparatoires 0^k,36, aux machines à filer 1^k,16; on compte pour l'évaporation 3 kil. Le prix moyen de ce déchet peut être évalué à 1 fr. 46, donc abstraction faite de l'évaporation, 9^k,82 à 1 fr. 46 = 14 fr. 33 cent.

Ainsi en supposant du coton des États-Unis à 250 fr. les 100 kilog., moins la bonification de 3 kilog. 75 à 2 fr. 50 représentant 9 fr. 37, les 100 kilog. reviendront à 250 — 9, 37 = 240 fr. 63. La perte en argent est représentée par la différence du prix de 12k,82 de déchet, évaporation comprise, et le prix du coton. La valeur du déchet est de 14,33, le coton neuf valait 2,40, 12k,82 à 2,40 = 30 fr. 76, et 30,76 — 14,33 = 16 fr. 423, ou 6,82 pour 100.

Si c'était du coton de l'Inde le déchet en poids serait plus considérable, mais la valeur du coton et par conséquent du déchet serait moindre.

Tableau des déchets des cotons peignés, aux différentes transformations.

	JUMEL.	GÉORGIE LONG.	LOUISIANE.	COTON de L'INDE.	OBSERVATIONS générales.
	k.	k.	k.	k.	
Ouvreuse	1,00	0,80	0,75	3,70	Nous avons à peine besoin de faire remarquer que ces chiffres sont loin d'être absolus et qu'ils dépendent des cotons et des classements.
Battage à la main	1,60	1,30	1,25	4,00	
Duvets de cardes	4,20	3,30	3,70	4,50	
Duvets des tambours	0,80	2,70	0,90	0,90	
Chapeaux	1,80	3,70	1,50	1,60	
Duvets	1,80	0,40	1,50	1,80	
Peigneuse	18,00	19,50	15,00	35,00	
Déchets perdus	4,00	4,00	4,00	6,00	
TOTAUX	33,20	35,70	28,60	37,50	

Pour déterminer l'importance de la valeur de ces déchets, il suffira de connaître le prix de chacun de ces cotons sur le marché et la valeur des déchets du peignage, pour arriver, par des calculs identiques à ceux ci-dessus, pour les déchets des fils cardés. Nous faisons ces observations pour ne passer aucun élément pratique sous silence. Les prix de revient de l'industriel doivent donc être établis en comptant la matière première si c'est du coton des États-Unis, avec une surcharge de 6 fr. 82 pour 100 de son cours, et de 10 fr. environ pour les cotons de l'Inde. Enfin, à ces frais il y a toujours une dépense de transport à ajouter, variable en raison des distances entre l'usine et les marchés où les achats ont lieu.

Prix de revient détaillé d'une broche.

Il résulte des éléments qui précèdent qu'une filature de 24,000 broches composée conformément au tableau page 638, et aux indications qui le suivent, prête à marcher, clefs en main comme l'on dit, revient au chiffre ci-dessous établi par broche.

Pour l'ensemble des machines à filer.	28f,53
Moteurs	9 ,00
Transmissions	1 ,80
Accessoires.	1 ,50
Bâtiment	11 ,66
Tuyaux, robinets, chauffage, éclairage, etc. . . .	1 ,90
Terrain.	0 ,30
Total	54f,69

Ayant compté largement la dépense, celle des ateliers de réparation se trouve comprise.

§ 12. — Frais annuels pour un assortiment de 24,000 broches.

Ces frais se composent :

1° De l'intérêt et de l'amortissement de toutes les dépenses faites pour son établissement;

2° Du combustible nécessaire à la force motrice et au chauffage;

3° De la dépense de l'éclairage;

4° id. des salaires de toutes espèces;

5° id. des impôts et des primes d'assurance contre l'incendie;

6° De l'intérêt du capital de roulement;

7° De la dépense d'entretien et des réparations;

8° D'une part de frais occasionnée par la mise en train de l'établissement.

Disons un mot sur la manière de déterminer chacun de ces éléments. Le mode de calculer l'intérêt de la somme dépensée ne peut être controversé que pour le taux ; les uns le comptent à 5 et d'autres à 6 pour 100 par an, sur la totalité du capital engagé. L'amortissement doit être nécessairement en raison inverse de la durée. Il ne doit pas être le même pour l'outillage industriel et les bâtiments, attendu que ces derniers durent en général bien plus longtemps que le premier, dont les progrès incessants plus encore que l'usure exigent de fréquentes modifications. L'usage le plus généralement adopté consiste à compter l'intérêt de toutes les dépenses au taux légal de 5 pour 100 et à amortir à 10 pour 100. Il est évident que de cette façon l'établissement se trouve en général payé bien avant qu'il ne soit hors de service, et que les constructions immobilières surtout conservent une valeur sérieuse longtemps après leur amortissement. Le propriétaire retrouve donc bientôt la compensation de la charge qu'il s'est d'abord imposée. Ce mode d'opérer n'a aucune espèce d'inconvénient lorsque l'industriel est complétement indépendant et propriétaire de l'établissement. Mais lorsqu'il a ses comptes à rendre à des cointéressés, la manière de répartir les frais n'est pas indifférente. Des actionnaires en général désireux d'arriver le plus promptement possible à des revenus, et un gérant dont la réputation de capacité dépend des résultats de son exploitation, préfèrent répartir les frais d'amortissement sur une période d'années maxima. Quoi qu'il en soit, nous adopterons pour nos calculs le système classique qui consiste à compter 5 pour 100 d'intérêt et 10 d'amortissement sur les machines qui s'usent ou sont susceptibles d'être remplacées, 10 0/0 pour les appareils de chauffage, éclairage, etc., et enfin 5 0/0 pour le terrain.

Dépenses annuelles pour l'assortiment.

Pour l'achat du terrain à bâtir et les dépenses pour le service de l'usine, 10,000 m. à 0,95, 9,500 fr. à 5 p. 0/0 l'an. .	475[f]
Pour un bâtiment, couvrant 8,000 m. c. à 35 francs, 280,000 fr. à 6 p. 0/0	16,800
Pour l'ensemble des machines de l'assortiment, 684,930[f] à 15 p. 0/0.	102,739, 50
Pour les moteurs et les générateurs, 216,000 fr. à 15 p. 0/0	32,400
Pour les transmissions, 43,200 fr. à 10 p. 0/0.	4,320
Tuyauterie, robinetterie, etc., pour le chauffage et l'éclairage, 21,600 fr. à 10 p. 0/0.	2,160
Accessoires, courroies, cordes, appareils de pesage, mobilier, imprévu, 36,000 fr. à 10 p. 0/0.	3,600
Huile, suif, saindoux, savon gras, caoutchouc, bronze, fer, main-d'œuvre pour la machine, matière contre l'incrustation, nettoyage et entretien des fourneaux et de leur outillage.	7,000
Combustible des moteurs, 240 chevaux à 1 k. 50 par force de cheval et par heure = 1,296 tonnes à 30 fr.	38,880
Chauffage, en moyenne, 142 tonnes à 30 fr.	4,260
Eclairage, 200 becs à 85 fr.	17,000
Salaires totaux.	92,100
Intérêts sur une certaine partie du capital mort pendant la construction et la mise en train	5,000[1]
Contributions, environ.	8,000
Assurances contre l'incendie, en moyenne.	2,000
Total	336,734[f] 50

Dépense annuelle par broche.

Cette dépense, quel que soit le rendement de la broche, est donc : $\frac{336.734,50}{24000} = 14^{f},030$.

1. Ce chiffre n'a rien d'absolu ; nous n'avons compté que sur la moitié environ du capital total pour les dépenses essentielles de machines et de bâtiments, parce que nous supposons que ces dépenses ne sont soldées que graduellement, et qu'une avance de 50 0/0 suffit, le reste ne devant être payé qu'après la mise en activité de l'établissement.

Prix de revient de la façon d'un kilogramme de fil.

On sait que la production varie en raison inverse des finesses ; supposons qu'on file du n° 25, la production moyenne par broche et par an est de 24 kilog. environ, donc $\frac{14,030}{24} = 0,584$; le prix de façon du kilogramme du n° 25 est donc de 0,584.

Si c'était du n° 45, dont la production est de 12 kilogrammes, le prix de revient serait $\frac{14,030}{12} = 1^f,169$.

Si nous supposons la dépense annuelle toujours la même pour une broche filant par exemple du numéro 120, ne produisant que 2 k. 50, le prix de revient de ce fil sera $\frac{14,030}{2,5} = 5,61$.

On voit d'après quelle progression les prix de façon s'élèvent.

Théoriquement ils devraient varier en raison inverse de la racine carrée des numéros, mais pratiquement il y a des causes de vitesse, de frottements et de temps d'arrêt, qui modifient cette loi tantôt en deçà, tantôt au delà des productions calculées. Ces prix de revient changent également suivant la production constante d'un même numéro et d'une même spécialité de fil. Les industriels ne filant qu'un seul numéro comme cela se pratique généralement en Angleterre ont un avantage sur ceux qui filent au contraire des numéros variés.

Prix de revient d'un kilogramme de fil n° 24 chaîne et 30 trame.

Matière première à.....	2,40 (1)
Déchet à 12 0/0, 0^k,120.....	
Perte sur ces déchets.....	0,13
Prix de façon.....	0,584
Ensemble...	3^f,114

L'écart entre ce prix de revient et le cours peut varier ; au moment où nous écrivons, le tarif de ce numéro est de

1. Ce prix est éminemment variable, mais le cours du fil change en proportion. Nous ne donnons les calculs ci-dessus que comme indications, non-seulement à l'égard du prix de revient, mais aussi au point de vue de la production par broche.

3 fr. 25, ce qui laisserait comme bénéfice 3,25 — 3,114 = 0,136 au kilogramme; et pour la production des 24,000 broches, en supposant qu'on file le même numéro ou des numéros donnant un bénéfice équivalent, on aurait, la production étant 24 k., 24 × 24, 000 = 576,000 × 0,136, = 78.336 fr. Les bénéfices augmenteraient de 0,023 par kilogr. si l'on employait les frotteurs-tasseurs, soit annuellement de 13.248 fr.

Production courante des filatures en activité. — Les chiffres qui précèdent ont pour base les éléments d'une filature établie dans les conditions les plus perfectionnées, donnant par conséquent un maximum de production et un minimum de prix de façon. Ce résultat ne peut être obtenu par l'ensemble des filatures en activité depuis un temps plus ou moins long. Leurs machines et métiers ne sont pas, pour la plupart, des systèmes les plus avancés et les plus favorables, ils ont subi une usure qui ne permet pas de les faire travailler avec toute l'activité désirable. Les industriels les plus compétents entendus à la dernière enquête sur le régime économique qui s'est poursuivie devant une commission de l'Assemblée nationale jusqu'au moment des événements de 1870 ont surtout insisté sur ces différences de rendement et de prix entre les filatures existantes et celles qu'on pourrait établir avec les progrès réalisés. Ils ont également fourni des renseignements sur les mêmes éléments des pays voisins tels que l'Angleterre et la Suisse. Leurs dépositions ont été recueillies par le commissaire spécial des industries textiles à cette enquête, M. Edouard Simon, ingénieur, qui en a dressé avec soin un tableau présentant à titre de document industriel et historique un intérêt réel. Nous le reproduisons en conséquence dans son entier. Nous croyons devoir ajouter que les résultats au point de vue de la production par broche pour la France nous paraissent un peu faibles et le prix de revient de fabrication par conséquent trop élevé; néanmoins on consultera avec fruit les rapports des productions et des dépenses pour les différents numéros comprenant l'échelle pratique la plus étendue, c'est-à-dire depuis les n^{os} les plus bas jusqu'au 150.

§ 13. — Dépense du combustible par unité de poids et de longueur de fil.

La force motrice varie conformément aux données ci-dessus, avec le système de métiers employés, et ceux-ci avec le genre de fil. Or, le continu ordinaire, avons-nous dit, n'est jamais appliqué aux fils d'une certaine finesse, et les titres élevés sont encore exclusivement filés au mule-jenny sans renvidage automatique. Mais certains titres, le numéro 30 par exemple mesurant 60,000 mètres au kilogramme, pouvant être produit indistinctement sur les différents systèmes de machines, si l'on compare la force motrice réclamée par broche et par an, on trouvera, en supposant 1 kilogramme 50 par heure, une consommation annuelle de 5,400 kilogrammes par force de cheval, et par conséquent les moyennes suivantes pour la consommation d'une broche de chaque système :

Pour les métiers continus avec les préparations. $\frac{5,400}{105} = 51^{k},428$

Pour les self-actings. . . . . $\frac{5,400}{122} = 44^{k},262$

Pour les 1/2 self-actings. . . . . $\frac{5,400}{195} = 27^{k},692$

Pour les mule-jenny ordinaires. . . . . $\frac{5,400}{285} = 18^{k},947$

La moyenne est donc de $35^{k},582$ et $35^{k},582 : 18^{k}$ (1) $= 1^{k},976$, quantité consommée par kilogr. de fil.

Si maintenant nous recherchons la dépense du combustible pour 1 kilogramme de fil d'un titre élevé, du numéro 120 par exemple, on trouve qu'une broche de mule-jenny, généralement employée à ce travail, ne produit que 2.55 kilogrammes par an. Sa consommation en charbon étant, d'après les chiffres ci-dessus, de $18^{k},947$ par broche et par an, $\frac{18,947}{2,55} = 7^{k},43$

1. Cette quantité est une moyenne moindre que celle calculée ci-dessus mais plus élevée que la production courante des établissements montés depuis un certain temps.

quantité de combustible nécessaire à 1 kilogramme de fil du numéro 120. Comme nous avons trouvé une consommation de 1k,976, pour un numéro moyen 30, il faut donc un peu plus de triple force motrice pour filer 1 kilogramme de fil du numéro 120 que du numéro 30. Si l'on compare cette même dépense par rapport aux longueurs des deux titres, qui sont, par kilogramme, 60,000 mètres pour le premier et 240,000 pour le second, la différence ne sera plus que comme 1 : 4. Cette anomalie apparente d'une force motrice trois fois moindre pour obtenir un fil quatre fois plus gros, s'explique naturellement en faisant intervenir le temps nécessaire à appliquer les torsions. Celles-ci sont entre elles, on se le rappelle, à peu près comme les racines carrées des numéros, et comme ce rapport du numéro 30 au numéro 120 est très-approximativement comme 5,4 : 10, 8, c'est-à-dire :: 1 : 2, la dépense qui paraissait varier du simple au triple n'est donc de fait que de 1 à 2 ; le motif de cet écart réel provient de ce que le nombre des broches et des préparations nécessaires à la production de l'unité de longueur, est proportionnel à la finesse des produits. Le temps employé à transformer cette unité, le nombre d'organes à mettre en mouvement et les frottements augmentent par conséquent avec les titres des fils.

Avec les chiffres qui précèdent et le prix du charbon pour chaque localité, il est facile de calculer la dépense du combustible pour la force motrice, suivant les divers cas qui peuvent se présenter. Nous croyons que *trois centimes* pour le kilogramme de charbon sont actuellement à peu près la moyenne dans les principales localités françaises où l'on file le coton. Cette moyenne varie bien entendu avec la qualité de la houille, mais elle pourrait rester à peu près constante quant au résultat, c'est-à-dire eu égard à la capacité calorifique.

Comparaison entre les frais d'une broche mue à la vapeur et ceux d'une broche mue par la force motrice hydraulique. — La dépense de la force motrice hydraulique est très-variable avec les localités et les frais plus ou moins considérables qu'occasionnent les travaux d'établissement. La façon la

plus précise de faire la comparaison des prix de revient des deux genres de moteurs, est de prendre autant que possible la moyenne des loyers des établissements hydrauliques par force de cheval. Cette moyenne, avec la part afférente aux constructions du bâtiment et à la dépense des transmissions, nous paraît devoir être estimée au maximum à 300 francs la force de cheval par an. Beaucoup de loyers n'atteignent pas moitié de ce prix. La location de la broche hydraulique peut donc être estimée à $\frac{300}{122} = 2{,}45$. Le prix de revient de la force motrice d'un cheval vapeur peut s'évaluer en moyenne par an à 530 fr. [1], $\frac{530}{122} = 4{,}34$. Il y a par conséquent une économie brute de $4{,}34 - 2{,}45 = 1{,}89$ à l'avantage de la force de l'eau. Nous disons une économie brute, car la force hydraulique exige un emplacement en général excentrique et une augmentation de frais de transport et de déplacement de toutes sortes.

Les avantages des chutes d'eau sont donc plus apparents que réels, surtout si l'on ne fait pas entrer en ligne de compte le travail de nuit qui doit être tout à fait exceptionnel, selon nous, attendu qu'il est moins soigné et fort pénible pour tout le personnel.

L'économie qu'offrirait la force motrice hydraulique sur la vapeur en démontre les avantages, chaque fois qu'on trouvera réunis les éléments détaillés ci-dessus. Il est indispensable : 1° que le moteur à eau soit considérable et à peu de chose près constant pendant toute l'année; 2° que sa valeur locative ne dépasse jamais la somme de 300 francs que nous avons indiquée précédemment; 3° que l'éloignement des centres d'achat de la matière première, de la vente du produit, et des populations ouvrières, ou que l'insuffisance des voies de transport qui mettent l'établissement en rapport avec les marchés, ne viennent pas compenser le bas prix de la force motrice. L'irrégularité fréquente du volume d'eau est surtout si into-

1. Ce chiffre comprend l'intérêt et l'amortissement, la dépense du combustible, le salaire du chauffeur, l'entretien, etc., conformément aux divers détails qui précèdent.

lérable, qu'il existe peu d'usines hydrauliques aujourd'hui qui n'aient une machine à vapeur pour auxiliaire. Cette condition est imposée par la nécessité de produire normalement sur une échelle aussi vaste que possible, afin de diminuer en proportion les frais généraux. La réduction de ces frais à un minimum permettra seule désormais d'établir les produits à des prix tels qu'ils augmentent rapidement la consommation.

Nous ne pouvons terminer ce traité sans accorder une pensée et un regret aux contrées industrielles cotonnières par excellence que nous avons perdues. Nulle localité n'avait su, au même degré que l'Alsace, appliquer le goût français aux produits du coton et n'avait poussé aussi loin les progrès dans la spécialité. Nos désastres rappellent ceux qu'ont éprouvés les États-Unis à l'époque où nous avons publié la première édition de cet ouvrage. On n'osait espérer alors voir se cicatriser promptement en Amérique les plaies que la guerre avait faites; on doutait que jamais ce pays fût à même de recouvrer la prospérité et la grandeur dont nous sommes témoins aujourd'hui. Puisse un avenir prochain réserver à la France un semblable réveil !

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

Préfaces..... V, VII

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

Origines et premières mentions historiques..... 1
Origine de l'usage des étoffes de coton en Occident..... 7
Industrie du coton dans l'Inde..... 21

CHAPITRE II.

CLASSIFICATION ET RÉCOLTE DU COTON.

Classification botanique..... 26
Dénominations commerciales..... 29
Catégories commerciales des cotons..... 31
Insuffisance de la classification botanique et commerciale pour déterminer les qualités des fibres..... 32
Récolte et floraison..... 33

CHAPITRE III.

ÉGRENAGE.

Roller-gin..... 35
Saw-gin..... 36
Egreneuses Platt..... 38

CHAPITRE IV.

UTILISATION DE LA GRAINE DU COTONNIER..... 41

Emballage..... 43

CHAPITRE V.

CARACTÈRES COMPARÉS DES FIBRES DES DIVERSES ESPÈCES DE COTON. 44

Dimensions des fibres de diverses espèces de coton..... 48
Remarques générales sur les caractères consignés dans le tableau... 50

CHAPITRE VI.

CARACTÈRES SPÉCIAUX DES FIBRES ÉLÉMENTAIRES DU COTON... 52

Résultats économiques du travail automatique appliqué au coton.... 55

CHAPITRE VII.

DÉTERMINATION DE LA QUALITÉ DES FIBRES ET APPAREILS A ESSAYER LES FILAMENTS ET LES FILS.

Caractères élémentaires à déterminer..... 57
Expérimentateur des fils..... 61
De quelques applications spéciales de l'expérimentateur des fils..... 66
Tableau d'expériences sur la ténacité et l'élasticité des fibres..... 72
Conséquence des résultats du tableau..... 74

CHAPITRE VIII.

CARACTÈRES NATURELS DU COTON COMPARÉS A CEUX DES PRINCIPALES AUTRES FIBRES TEXTILES. 77

CHAPITRE IX.

INFLUENCE DES AGENTS NATURELS, L'HUMIDITÉ, LA CHALEUR, LA LUMIÈRE ET L'ÉLECTRICITÉ SUR LE COTON PENDANT LES TRANSFORMATIONS. 82

Humectation de l'air des ateliers..... 84
Influence de l'électricité..... 85
« de la lumière et du soleil..... 87

CHAPITRE X.

MODIFICATION PHYSIQUE DES FILAMENTS DU COTON PAR L'ACTION DES ALCALIS CAUSTIQUES. 87

Indication de certains emplois des fibres contractées du coton..... 88

CHAPITRE XI.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES MATIÈRES TEXTILES. 89

Procédé de M. Vetillart..... 94

CHAPITRE XII.

CHOIX ET ASSORTIMENT DES COTONS EN RAISON DE LA FINESSE ET DU GENRE DES FILS A PRODUIRE. 97

Considérations spéciales au coton de l'Inde..... 102
Tableau résumant le prix au kilogr. pendant le 1er semestre de 1874 et les destinations des divers cotons du commerce..... 106
Remarques générales sur les indications du tableau..... 107

CHAPITRE XIII.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE DU COTON ET CONSÉQUENCE DES ÉVÉNEMENTS DE 1870. 108

Estimation de la valeur de la production intérieure et de l'exportation en 1873..... 111

Progression de la culture aux Etats-Unis..... 115
Coton d'Afrique..... 116

CHAPITRE XIV.

SUCCÉDANÉS DU COTON.

Jute, china-grass, genêt, écorce du mûrier, palmier, agave, etc..... 118
Diverses sortes de duvets végétaux essayés ou à essayer..... 121
Cotonisation des filasses en général..... 124
Notice sur une méthode de donner au lin et au chanvre les apparences du coton par le Cte Berthollet..... 125
Reprise du traitement de l'écorce du mûrier..... 129
Le fibrilia..... 129
Considérations générales sur les divers procédés de cotonisation et leurs conséquences..... 131

CHAPITRE XV.

REVUE DES PROGRÈS TECHNIQUES RÉALISÉS DANS LA TRANSFORMATION DU COTON.

Depuis l'origine jusqu'à l'Exposition universelle de 1862..... 134
L'industrie cotonnière à l'Exposition de Londres en 1862..... 161
Etat du progrès en 1874..... 189

CHAPITRE XVI.

PROGRÈS RÉALISÉS DANS LES CONDITIONS HYGIÉNIQUES DES USINES. 192

CHAPITRE XVII.

TARIF DES DOUANES CONCERNANT L'INDUSTRIE COTONNIÈRE. 200

Régime douanier du coton en laine. Entrée..... 201
— Sortie..... 202
— Fils..... 203
Comparaison du régime actuel existant dans les principaux pays d'Europe..... 204
Tissus..... 210
Machines et mécaniques..... 217

DEUXIÈME PARTIE.

ÉTUDE COMPARÉE DES MACHINES ET DES MOYENS TECHNIQUES DE LA FILATURE.

CHAPITRE XVIII.

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES SUR LA FILATURE EN GÉNÉRAL. 221

Tableau synoptique des transformations de la filature des diverses substances..... 224 bis
Remarques sur le tableau..... 225

CHAPITRE XIX.

OPÉRATIONS TECHNIQUES D'UNE FILATURE. 229

Ensemble des opérations d'une filature de coton courte soie..... 230

Nécessité et but de chacune des transformations..... 231
Détermination des assortiments en raison des numéros des fils..... 235

CHAPITRE XX.

OPÉRATIONS TECHNIQUES DES FILS FINS.

Ensemble des opérations d'une filature pour du nº 40 à 100 et au delà. 238

CHAPITRE XXI

PRÉPARATION DES FILAMENTS COURTS, 1er DEGRÉ, 1re PÉRIODE.

Considérations générales..... 241
Velow vertical perfectionné..... 245
Ouvreuse Platt..... 246
Appareils à battre..... 250
Batteur étaleur..... 253
Dimensions et vitesse des organes de rotation du batteur..... 257
Batteurs modifiés..... 258
Batteur allemand..... 259
Combinaison des battages pour le coton de l'Inde..... 263
Production du batteur..... 264
Inconvénients des battages et moyens proposés pour les atténuer. — Préparations mixtes..... 264
Epurateur Risler..... 265
Batteur Leyherr..... 268
Batteur Lord..... 271

CHAPITRE XXII.

PRÉPARATION DES FILAMENTS COURTS, 1er DEGRÉ, 2e PÉRIODE.

Cardage. Considérations générales..... 275
Machines à carder..... 285
Carde mixte..... 285
Tableau des dimensions et des vitesses des organes de la carde..... 289
Conséquences résultant des mouvements relatifs des divers organes de la carde..... 290
Considérations sur l'alimentation de la carde..... 291
Production de la carde..... 293
Combinaisons diverses des organes de la carde..... 295
Carde mixte de M. Peynaud..... 297
Carde à double ruban..... 298
Tableau des dimensions et des vitesses de la carde à double alimentation, et à deux peigneurs..... 299
Conséquences de la rencontre des organes de révolution des cardes.. 300
Cardage double..... 302
Débourrage automatique..... 303
Débourrage des chapeaux fixes..... 304
Carde débourreuse Dannery..... 306
Carde débourreuse, chaîne sans fin..... 310
Carde débourreuse à chapeaux cylindriques..... 311
Tableau des dimensions et des vitesses de révolution de la double carde à chapeaux circulaires..... 316
Débourreur automatique par un mécanisme Jacquard..... 317
Des grilles et de leur influence sur le cardage..... 320

Aiguisage 321
Machine à aiguiser modifiée 324
Défauts que peuvent présenter les fibres cardées, leurs causes et moyens de les atténuer 325
Carde peigneuse Plantrou 326
Divers matériaux employés à la construction des cardes en général. 330
Réunissage et doublage 333
Machine à réunir 336
Réunissage à pots et à casse-mèche 338

CHAPITRE XXIII.

DU PEIGNAGE ET DE SES PRÉPARATIONS.

Considérations préliminaires 340
Brevet en date du 17 décembre 1845, au sieur Heilmann de Mulhouse, pour un démêloir et une peigneuse 342
Démêloir 345
Peigneuse 348
Préparation avant peignage 355
Machine à démêler 356
Peigneuse Schlumberger 359
Considérations sur le réglage 365
Soins à donner à la machine 367
Peigneuse à alimentation continue 367
Peigneuse Imbs 370

CHAPITRE XXIV.

PRÉPARATIONS DU 2e DEGRÉ, 1re PÉRIODE, ÉTIRAGES SANS FRICTION NI TORSION.

Considérations générales 373
Machines à étirer 379
Banc d'étirage 381
Mécanisme casse-mèche 383
Réglage des machines à étirer 385
Production 389
Modifications proposées pour les cylindres étireurs 389

CHAPITRE XXV.

PRÉPARATIONS DU 2e DEGRÉ, 2e PÉRIODE. TRANSFORMATION DES RUBANS EN MÈCHES.

Considérations préliminaires 391
Dispositions générales des organes 393
Divers genres d'ailettes 395
Ailette à force centrifuge 397
Broches à grande vitesse 398
Bancs à broches à mouvement différentiel 403
Démonstration du mouvement différentiel par la théorie des mouvements relatifs 410
Moyen pour déterminer graphiquement la courbe de deux cônes d'un banc à broches 419
Bancs à broches à mouvement différentiel et à deux cônes 421
Appareil à bascule 423
Légende indiquant le nombre de dents des roues du banc à broches en gros 426

Calcul du nombre de dents des pignons de rechange d'un banc à broches 426
Observations relatives au réglage 432
Formule de la production d'un banc à broches 435
Types de torsion imprimés aux bancs à broches 436
Applications de la formule de la production d'un banc à broches 437
Rota frotteur 439
Frotteur tasseur de M. Delamarre 449
Banc Abbeg ou banc à broches à organes renvideurs modifiés 452

CHAPITRE XXVI.

FILAGE.

Considérations générales 461
Description de la constitution des deux systèmes de métiers : continu et mule-jenny. Principe du métier continu 465
Cause de l'emploi limité du métier continu 468
De la différence des caractères des fils produits sur les métiers continus et mule-jenny 469
Métier mule-jenny 472
Double fonction de la broche dans le mule-jenny 472
Utilité spéciale des bobines coniques 474
Fonctionnement du métier. Étirage et torsion simultanés 476
Renvidage 476
Torsion supplémentaire 478
Étirage supplémentaire par le chariot 479
— — par les cylindres 479
Diverses dénominations données aux métiers mule-jenny selon leur degré d'automatisation et leurs destinations respectives 480
Métier self-acting Parr-Curtis 483
Tableau synoptique des fonctions du mule-jenny self-acting 512
Vitesses et rapports des transmissions de mouvement des principaux organes du mule-jenny automate pour des nos 30 à 35 chaîne 513
Remarques sur les variations de vitesse des principaux organes des métiers à filer 514
Réglage de la machine 515
Principaux inconvénients qui peuvent se produire dans le métier automate 522
De ce qu'on entend par les différents systèmes de métiers renvideurs. 523
Mule-jenny automate de M. Peynaud 525
Roller-motion, disposition spéciale de M. H. Schlumberger 529
Modifications des transmissions de mouvement du chariot 533
Système de débrayage de l'arbre à cames, par MM. Platt 534
Divers systèmes de métiers continus 536
Métier continu de MM. Higgins et Whitworth 537
Métier continu de M. François Durand 539
Métier continu à canettes 543
Métiers continus sans ailette 551

CHAPITRE XXVII.

FORMULES DES TORSIONS. 555

Critique de la loi des torsions 556

Formules pratiques pour l'application des torsions..... 558
Règle adoptée dans les filatures anglaises pour l'application de la torsion..... 560
Différence entre la vitesse théorique et pratique des broches d'un métier à filer..... 561
Formules de la production d'un métier à filer..... 564
Application de la formule au n° 28 chaîne..... 565
Tableau de la production par broche d'un métier self-acting pour des n°s de 24 à 100, chaîne..... 565

CHAPITRE XXVIII.

EXÉCUTION DES SUPPORTS DES CANETTES.

Machine à faire les tubes des canettes..... 566

CHAPITRE XXIX.

APPRÊTS MÉCANIQUES, RETORDAGE, MOULINAGE, FLAMBAGE ET FAÇONNAGE DES FILS.

Caractères et destinations des fils retors et apprêtés..... 569
Fils à coudre en coton substitués à la soie dans la couture des gants de peau..... 571
Fils façonnés pour soutache..... 571
Moyens de fixer la torsion de certains fils simples. — Vaporisation.. 572
Appareil à vaporiser de M. Simon, de Saint-Dié..... 572
Des conditions à réaliser pour éviter les principaux défauts dans le retordage..... 573
Description de diverses machines à retordre..... 575
Machine à retordre, système continu..... 576
Machine à faire le cordonnet en deux ou trois bouts..... 578
Exécution du cordonnet câblé..... 581
Fils moulinés ou jaspés..... 584
Gazage ou grillage des fils..... 586
Apprêts ordinaires des fils à coudre en coton..... 588
Lustrage ou glaçage..... 588
Machine automate à faire les petites bobines pour fils à coudre..... 590

CHAPITRE XXX.

TITRAGE ET DÉVIDAGE DU FIL. 599

Titrage anglais..... 601
Congrès international pour le numérotage uniforme des filés. (Rapport à M. le ministre de l'agriculture et du commerce, par M. ALCAN, délégué du gouvernement français)..... 602
Insuffisance du titrage pour constater le degré de régularité d'un fil. 608
Divers moyens pour constater la régularité des fils..... 609
Romaine micrométrique de M. Saladin, de Nancy..... 611
Dévidage ou transformation des canettes ou bobines en écheveaux.. 612
Formule de la détermination théorique du numéro d'un fil, et du nombre des transformations réalisées pour l'obtenir..... 613
Application de la formule générale de la filature..... 615
Remarques sur l'application de la formule pour la détermination des numéros..... 617
Peloteuse..... 620

CHAPITRE XXXI.

EMPAQUETAGE DES FILS. 623

Exécution du paquet..... 624

CHAPITRE XXXII.

ÉTABLISSEMENT D'UNE FILATURE.

Considérations préliminaires..... 625
Eléments à prendre en considération pour fixer l'importance d'une filature..... 627
Questions techniques à résoudre..... 631
Détermination de l'assortiment..... 631
Revue comparée de diverses machines destinées aux mêmes transformations dans la filature..... 632
Application respective des trois systèmes de métiers à filer..... 635
Composition de l'assortiment pour filer jusqu'au numéro 30..... 637
Tableau des machines et des dépenses pour un assortiment de 24,000 broches pour filer jusqu'au numéro 30..... 638
Personnel général d'une filature..... 640
Remarques sur l'assortiment du tableau..... 640
Détermination de la force motrice..... 641
Force motrice nécessaire et prix de revient des machines à vapeur et des générateurs pour une filature de 24,000 broches..... 643
Dépenses du bâtiment de la filature..... 645
Avantages des filatures en rez-de-chaussée..... 645
Divers spécimens de filatures au rez-de-chaussée..... 646
Dallage..... 648
Prix du mètre carré d'une construction d'un rez-de-chaussée..... 649
Espace moyen nécessaire à un nombre déterminé de broches..... 651
Dépenses des transmissions de mouvement par broche..... 652
Dépense pour le chauffage..... 652
Perte résultant des déchets..... 654
Tableau des déchets résultant de divers cotons peignés..... 655
Prix de revient détaillé d'une broche..... 656
Frais annuels pour un assortiment de 24,000 broches..... 656
Dépenses annuelles pour l'assortiment..... 658
Dépense annuelle par broche..... 658
Prix de revient de la façon d'un kilogramme de fil..... 659
Prix de revient d'un kilogramme de fil n° 24 chaîne et 30 trame..... 659
Production courante des filatures en activité..... 660
Tableau des prix de revient de la filature du coton en France et à l'étranger..... 660 bis
Dépense de combustible par unité de poids et de longueur de fil..... 661
Comparaison entre les frais d'une broche mue par la vapeur et ceux d'une broche mue par la force motrice hydraulique..... 662

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

COULOMMIERS. — Typog. A. MOUSSIN.

BIBLIOTHÈQUE DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS CNAM