

J. Foltzer

Lea

# Soie Artificielle

et sa Fabrication



“ DIE KUNSTSEIDE ”

18-D-40.

Sig.: 22108

Tít.: La soie artificielle et sa fabri

Cód.: 1028591

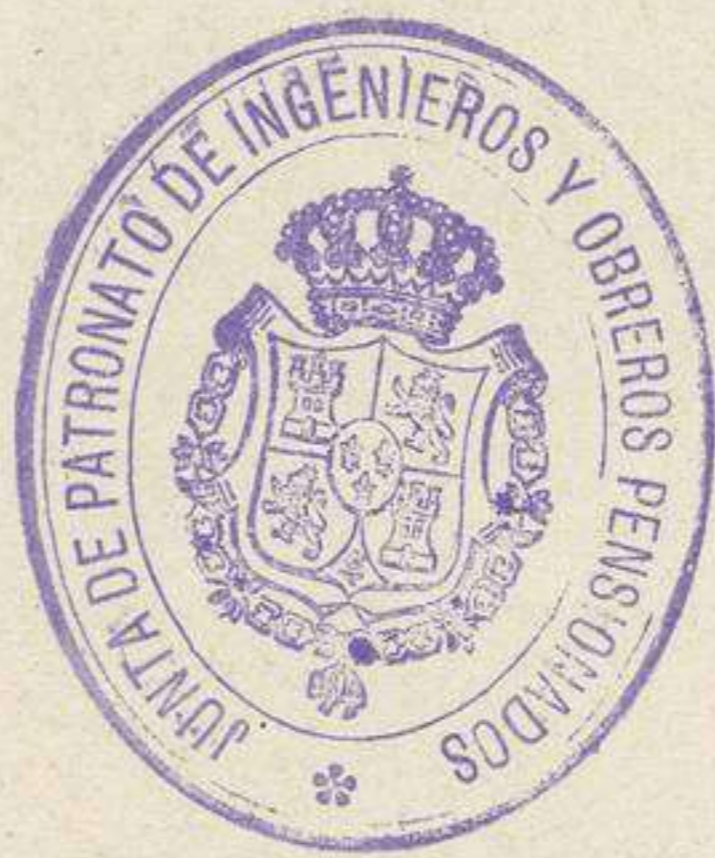






# LA SOIE ARTIFICIELLE & SA FABRICATION

---



REPRODUCTION ET TRADUCTION INTERDITES

---

# LA SOIE ARTIFICIELLE ET SA FABRICATION

Généralités sur la Cellulose

Origine de la Soie Artificielle - La Soie du Comte de Chardonnet - La Soie Deispeissis à l'oxyde de cuivre ammoniacal et sa fabrication

Description d'une Usine - Préparation

Dissolutions - La Filature - Le Lavage - Les Séchoirs L'Humidification - Le Dévidage, Retordage, etc.

Machine de filature du Comte de Chardonnet

Machine du Dr Lehner

Les Déchets - La Viscose - La Solution au chlorure de zinc

Les Produits similaires - Le Crin, la Paille, le Cuir artificiel

La Pellicule - La Récupération

Les procédés plus récents : Glanzstoff - Pauly

Linkmeyer - Prud'homme - Meister Lucius - Friedrich

Thiele - Bernstein - Foltzer, etc.

Autres Imitations de la Soie naturelle

par

**Joseph FOLTZER**

INGÉNIEUR-TEXTILE



CET OUVRAGE CONTIENT

8 Illustrations dans le texte et 11 Planches hors texte.

✽ DEUXIÈME ÉDITION ✽



CORNILLON BIBLIQUE ET INDUSTRIELLE  
IMPRIMERIE CH. CORNILLON  
Augustin





## PRÉFACE

---

Tous les lecteurs ont entendu parler du succès qu'a obtenu en ces derniers temps la Soie Artificielle. Tandis que l'on trouve à volonté des ouvrages et manuels, traitant toutes les branches de l'industrie textile, il n'en existe encore pas, autant que nous sachions sur la Soie artificielle. C'est pour cette raison, et pour répondre au désir de plusieurs de nos amis, qui ont témoigné leur intérêt pour cette nouvelle industrie, que nous nous sommes proposé de réunir dans ce petit ouvrage les questions, prises plutôt au point de vue pratique que théorique, traitant la fabrication de la Soie Artificielle.

Si nous avons laissé subsister ici des détails superflus et qui feraient sourire quelques vieux directeurs ou chimistes, c'est parce que nous voulons faire de notre ouvrage un guide commode et facile à consulter pour les jeunes gens qui désire-raient étudier cette industrie si intéressante.

Notre ouvrage n'est sans doute pas exempt de critique, aussi serions nous reconnaissants à Messieurs les Industriels, Ingénieurs et Chimistes pour les erreurs et omissions qu'ils voudraient bien nous signaler.

FRAIZE (Vosges) le 15 Août 1903.

## Avant-propos de la 2<sup>e</sup> Édition

---

L'accueil fait à notre traité sur la soie artificielle, et les encouragements flatteurs que nous avons reçus d'un grand nombre de personnes très compétentes en cette matière, nous engagent à publier cette seconde édition, qui est une reproduction révisée avec soin, améliorée et augmentée, dans laquelle nous donnons également le résultat de nos études personnelles. — Nous avons fait quelques emprunts à des revues françaises et étrangères qui ont déjà exposé les notions fondamentales des divers procédés, se rattachant à la fabrication de la soie artificielle, et nous reproduisons, en les citant, ces différents articles, sans y apporter de modifications.

En présence de l'immense concurrence commerciale de notre époque, plusieurs personnes ne se sont pas bornées à l'étude théorique et pratique de l'installation et de la marche d'une fabrique de soie artificielle, comme nous la donnions dans notre première édition — (qui a été écrite surtout pour satisfaire la curiosité de nos lecteurs désirent connaître superficiellement cette nouvelle industrie) — elles nous ont posé quantité de questions supplémentaires. Nous avons répondu de notre mieux à toutes ces demandes, et nous reproduisons ici ce qui peut avoir un intérêt général.

Nous adressons nos plus sincères remerciements aux personnes qui ont bien voulu nous apporter leur concours et nous espérons que les industriels qui voudront faire un essai de cette fabrication, trouveront dans ce traité quelques documents utiles.

Tagolsheim (Alsace), le 16 Oct. 1909

J. F.

## EXTRAIT DE LA CRITIQUE

### *de l'Industrie Textile*

---

Paris, le 15 Avril 1904.

La soie artificielle a, à l'heure actuelle, un succès tel, qu'on peut dire que la publication d'un ouvrage technique sur sa fabrication et les divers procédés plus ou moins connus utilisés dans cette industrie, vient à son heure. Cet ouvrage, d'un caractère essentiellement pratique et de vulgarisation, a sans doute paru au gouvernement allemand, jaloux de tenir secrètes certaines méthodes ou certains tours de main, un guide tellement commode et facile à consulter, qu'il l'a fait saisir dans toutes les librairies et en a interdit la vente dans toute l'étendue de l'Empire. C'est le plus bel éloge que nous puissions faire de l'œuvre de l'auteur:

La soie artificielle n'étant autre chose que de la cellulose transformée en fils fins. M. Foltzer étudie d'abord sommairement la cellulose et ses propriétés ; puis il entre immédiatement dans le vif de la question et étudie successivement la soie de Chardonnet (ancien et nouveau procédé), le fil artificiel brillant produit par une solution de cellulose dans le chlorure de zinc, la soie artificielle formée avec la viscoïde, enfin la soie artificielle dite parisienne, fabriquée avec de la cellulose soluble dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, dont il étudie la fabrication d'une façon étendue en donnant la description d'une usine telle qu'elle fonctionne en Allemagne. Cette description, très pratique et fort bien faite, est la partie capitale de l'ouvrage : tous les appareils y sont décrits avec figures à l'appui, leur manœuvre est expliquée avec force chiffres et documents ; tout ce qui concerne le personnel nécessaire, la force absorbée par les machines, l'éclairage, l'emplacement des bâtiments, s'y trouve étudié et analysé. Un chapitre est consacré à la teinture de la soie artificielle.

C'est avec plaisir que nous signalons ce livre, écrit par un praticien expérimenté et dont l'utilité est incontestable.

L'industrie Textile - N° 232:

---

EXTRAIT DE LA CRITIQUE  
*du Textile World Record of America*

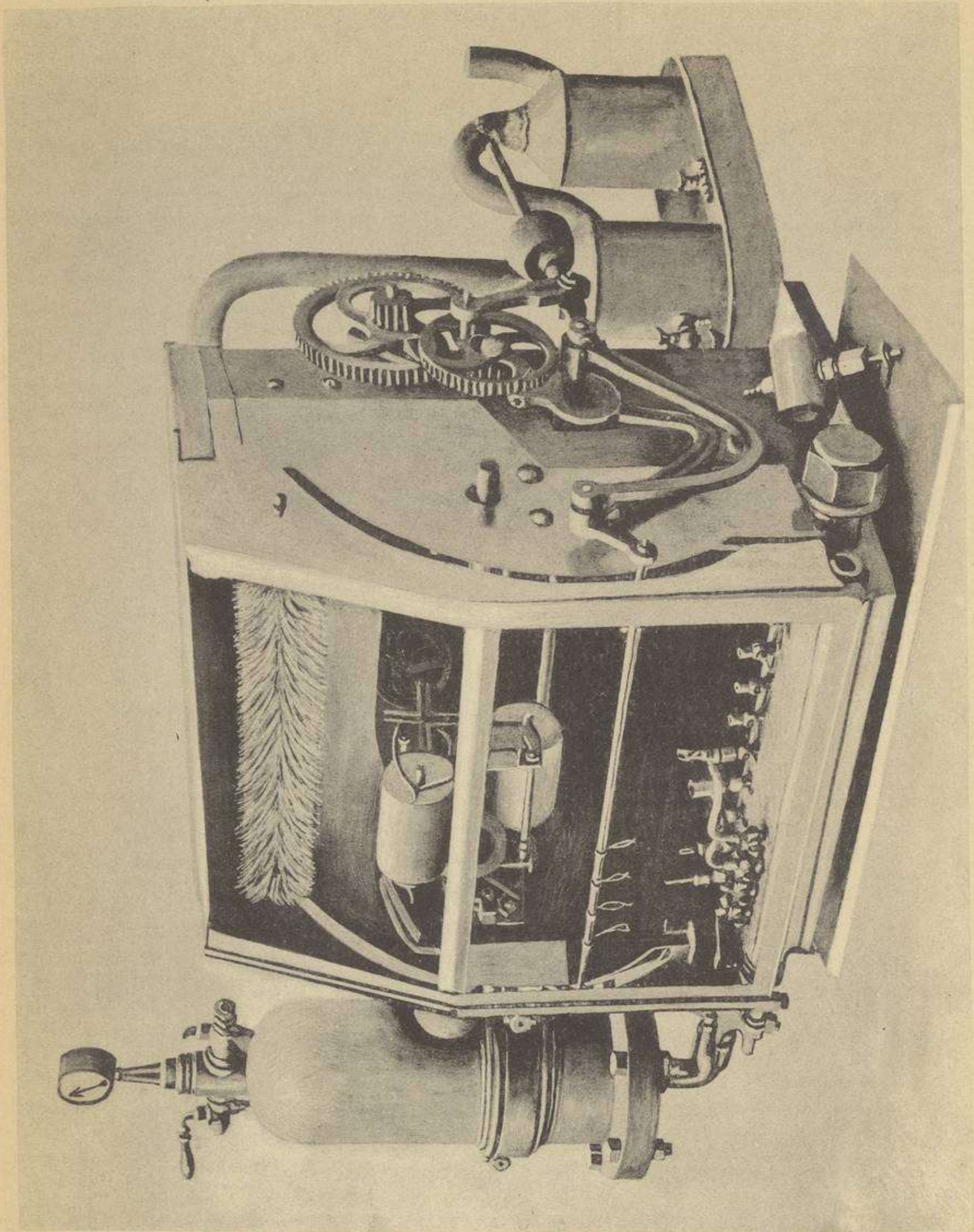
---

TEXTILE WORLD RECORD: vol: 27, June: 1904: page 171

« The Manufacture of Artificial silk » by J. FOLTZER, Fraize (Vosges) France.

This is a practical handbook of the manufacture of artificial silk. It was written by a chemist who has had charge of all the processes which he describes. He begins with a chapter on the general properties of cellulose, from which artificial silk is made, describes the various processes of manufacturing artificial silk. Then follow chapters on artificial silk from mercerized cotton dissolved in an ammoniacal solution of copper. The most interesting part of the book is the chapter devoted to spinning, in which plans and a detailed description of all necessary apparatus are given. This is in fact a description of a German artificial silk mill and owing to the trade secrets which it discloses the German government has forbidden the sale of the book throughout the German Empire. The practical character of this work makes it unique among technical handbooks and will doubtless prove to be an important addition to the literature bearing on the artificial silk industry.

---



Première machine de soie artificielle (Système de Chardonnet) sortie des ateliers de M. E. Mertz à Bâle.



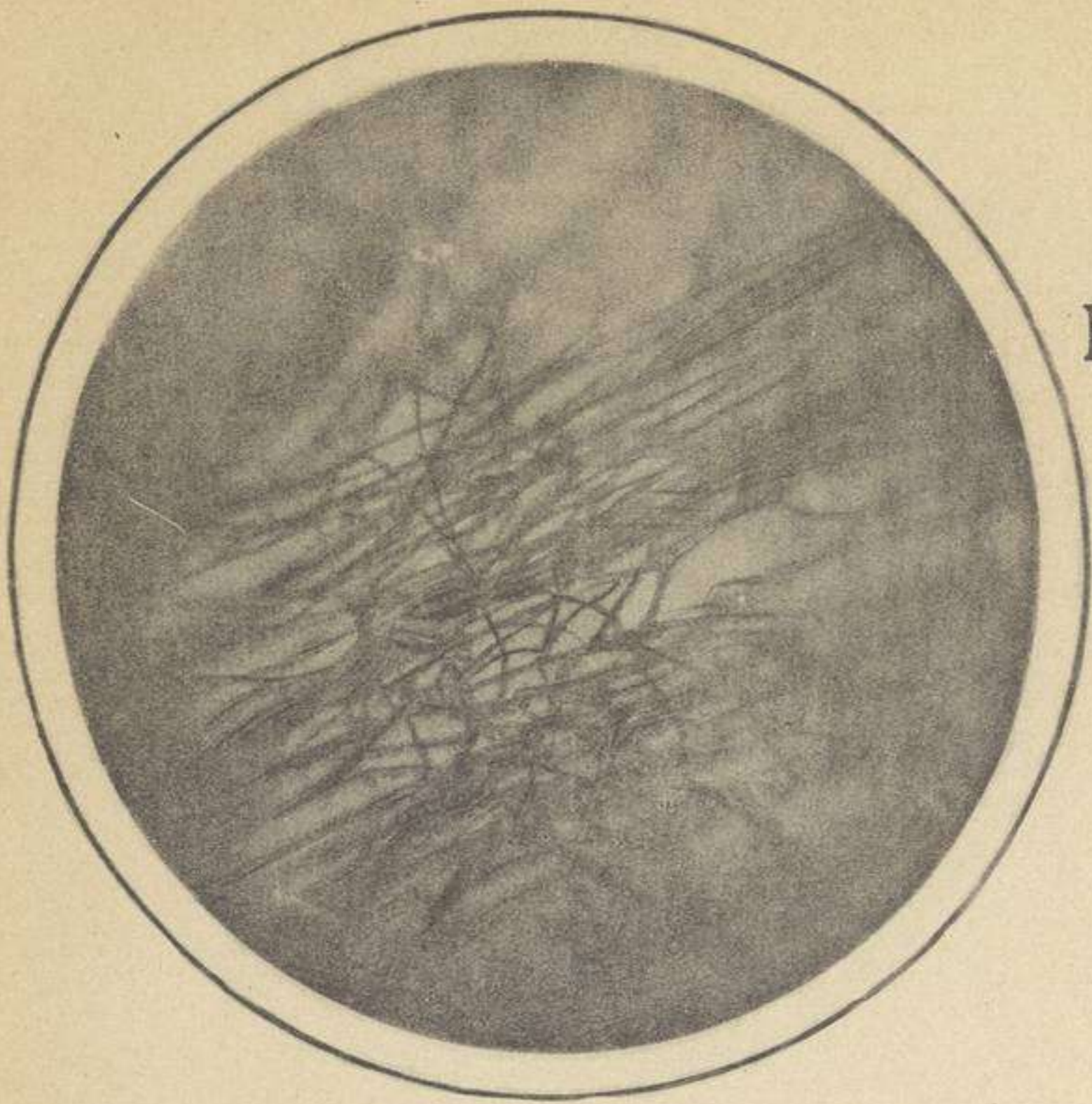


Fig. 1

Fig. 1. — Des fibres de  
coton agrandies.

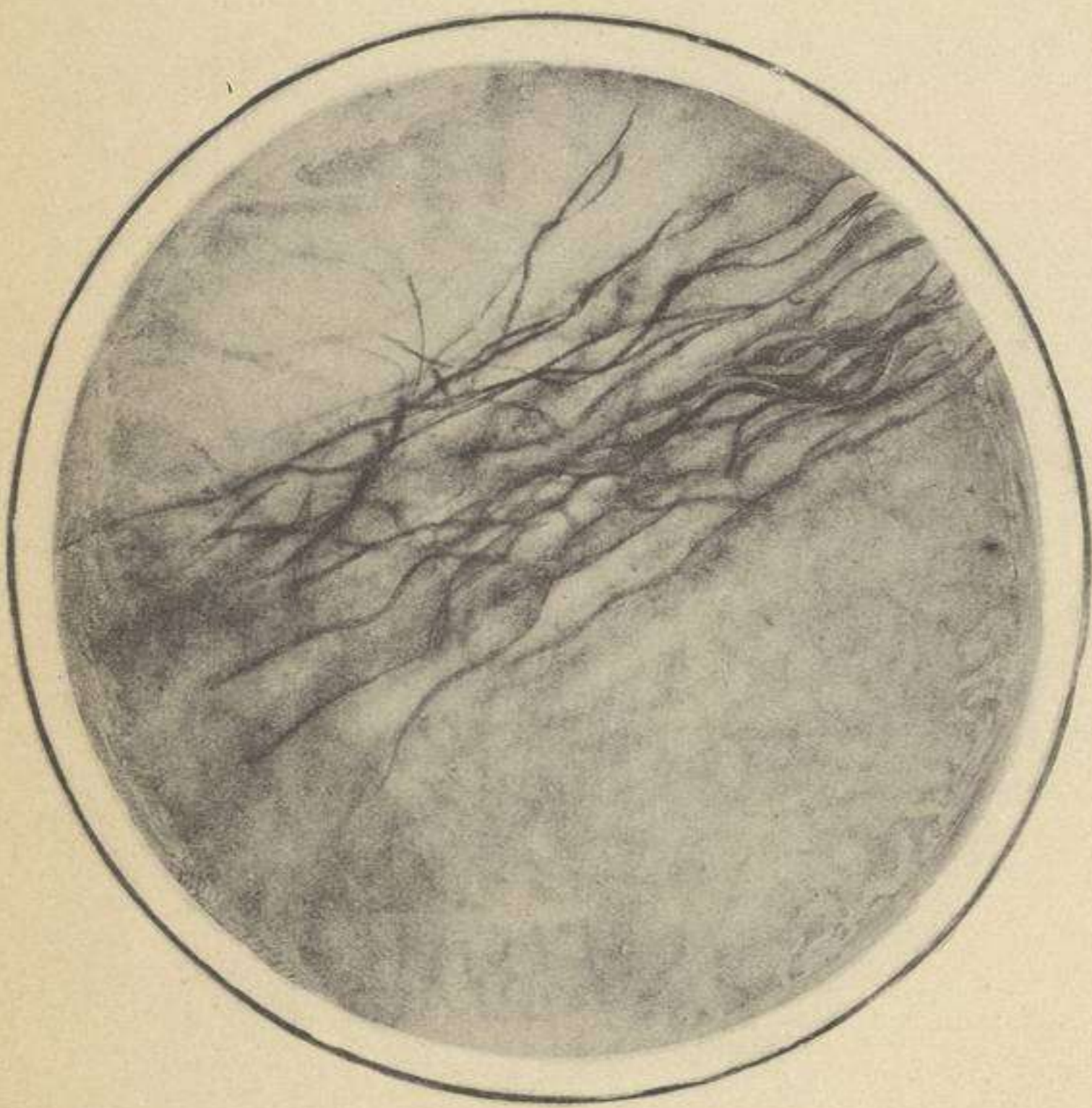


Fig. 2

Fig. 2. — Du coton mer-  
cerisé qu'on vient de plonger  
dans une dissolution d'oxyde  
de cuivre ammoniacal.





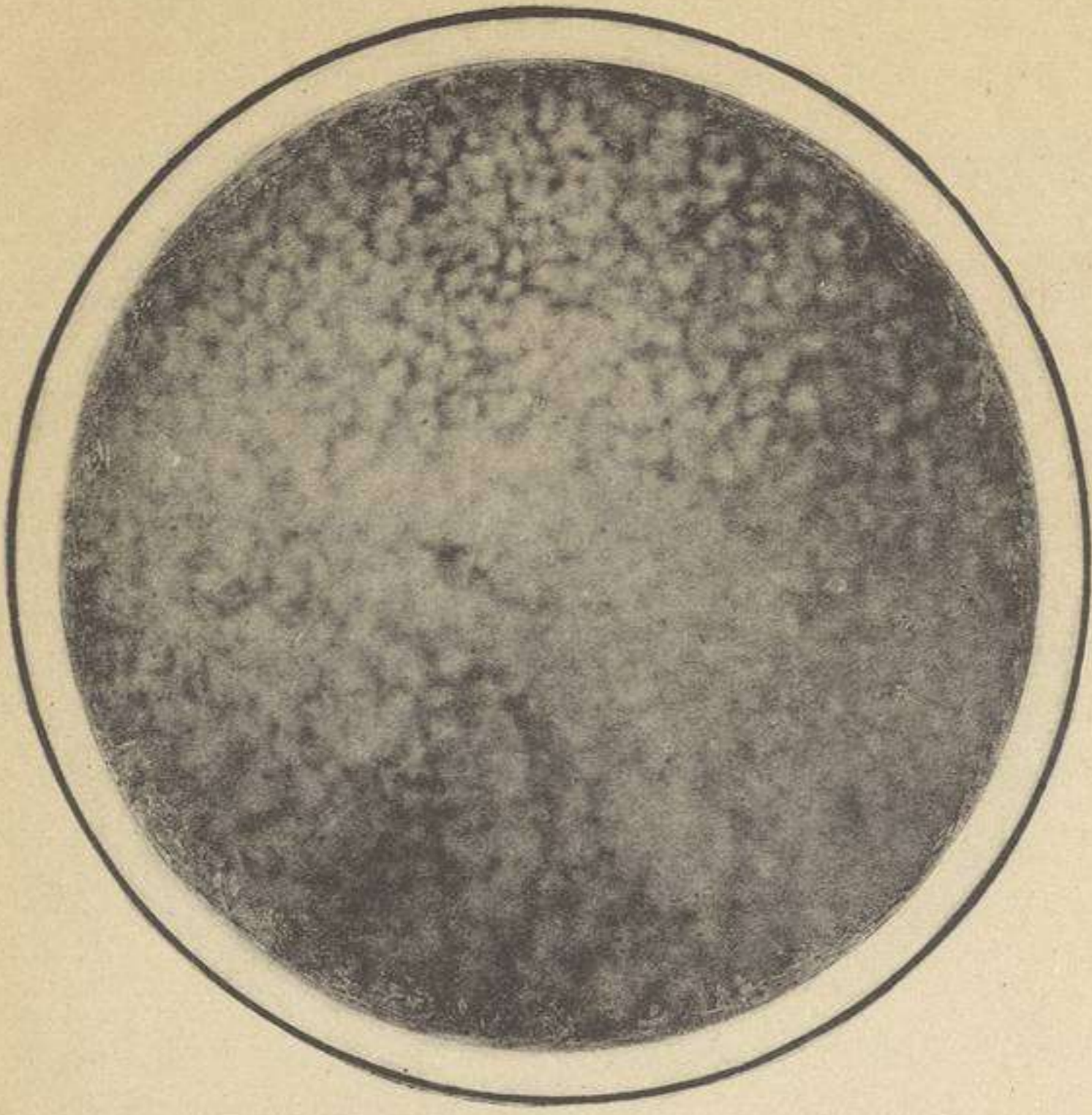


Fig. 3

Fig. 3. — Du coton mercerisé en dissolution dans l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Dissolution incomplète comme l'indiquent les taches blanches du milieu.

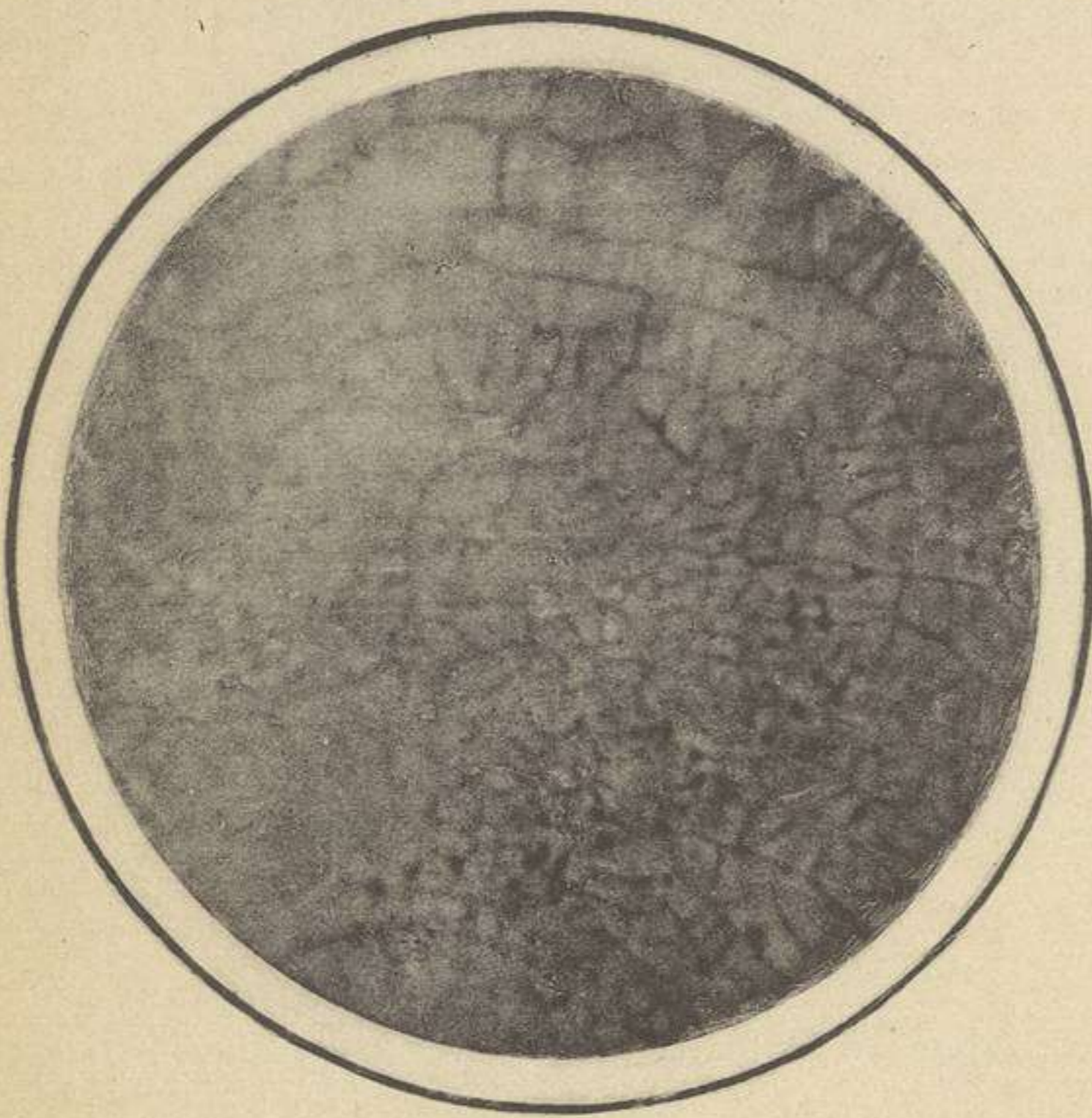


Fig. 4

Fig. 4. — Dissolution complète, prête à être transformée en fil de soie artificielle.



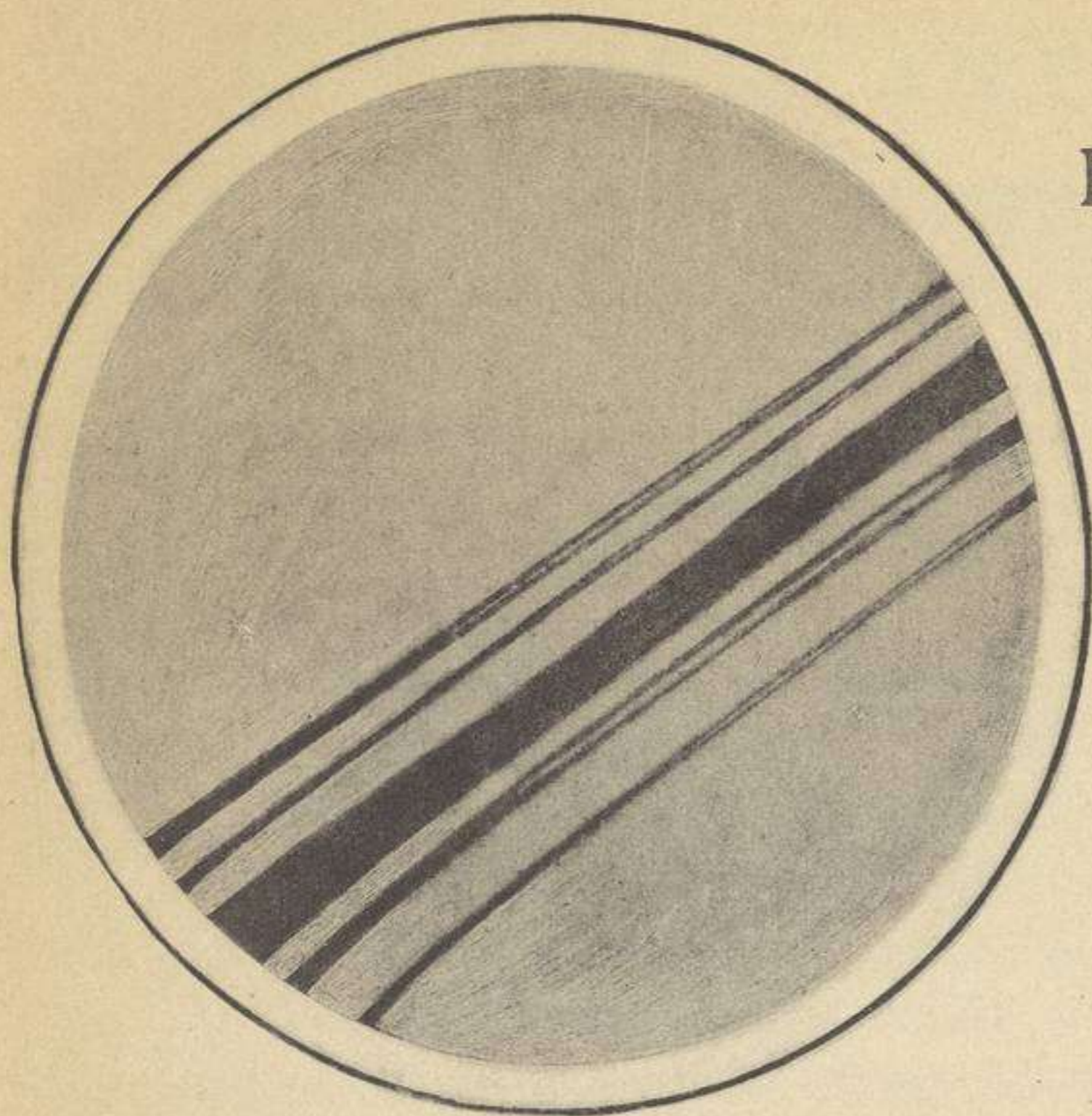


Fig. 5

Fig. 5 (Agrandissement 200) — Fil de soie artificielle à l'oxyde de cuivre ammoniacal, non tordu, au titre 160 (c'est-à-dire de 16 brins ou filaments plus ou moins séparés) tel que le fil sort du dévidage.

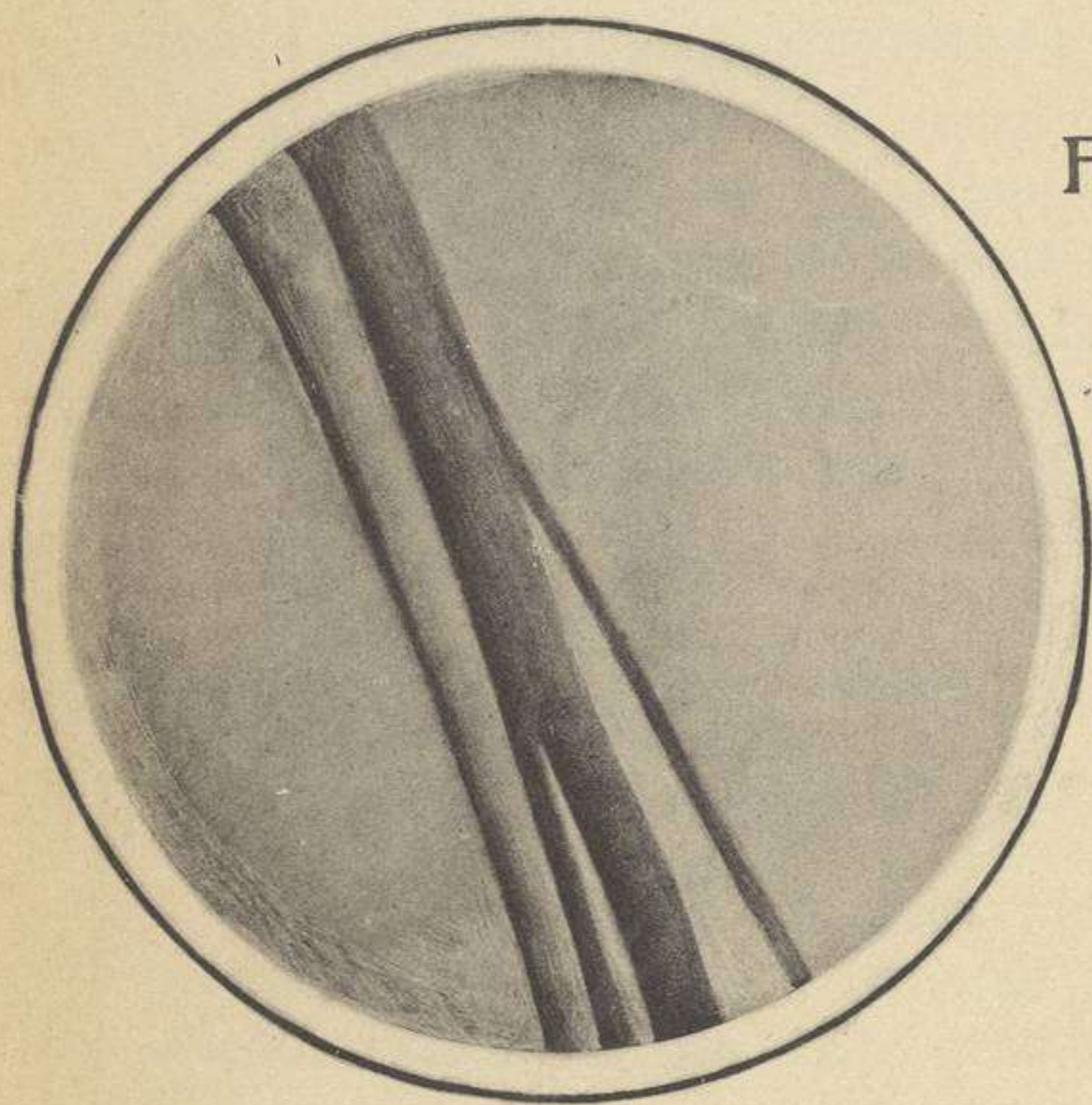


Fig. 6

Fig. 6 (Agrandissement 200). — Fil de soie artificielle à l'oxyde de cuivre ammoniacal du titre 160, plongé pendant une 1/2 heure dans l'eau ordinaire.

Chargé d'eau ce fil se contracte, se gonfle et perd les  $\frac{2}{3}$  de sa résistance.



# LA SOIE ARTIFICIELLE

## ET SA FABRICATION

---

### NOTIONS GÉNÉRALES

---

La soie naturelle est, comme on sait, le produit du ver-à-soie, qui, en subissant sa métamorphose de chenille en chrysalide, file son cocon de soie. L'organe qui secrète la soie, se compose de deux tubes très étroits, appelés filières, se terminant par deux ouvertures situées sur la bouche de l'animal. Quand la chenille s'apprête à filer son cocon, cet organe se remplit d'un liquide visqueux, ayant de la ressemblance avec de la gomme, qui finit par s'écouler par la filière, s'étire en fil indéfini, et durcit au contact de l'air.

La soie artificielle n'a de commun avec la soie naturelle que certaines propriétés physiques, elle n'est donc qu'une imitation et non une substitution de cette dernière. D'ailleurs une substitution ne pourrait jamais avoir lieu, sans être aussitôt constatée et prouvée avec l'aide de la chimie.

La soie artificielle n'est autre chose que de la cellulose, transformée en fils fins. Quoique l'on ait fait de nombreux essais pour fabriquer de la soie artificielle avec d'autres matières, il a été constaté que la cellulose est la matière première la plus avantageuse à une grande industrie, vu qu'on la trouve partout en quantité voulue et à bas prix.

---

### Chapitre I

#### LA CELLULOSE

Les principaux tissus des végétaux, après leur épuisement par les dissolvants neutres, sont constitués par l'*association organique* des corps suivants :

1° Les corps cellulosiques (*cellulose, paracellulose, méta-*

*cellulose*); 2<sup>o</sup> la *vasculose*; 3<sup>o</sup> la *cutose*; 4<sup>o</sup> la *pectose*; 5<sup>o</sup> le *pectate* de chaux ; 6<sup>o</sup> les substances azotées ; 7<sup>o</sup> des matières minérales diverses.

On donne le nom de cellulose à la substance qui constitue essentiellement la trame des végétaux et même d'après, Payen, Lœwig et Kolliker, celle d'un certain nombre d'animaux inférieurs. Son nom lui vient de ce qu'elle affecte d'ordinaire la forme de cellules. — Nous laissons de côté la cellulose animale pour ne parler que de la *cellulose végétale* qui nous occupe principalement.

CELLULOSE VÉGÉTALE. — A l'état naturel, la cellulose existe dans tous les végétaux, mais sous des formes bien différentes. Dans la fermentation alcoolique, le *Saccharomyces cerevisiae* qui produit cette réaction, et qui constitue la levure, se transforme en donnant naissance dans les tissus à une certaine quantité de cellulose. Les lichens, les algues, les jeunes organes des plantes, contiennent ce corps sous une forme qui permet de l'isoler assez facilement; on le rencontre avec une texture plus serrée dans la moëlle des arbres, les poils végétaux, les fibres textiles, les masses succulantes ou charnues des fruits, les radicules et les racines à développement rapide. La cellulose des bois proprement dits, des noyaux des fruits, est au contraire incrustée par des matières qui lui communiquent parfois une très grande dureté. Ce produit se trouve souvent à peu près pur dans le vieux linge, le coton, le papier blanc, surtout les papiers dits Berzelins et papiers riz. D'après M. Fremy, les végétaux contiendraient divers corps constitutifs de la trame élémentaire : de la *cellulose vraie*, soluble en proportion de 37 % de ce que l'on appelle d'ordinaire cellulose, dans le réactif de Schweitzer (solution ammoniacale de cuivre); une cellulose soluble (paracellulose) dans ce réactif, après l'action des acides (38 %) et de la *vasculose* tout à fait insoluble.

La *vasculose* fournit le squelette des cellules végétales, elle contient plus de carbone et moins d'hydrogène que la cellulose; elle soude les cellules et les fibres. Quelquefois

elle existe à l'intérieur des tissus, à l'état de membrane cornée. Elle forme la partie lourde des végétaux, est insoluble dans l'acide sulfurique bihydraté et dans le réactif cuivrique, et ne se dissout pas, à la pression ordinaire, dans les dissolutions alcalines; mais elle s'y dissout à la faveur d'une certaine pression. La vasculose se dissout dans les corps oxydants, tels que l'eau de chlore, les hypochlorites, l'acide azotique, l'acide chromique, les permanganates, etc. Avant sa dissolution, elle se change en un acide résineux soluble dans les alcalis.

Pour séparer la vasculose des corps celluloses, M. Frémy a recours à l'acide sulfurique bihydraté, qui ne dissout que les premiers. Le réactif cuivrique agit de la même manière. Si l'on veut dissoudre la vasculose pour doser directement les corps celluloses, il faut soumettre pendant plusieurs heures le tissu organique à l'action de l'acide azotique étendu de son volume d'eau, lequel transforme la vasculose en un acide résineux jaune, soluble dans les alcalis. Le tissu est repris par une dissolution alcaline, qui dissout cet acide jaune, en laissant les autres corps.

La membrane transparente placée à la surface des parties aériennes des végétaux est la *cutose*.

La *subérine* est formée par la réunion de la cutose à la vasculose. La cutose résiste aussi à l'acide sulfurique bihydraté; mais elle se dissout dans les solutions étendues ou carbonatées de potasse et de soude. Avec l'acide azotique, elle produit de l'acide subérique. Pour séparer la cutose on fait d'abord usage du réactif cuivrique, ensuite de la potasse, employée une seconde fois sans pression. Le premier réactif s'empare des corps celluloses, le second attaque la cutose, et le dernier dissout la vasculose.

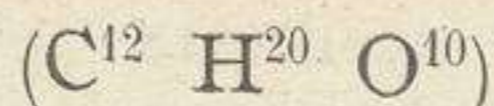
La *pectose* est insoluble dans l'eau, mais elle devient soluble et se transforme en pectine par l'action des acides étendus. La pectose se dissout en soumettant à chaud le tissu organique à l'influence de l'acide chlorhydrique étendu. La pectine formée se dissout dans l'eau et on la précipite avec l'alcool.

Le pectate de chaux est la base du tissu membraneux qui sert à relier les cellules entre elles, car, en le décomposant par un acide, le tissu se désagrège. On traite à froid le tissu par l'acide chlorhydrique étendu; celui-ci dissout la chaux et laisse l'acide pectique insoluble. On traite le résidu par une solution étendue de potasse, laquelle forme un pectate soluble, que l'on décompose par les acides.

Le dosage des *corps azotés* et celui des *substances inorganiques* se font par les méthodes connues. Les corps azotés sont dissous dans les alcalis, et les substances inorganiques se retrouvent dans les cendres après la calcination.

Le bois contient en plus du xylone ou matière incrustable (4 %).

PROPRIÉTÉS . La cellulose est un composé ternaire que l'on considère comme un polyglucoside formé par déshydratation et condensation d'au moins deux molécules du corps. La formule est



et sa composition centésimale est représentée par le tableau suivant :

	C <sup>12</sup> H <sup>20</sup> O <sup>10</sup>	BOIS	COTON	LIN	PAPIER
Carbone . . . . .	44,44	43,87	43,30	43,63	43,87
Hydrogène. . . . .	6,14	6,23	6,40	6,21	6,12
Oxygène. . . . .	49,42	49,90	50,30	50,16	50,01
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

c'est-à-dire par du carbone et de l'eau; car la première formule peut également s'exprimer ainsi :

CARBONE . . . . .	43,87
EAU . . . . .	56,13
	<hr/>
	100,00

Pure, elle est solide, blanche, diaphane, inodore et insipide, insoluble dans l'eau froide, l'alcool, l'éther, les huiles grasses ou volatiles. Sa densité est de 1,25 à 1,45. Sous l'action de la chaleur, la cellulose se décompose à 200° en



fournissant de l'eau, de l'acide acétique, de la pyrocatechine, des produits empyreumatiques complexes, et un charbon, qui garde en général la forme du corps que l'on a détruit. Elle est inaltérable à l'air, quand elle est pure; mais dans le bois, elle se décompose par suite de la présence de matières azotées; c'est le phénomène qui se passe, lors de la pourriture des végétaux.

La cellulose, en présence de l'eau, se comporte d'une façon variable, suivant l'état dans lequel on la prend : ainsi les noyaux de dattes ne sont nullement attaqués par une ébullition prolongée, tandis que l'eau qui a servi à faire une décoction de plantes marines, se prend en gelée par le refroidissement, par suite d'une modification de la cellulose.

Ce corps est soluble dans l'hydrate de cuivre dissous dans l'ammoniaque (Péligot) ; dans le *réactif de Schweitzer* ; et si l'on neutralise ces dissolutions par un léger excès d'acide chlorhydrique, on en reprécipite la cellulose sous forme de flocons, sans que ce corps ait subi aucune modification. La cellulose est insoluble dans les alcalis faibles, dans les carbonates alcalins dans la dissolution de chlore dans l'eau. C'est sur cette dernière propriété qu'est fondé l'art du blanchiment, pour les fibres de coton, chanvre ou lin, avec les chlorures décolorants ou les hypochlorites, mais il faut se rappeler qu'un contact trop prolongé altère les fils ou les tissus.

L'action des alcalis caustiques à chaud, est peu énergique quand la cellulose est bien cohérente. L'industrie se sert souvent de cette réaction faible, car elle a pour résultat direct de resserrer les tissus et de leur donner en outre la propriété de se teindre en nuances plus foncées. On évite cependant l'action du lait de chaux, qui enlève parfois aux tissus exposés à l'air, une partie de leur tenacité. Si l'on chauffe à une haute température, les alcalis caustiques modifient complètement la constitution moléculaire de la cellulose, et au delà de 190° il y a dégagement d'hydrogène et formation d'alcool méthylique ; une plus forte chaleur amène la formation de composés ulmiques, et d'acétate,

formiate, oxalate, et carbonate de potasse.

LE MERCERISAGE \*. Ce serait en 1844 que John Mercer aurait commencé ses recherches relatives à l'action que les alcalis caustiques exercent sur les fibres textiles. Comme pour nombre de découvertes le hasard eut sa part dans celle de Mercer. Au cours d'une étude sur les phénomènes de capillarité produits par divers liquides, il observa, en filtrant de la soude caustique concentrée à travers un tissu de coton, que celui-ci avait éprouvé des modifications caractéristiques.

Une contraction s'était produite dans le sens de la longueur et de la largeur, et la fibre, plus épaisse, avait acquis une certaine transparence. En même temps, la densité de la soude filtrée avait diminué et n'était plus que de 1,265 au lieu de 1,300, ce qui donnait à penser qu'une partie de l'alcali s'était fixée chimiquement sur la cellulose.

Cette observation préliminaire engagea Mercer à poursuivre sur le coton l'étude du phénomène, qu'il baptisa lui-même du nom de *mercerisation*, vocable sur lequel celui de *mercerisage* a prévalu en français.

Il obtint les meilleurs résultats en opérant, soit avec un tissu blanchi, soit avec un tissu simplement décreusé, au-dessous de la température d'ébullition, au moyen d'une lessive étendue de soude. Le tissu était introduit dans de la soude marquant de 26° à 29° B<sup>e</sup>, à la température de 15° C.

Après élimination de la soude par des lavages à grande eau, le coton mercerisé offre un aspect tout nouveau. La fibre est plus épaisse, plus régulière, plus transparente : au lieu de se présenter sous la forme d'un ruban aplati, à bords épais plus ou moins contourné en spirale, elle s'arrondit et gagne une épaisseur, aux dépens du canal central qui la traversait dans toute sa longueur, et qui, alors, a presque complètement disparu.

Mercer avait, dès l'origine, constaté une contraction des fils de 20 à 25 % dans le sens de la longueur : un tissu, comp-

(\*) Nous empruntons quelques renseignements sur le mercerisage à M. Maurice Prud'homme, auquel l'industrie doit des recherches très suivies sur cette question.

tant 200 fils au pouce carré, pouvait arriver à en renfermer 270 après mercerisage. La résistance à la rupture avait augmenté en même temps, et l'accroissement n'était pas moindre de 69 % pour les tissus et de 46 % pour les fils.

Le poids du tissu mercerisé avait gagné de 4,5 à 5,5 %, et cette augmentation de poids provenait d'une fixation d'eau, disparaissant à 100°, mais se refixant par l'exposition à l'air. Mercer admettait que la cellulose formait avec la soude une combinaison  $C^{12} H^{20} O^{10}, Na^2 O$ , que les lavages transformaient en  $C^{12} H^{20} O^{10}, H^2 O$ . — Ces formules sont basées sur l'augmentation de poids qu'acquiert la fibre traitée par la solution alcaline, puis lavée à fond.

La formule qu'on donne de la cellulose mercerisée, est la même que celle qu'Aimé Girard a assigné à l'hydrocellulose, corps qu'il obtenait par l'action de l'acide sulfurique concentré sur la cellulose (1881), et cette identité de la cellulose mercerisée à la soude et de l'hydrocellulose n'a rien qui doive nous surprendre, car Mercer avait constaté que l'acide sulfurique concentré (ainsi que le chlorure de zinc) produit sur le coton à peu près le même effet que la soude et le mercerise également.

En outre des propriétés que nous venons d'exposer, le coton mercerisé acquiert aussi la remarquable faculté d'avoir en général, plus d'affinité pour les matières colorantes, de les fixer plus facilement, et avec plus d'éclat et de vivacité. Le mercerisage constitue pour la teinture une économie de la matière colorante, en améliorant en même temps les nuances.

Un document, fort intéressant au point de vue historique, se trouve dans l'ouvrage de Kurrer, *Druck und Farbekunst*, paru en 1859. Cet article parle de la découverte de Mercer et de ses applications.

Vers 1894 arrive avec une autre découverte une nouvelle période plus importante : celle du *mercerisage sous tension*, qui amène le coton à présenter le brillant et l'éclat de la soie, et qui pour cette raison, est connu sous le nom de *similissage*.

MM. Thomas et Prévost, de Crefeld, faisant des essais sur des tissus mi-soie (coton et soie), furent frappés de la façon dont le coton des pièces mercerisées se teignait, et de l'intensité et du brillant qu'acquéraient les nuances sur cette fibre. Ils songèrent à tirer parti de cette propriété, et pour empêcher la déformation du tissu par la contraction du coton, la pièce d'étoffe était tendue au préalable sur une rame, mercerisée à la soude, puis lavée directement à l'état tendu. On observa que les pièces ainsi traitées présentaient à l'envers un brillant particulier qui n'avait pas été constaté jusqu'alors.

Il y a à remarquer que les cotons d'Égypte, et autres *cotons longue soie*, sont seuls susceptibles d'acquérir nettement le brillant de la soie.

Le mercerisage sous tension s'applique aux écheveaux ou aux tissus, mais il n'y a pas lieu d'examiner ici les moyens mécaniques ou appareils employés à cet effet. Nous faisons simplement remarquer que les écheveaux sous tension sont introduits dans de la soude caustique, dont la concentration varie entre 18° et 30° B<sup>e</sup>, suivant que l'on opère à froid, ou à la température ordinaire. Quand la transformation est achevée, ce qu'on reconnaît à l'aspect parcheminé de la fibre, on lave à l'eau, en maintenant la tension, jusqu'à disparition de la soude, puis on passe par un acide faible. On peut aussi procéder en imbibant d'abord l'écheveau de soude et en l'étirant seulement après coup. Dans ce cas, la force exigée est quatre fois plus grande que celle qu'il faut pour maintenir le coton tendu pendant le mercerisage.

Les propriétés physiques du coton mercerisé sous tension sont intermédiaires entre celles du coton ordinaire et du coton simplement mercerisé sans tension. Tandis que celui-ci présente, par exemple, une résistance à la rupture plus grande d'environ 69 % que celle du coton ordinaire, l'accroissement n'est plus que de 35 % pour le coton mercerisé sous tension. Ces résultats sont parfaitement compréhensibles, puisque l'allongement de la fibre provient d'un travail ou d'une perte de force vive correspondante.

Comme conséquence, l'élasticité du coton mercerisé à la façon ordinaire est aussi bien supérieure à celle du coton mercerisé sous tension. Le maximum de brillant est obtenu quand la tension est arrivée à la limite d'élasticité du fil, c'est-à-dire proche de la rupture de celui-ci.

Le brillant obtenu par le mercerisage sous tension est permanent : ni le blanchiment, ni les lavages, ni la teinture ne le font disparaître.

Au point de vue de la teinture, le coton mercerisé se teint plus à fond dans les mêmes conditions que le coton ordinaire et que le coton mercerisé avec tension, bien que ce dernier devienne plus foncé que le coton ordinaire. L'intensité des teintures est d'une manière générale, proportionnelle à la tension qu'à subie le fil.

Au microscope, le coton mercerisé avec tension paraît plus transparent que le coton mercerisé sans tension. La fibre s'est régularisée, en prenant un diamètre plus petit, et l'on conçoit que les phénomènes de réflexion de la lumière sur une surface devenue plus unie soient plus complets, et plus brillants. Ce même brillant sur les fils de soie artificielle provient uniquement de leur mode de fabrication : la matière du coton, la cellulose, dissoute dans un réactif approprié, est chassée par l'air comprimé au travers d'une filière, sous forme de fils régulièrement cylindriques. C'est cette régularité et la forme même, et non la matière des fils, qui, pour les soies artificielles, détermine le brillant.

Il était intéressant de montrer que l'origine du brillant pour le coton mercerisé sous tension est la même que pour les soies artificielles, et ne tient qu'aux propriétés géométriques de la fibre.

Quoique la simili-soie n'atteigne pas au brillant incomparable des soies artificielles, elle possède sur ces dernières une supériorité : c'est la solidité, la résistance à la rupture, qualité qui fait surtout défaut à la soie artificielle quand elle est mouillée.

L'action que les acides exercent sur la cellulose est des plus importantes. Si l'on chauffe ce corps avec de

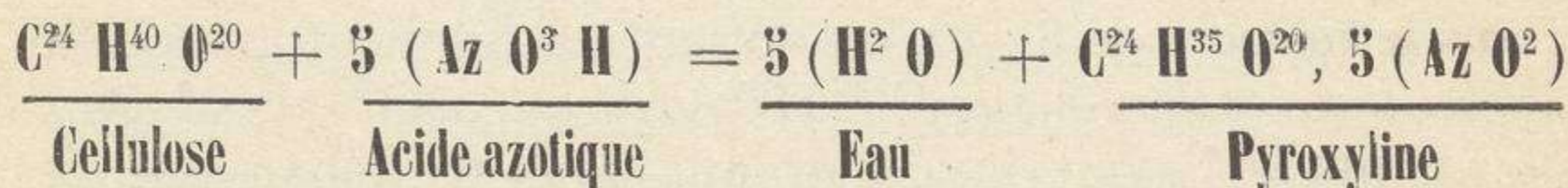
l'acide iodhydrique en solution concentrée, vers  $180^{\circ}$ , il se dégage de l'hydrogène qui décompose le produit, et donne des carbures forméniques et surtout de l'hydrure de duodécylène  $C^{24} H^{26}$  (Berthelot).

L'acide sulfurique agit d'une façon très variable, suivant son degré de concentration; si l'on trempe de la cellulose pure, comme du papier blanc non collé, dans un mélange de deux volumes d'acide et de un volume d'eau, et que l'on ne laisse le contact s'effectuer que pendant trente minutes environ, on modifie totalement l'aspect de ce corps, on sature aussitôt l'acide par un passage en eau ammoniacale, puis en eau pure. Le papier est devenu résistant, translucide de toucher gras; il ne filtre plus, mais il sert dans les expériences de dialyse et a été employé dans l'osmogène du sucre, car il laisse passer les liquides par ses pores. On a transformé le papier en ce corps que MM. Ponmarède et Figuier ont découvert en 1846 et désigné sous le nom de *parchemin végétal* ou *papyrine*. En 1857 un Anglais s'est livré à la fabrication de ce produit.

Si le contact de la cellulose avec l'acide sulfurique a été trop prolongé, le papier parchemin se désagrège, et se transforme, sans se colorer, en une cellulose soluble qui n'a pas de pouvoir rotatoire, alors que celui de l'amidon soluble est de  $+211^{\circ}$ , puis en une dextrine spéciale, qui se colore en bleu par l'iode, comme les matières amylacées, cette dextrine est dextrogyre, mais plus faiblement que celle obtenue avec l'amidon. La coloration de la cellulose par l'iode, en présence de l'acide sulfurique, est employée par les micrographes, depuis les observations de Cramer, pour retrouver la présence de cette substance. Si l'action de l'acide sulfurique sur la cellulose continue, on transforme la dextrine en deux glucoses, surtout par une ébullition prolongée. On prépare de cette manière le corps que Braconnot, en 1819, avait désigné sous le nom de sucre de chiffons. Une action très prolongée de l'acide amène la production de composés ulmiques, tel l'ulmine  $C^{48} H^{28} O^{14}$  et des composés analogues aux tourbes, aux lignites, aux houilles et à l'anthracite, mais si on ajoute au produit du bioxyde de manganèse,

on obtient de l'acide formique.

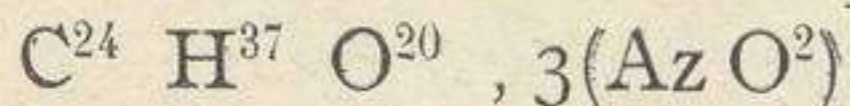
L'acide azotique modifie la cellulose d'une manière très remarquable. Lorsqu'on emploie l'acide fumant, on produit, même à froid, une action très vive, car le corps obtenu fait explosion si on le chauffe à 120°, ou si on le touche avec un corps enflammé. C'est le pyroxide, la pyroxiline, le fulmicoton. Braconnot a signalé cette modification dès 1833, mais en 1847 M. Schoenbein a montré que pour obtenir un produit bien préparé, il était préférable de tremper le coton ou la cellulose, dans un mélange de trois volumes d'acide azotique concentré et de cinq volumes d'acide sulfurique. Après un contact, de une heure environ, la combinaison est effectuée.



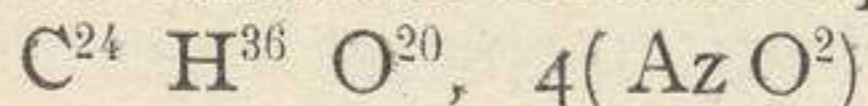
D'après Béchamp il existe plusieurs sortes de celluloses nitriques, car la cellulose perd successivement plusieurs équivalents d'eau, pour les remplacer par un nombre égal d'équivalents d'acide azotique.

Ce produit garde toujours l'aspect du corps qui a servi à le préparer, à la consistance près; il est, en effet, un peu plus dur au toucher que le coton ordinaire, mais il augmente de poids puisque 100 parties de coton fournissent 175 parties de pyroxyle.

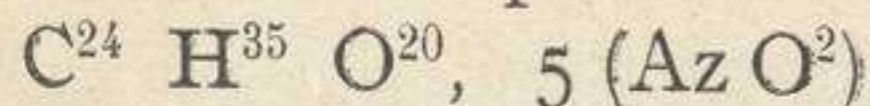
La cellulose trinitrique a pour formule :



La cellulose tétranitrique :



La cellulose pentanitrique (pyroxyle) :



Ces composés dégagent en brûlant un volume énorme de gaz (acide carbonique, oxyde de carbone, azote, vapeur d'eau) puisque l'on a réuni des éléments très combustibles, comme l'hydrogène et le carbone, et un élément très comburant, l'oxygène; aussi, a-t-on cherché à remplacer pour les armes à feu, la poudre par le fulmicoton. Ce corps a été

abandonné comme trop brisant. M. ABEL, qui a longuement étudié ce produit, a montré que le pyroxyde ordinaire peut servir sans inconvénient pour les travaux de mines; lorsque l'on opère sous l'eau, on peut éviter la combustion trop instantanée et les dangers d'explosion des armes à feu, en comprimant le coton poudre. M. Ed. SCHULTZE a proposé d'obtenir un produit analogue et destiné aux mêmes usages, par le traitement de la sciure de bois; il y a en Angleterre une fabrique de cette poudre.

Lorsqu'on plonge du coton cardé (55 gr.) dans un mélange d'acide sulfurique concentré (1000 gr.) et d'acide azotique à densité de 1,367 (500 gr.) ou dans un mélange de nitrate de potasse et d'acide sulfurique monohydraté, dans le rapport de 8 : 12, on obtient un fulmicoton spécial, la *cellulose octonitrique*  $C^{24} H^{32} O^{12}, 8 (Az O^2)$  de M. Maynard, après l'avoir lavé à grande eau et débarrassé des traces d'acide, puis séché à l'air. Ce corps insoluble dans l'alcool ou dans l'éther, se dissout dans 1 partie d'alcool pour 3 parties d'éther, pour donner le produit appelé collodion, qui sert en photographie et en médecine, voir même dans l'industrie, car, sous le nom de cuir artificiel, M. S. Robe a proposé un produit qui n'est que du collodion en feuilles plus ou moins épaisses, trempé dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, pendant quelques secondes. Ce nouveau corps peut se tanner et se colorer très facilement. Le collodion associé au camphre, devient après certaines manipulations du *celluloïd*\*.

Les acides organiques monohydratés comme les acides stéarique, butyrique, benzoïque, forment avec la cellulose des composés neutres analogues aux glucosides (Berthelot).

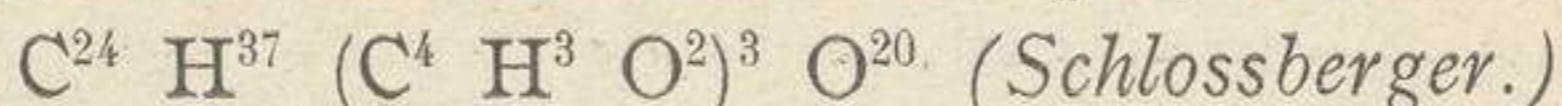
(\*) Le *Celluloïd* est un corps solide, absolument homogène incolore ou jaunâtre, transparent, d'une densité de 1,37, sans saveur, inodore s'il est suffisamment desséché; par le frottement ou la chaleur il dégage une faible odeur de camphre. Il est très mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité, son élasticité est comparable à celle de l'ivoire; il est très ductile et très malléable à chaud.

*Sa Fabrication*: Comme nous l'avons dit, ce corps si intéressant a pour base la cellulose; d'où provient son nom. Sa préparation comprend sept phases distinctes :



- 1° La transformation de la cellulose en pyroxiline.
- 2° Le blanchiment, après pilage, de cette pyroxiline, et sa dessiccation partielle.
- 3° Le broyage de la matière blanchie, avec addition de camphre, imbibé d'alcool.
- 4° La transformation en une sorte de collodion de la matière ainsi obtenue.
- 5° La solidification de ce collodion, et l'homogénéisation du corps.
- 6° La condensation sous un petit volume relatif.
- 7° Le débitage et la dessiccation des masses formées.

L'acide acétique concentré et bouillant ne désagrège pas la cellulose, mais à 190°, et en vase clos, il forme un produit liquide, jaunâtre, d'où l'eau précipite des flocons blancs de cellulose acétique,



Le fluorure de bore ( $BoF^3$ ) charbonne immédiatement la cellulose; le chlorure de zinc ne l'attaque pas. Cette dernière réaction est intéressante à connaître, car elle permet de distinguer dans les tissus les fibres végétales de certaines fibres animales une dissolution neutre du sel, portée à 60°, dissout très facilement la soie, sans toucher au lin, au chanvre ou au coton. Il en est encore de même de l'oxyde de nickel ammoniacal. (Schlossberger)

PRÉPARATION : Pour obtenir la cellulose pure, on se sert généralement de coton, de papier, de moëlle d'arbres, etc., et l'on soumet ces matières à l'action successive de l'eau, puis de solutions de soude et d'acide chlorhydrique, enfin on lave à l'alcool, puis à l'éther et à l'eau, avant de sécher ; on reprend le produit par l'acide acétique cristallisable et bouillant, puis par l'eau à l'ébullition et l'on sèche enfin, à la température de 100°.

---

## Origine de la Soie artificielle.

L'idée de produire de la soie artificielle est ancienne.

Le physicien et naturaliste français *Réaumur* l'a manifestée en 1754. Dans ses mémoires pour servir à l'histoire des insectes il dit explicitement : « La soye n'étant qu'une gomme liquide qui se dessèche, ne pourrions-nous pas nous-mêmes faire de la soye avec nos gommes et nos résines? Cette idée, qui pourrait d'abord paraître chimérique, ne semblera pas telle lorsqu'on viendra à l'approfondir. Nous sommes déjà parvenus à faire des vernis qui ont les qualités essentielles de la soye : les vernis de la Chine et ceux qui les imitent bien ne craignent aucuns dissolvants, l'eau n'a aucune prise sur eux ; des degrés de chaleur plus grands que ceux auxquels nos étoffes sont exposées ne sauraient les altérer. Si nous avons des fils de vernis nous en pourrions faire des tissus, qui par leur éclat et leur solidité, imiteraient ceux de la soye qui n'auraient pas plus de valeur, car les bons vernis bien secs ne sentent rien. Mais comment tirer ces vernis en fils? Nous devons peut-être désespérer de les tirer en fils aussi fins que le sont ceux des vers à soye, mais ce degré de finesse ne leur est pas nécessaire, et il ne doit paraître impossible ni de les filer, ni de les filer assez fins, quand on pense jusqu'où l'art peut aller. »

Ce n'est cependant qu'après la découverte de la nitrocellulose, et les propriétés de cette matière, qu'apparaissent les premières tentatives faites en vue de la production de fils se rapprochant comme qualités extérieures de la soie naturelle.

Audemars, de Lausanne, prit en 1885 un brevet en vue de transformer la nitrocellulose dissoute en fils fins, qu'il appela soie artificielle.

Plus tard on a donné une forme pratique à cette idée, en transformant une dissolution de cellulose en fil artificiel, qu'on employait comme filament conducteur dans les

lampes à incandescence.

Mais comme produit textile les tentatives de cet auteur ne furent pas couronnées de succès, et ce n'est qu'à la suite des nombreuses expériences du comte Hilaire de Chardonnet, le grand innovateur de la soie artificielle (1866), que les produits de cette fabrication devinrent un article de commerce.

Cependant avant M. de Chardonnet il n'est que juste de citer les noms de SWINBURNE, CROOKES, NESTON, SWANN, WYNNE et POWELL, qui ont tous contribué à la belle invention de la fabrication de la soie artificielle.

Les diverses variétés de soie artificielle employées dans l'industrie ne sont autre chose que de la cellulose pure ayant acquis le brillant de la soie naturelle.

Elles se distinguent donc du produit tiré du ver à soie en ce qu'elles ne renferment pas d'azote.

Toutes ont pour origine la fibre végétale, soit sous la forme de coton, soit sous la forme de pâte de bois.

Suivant les différentes solutions qui entrent en jeu, on peut diviser cette fabrication en quatre groupes principaux, déjà exploités industriellement, ou qui ont quelque chance de l'être un jour :

I. LA SOIE ARTIFICIELLE de CHARDONNET, dérivant de la nitrocellulose.

II. LA SOIE ARTIFICIELLE d'après DESPEISSIS. formée avec de la cellulose soluble dans l'oxyde de cuivre ammoniacal.

III. LA VISCOSE, ou soie artificielle fabriquée avec le viscoïde.

IV. LE FIL ARTIFICIEL BRILLANT, produit par une solution de cellulose dans le chlorure de zinc.

---

## La Soie Artificielle du Comte de Chardonnet

---

Les procédés de CHARDONNET ont été décrits dans nombre de bulletins et de revues techniques, de sorte que nous n'en donnons ici qu'une description sommaire.

Le produit de cette fabrication a eu son premier grand succès à l'Exposition de Paris en 1889. Depuis, les procédés de Chardonnet sont exploités par plusieurs usines en France et à l'Étranger. En France ce sont les Établissements de Chardonnet à Besançon; en Allemagne c'est la Société des fabriques réunies de soie artificielle à Francfort; en Suisse l'Usine de Spreitenbach, canton d'Argovie; en Belgique les Fabriques de Tubize et d'Obourg. Dans le cours des années les méthodes de Chardonnet ont été modifiées, de sorte que l'on produit aujourd'hui une marchandise de qualité presque irréprochable.

Il y a à peu près 20 ans, un professeur de chimie de Bâle, M. Ch. SCHAUBLIN, a obtenu la nitrocellulose du fulmicoton, en traitant, comme nous l'avons déjà dit, de la cellulose pure, par un mélange de nitrate de potasse et d'acide sulfurique. La dissolution de ce produit dans l'éther et l'alcool, donne le collodion bien connu, qui au contact de l'air forme un corps compact et élastique.

ANCIEN PROCÉDÉ. — Au commencement la cellulose (*coton, paille, bois etc.*) était transformée en fulmicoton, et ce dernier dissous dans l'alcool et l'éther; on obtenait ainsi le collodion, comme il a déjà été mentionné avant. A ce produit on ajoutait un peu de perchlorure de fer ou chlorure de zinc et du tannin. De cette matière on étirait le fil qui traversait un bain d'eau acidulée avec de l'acide azotique. Le fil était ensuite traité comme la soie naturelle. La soie teinte était obtenue en mélangeant les matières colorantes voulues au collodion.

NOUVEAU PROCÉDÉ. — Ce nouveau procédé est un peu plus compliqué que l'ancien, mais a l'avantage de produire un fil de qualité supérieure. Comme matière première, on

n'emploie plus ici que du coton lavé. Sa transformation en nitrocellulose *fulmicoton* s'accomplit par immersion de 4 kg de coton dans un mélange de 35 litres, composés de 15 unités d'acide nitrique (*poinds spécifique 1,52*) et 85 unités d'acide sulfurique ordinaire. L'immersion dure 4 à 6 heures. La cellulose se combine plus ou moins pendant ce temps avec l'azote de la nitrocellulose, suivant que l'immersion dure plus ou moins longtemps. Ceci ne peut être constaté qu'au microscope et par la lumière polarisée. L'acide est ensuite exprimé de la nitrocellulose, qui est lavée jusqu'à ce que toute trace de cet acide ait disparu. Finalement la matière est séparée de son eau, sous des presses hydrauliques, jusqu'à ce qu'elle n'en contienne plus que 36 %. Dans cet état la nitrocellulose n'est presque plus inflammable, ce qui est d'une grande importance pour son but final. On prend ensuite 22 kg. de cette nitrocellulose on y ajoute 100 litres d'un mélange composé de parties égales d'alcool et d'éther dissous. Cette solution est ensuite filtrée et conservée dans de grands réservoirs. La pratique a montré qu'une solution reposée pendant plusieurs jours, donnait une meilleure soie, qu'une solution nouvellement préparée. De cette pâte on file ensuite la soie. On se sert, à cet effet, d'un appareil très simple, qui se compose d'un certain nombre de petits tuyaux en verre, étirés en capillaires, d'une ouverture de  $0,10 \frac{m}{m}$  à  $0,20 \frac{m}{m}$ . La nitrocellulose est pressée à travers ces capillaires sous une pression de 60 kg. par  $cm^2$ . Plusieurs de ces fils sont réunis ensemble, enroulés sur bobine, et correspondent comme titre à un fil de soie naturelle. En séchant, ces fils acquièrent un certain brillant, de la résistance et de l'élasticité. Comme séchoir on emploie un local chauffé à  $45^\circ$  et ayant une forte ventilation. De cette manière l'alcool et l'éther, encore contenus dans la soie, sont volatilisés, et par suite le degré d'inflammation du fil s'abaisse considérablement. Cependant pour le rendre complètement ininflammable, le fil doit être dénitré, ce que l'on obtient dans un bain composé de sulfures alcalins. Ainsi l'on produit un fil résistant

et élastique de couleur jaunâtre, qui est blanchi ensuite au chlorure de chaux. La teinture de cette soie se fait de nos jours comme celle de la soie naturelle, avec des matières colorantes basiques, et non plus par un mélange de ces matières colorantes à la nitrocellulose, comme le recommandait le premier procédé.

Mr K. Haller, professeur du cours de chimie organique à la Sorbonne, a dit dans une conférence sur la soie artificielle *dérivant* de la nitrocellulose, et faite à l'Institut chimique de Nancy, que le comte de Chardonnet, après avoir essayé diverses variétés de cellulose, s'est arrêté au coton et à la pâte de bois qu'il nitre dans des conditions spéciales. Il attache, de plus, une très grande importance aux points suivants :

DESSICATION PARFAITE DES CELLULOSES. — Cette dessication est opérée dans des étuves formées, de préférence, par des grilles en tubes de cuivre ou de fer traversées par un courant d'eau ou de vapeur, à une température comprise entre 90 et 100 degrés.

CONCENTRATION DES ACIDES. — Cette concentration est de la plus haute importance, non seulement pour le degré de nitration, mais encore pour la solubilité ultérieure des produits.

LAVAGE DES PRODUITS ESSORÉS. — Il doit être mené sans élévation de température et achevé dans uneessoreuse de construction particulière, où le produit essore, puis mouillé d'eau pure, alternativement, un grand nombre de fois. Souvent le produit, une fois terminé, est blanchi au moyen d'une très petite quantité de chlorure de chaux et d'acide nitrique. Le pyroxyle obtenu au début, après avoir été convenablement lavé et séché, est ensuite dissous dans un mélange d'alcool et d'éther pour réaliser du colloidion dont 100 litres renferment :

Éther rectifié à 65 degrés.....	36 litres.
Alcool à 95 degrés.....	64 litres.
Pyroxiline .....	5 kilogr.

Depuis, l'auteur a montré qu'il existe deux espèces de pyroxylines tétranitriques, l'une anhydre, qu'on obtient par dessiccation complète et qui est celle généralement employée et connue. Une seconde espèce est hydratée et contient 16 à 25 pour 100 d'eau de constitution; elle diffère de la précédente par ses propriétés optiques (action sur la lumière polarisée) et par sa solubilité. Pour l'obtenir il faut, après avoir bien lavé la cellulose que l'on vient de nitrer, l'essorer sans la sécher, de façon qu'elle contienne 30 pour 100 de son poids d'eau. Cette eau étant en partie de l'eau de constitution et en partie de l'eau interposée, la solution obtenue avec cette nitrocellulose dans l'éther alcoolisé est d'un tiers environ plus fluide que la solution de pyroxyline anhydre. Cette solution, filée à travers des becs spéciaux imaginés par M. de Chardonnet, n'a plus besoin de déboucher au contact de l'eau pour se solidifier instantanément, l'action de l'air suffit; en conséquence, le filage à l'eau, tel qu'on l'a vu fonctionner à l'Exposition de 1889, a été remplacé par un filage à sec absolument semblable à l'ancien, mais où l'on s'est affranchi du tube enveloppant et du courant d'eau.

L'emploi de la pyroxyline hydratée, en supprimant son séchage, a écarté tout danger d'inflammabilité et d'accident d'explosion dans les usines.

DÉNITRATION. — La dénitrification de la cellulose nitrée, préalablement mise sous la forme d'écheveaux, se pratique toujours aux sulfhydrates alcalins. Le réducteur employé aujourd'hui à Besançon est du sulfhydrate de calcium, fourni par l'usine de Saint-Gobain à Saint-Fons et provenant des résidus de la fabrication de la soude Leblanc. A la demande des consommateurs, et surtout des compagnies d'assurances la dénitrification doit être faite à fond, malgré quelques inconvénients qui l'avaient fait rejeter d'abord. Aussi, depuis 1893, la soie de Chardonnet est devenue de la cellulose régénérée pure et ne présente-t-elle aucune différence de combustibilité avec le lin, le chanvre ou le coton. Malheureusement, la dénitrification enlève au fil une

partie de sa solidité et de son élasticité. Il perd, en outre, presque les deux tiers de sa solidité à l'état mouillé. Néanmoins, le nouveau fil fut bien vite apprécié à cause de son vif éclat, qui dépasse de beaucoup celui de la soie naturelle.

En 1895 la soie de Chardonnet se vendait 30 frs. le kilog, en 1886 elle était tombée à 26,50 ; en 1897 à 21,75 ; en 1898 elle valait de nouveau 25 frs. Vers cette époque, l'Europe avait encore peu de confiance dans ce nouveau produit, et son grand débouché était presque exclusivement l'Amérique du Sud, où elle payait les mêmes droits d'entrée que la soie naturelle.

### Observations intéressantes sur la Résistance et l'Élasticité\*

	Force	Élasticité.	OBSERVATIONS
<i>La nitrocellulose filée d'après le comte de Chardonnet...</i>	150	23 %	« Force » Les chiffres de cette colonne indiquent le poids en grammes que supporte le fil au moment où il se déchire.
<i>La même après dénitration et dessiccation.....</i>	110	8 %	« Elasticité » Les chiffres de cette colonne indiquent le rallongement pour cent du fil au moment de la rupture.
<i>La même après dénitration mais non séchée.....</i>	25	—	
<i>La nitrocellulose filée d'après Bronnert.....</i>	125	28 %	Suivant la concentration de la solution, et le soin donné à la dénitration ces chiffres ont varié considérablement, et sont à considérer comme moyenne d'une série d'essais de la fabrication actuelle normale.
<i>La même après dénitration et dessiccation.....</i>	115	13 %	
<i>La même après dénitration mais non séchée.....</i>	32	—	
<i>La soie naturelle.....</i>	300	18 %	Ces chiffres correspondent à un titre de 100 deniers (450 m. = 0.05 gr. = 1 denier).

Malheureusement le fil perd par désazotisation une partie de sa résistance et de son élasticité. Il perd en outre les 2/3 du restant de sa force, quand il est chargé d'eau.

Sans parler du danger que fait naître la préparation du collodion, il est à mentionner que la dessiccation de ce dernier était d'un grand inconvénient, vu son degré explosif. Heureusement le comte de Chardonnet fit, comme nous venons de le dire, l'importante observation, que le collodion simplement exprimé se dissolvait aussi facilement dans l'alcool et l'éther que le collodion sec ; que la flui-

(\*) — Voir le bulletin annuel (1900) de la Société Industrielle de Mulhouse.



dité ou viscosité de ce dernier ne le cédaient en rien à celle du collodion desséché, et se filait aussi bien que le premier, malgré l'eau qui pouvait y être contenue.

Ces collodions pouvaient donc être filés directement à l'air, et l'enroulement des fils formés se faisait même avec une vitesse remarquable ; aussi le mécanisme des machines, servant à la fabrication de ces fils, était-il par cela simplifié de beaucoup. Il fallait alors, par de puissants aspirateurs, enlever les lourdes vapeurs d'éther des salles de travail.

La désazotisation des fils desséchés est une opération aussi désagréable que délicate.

Aucun des procédés usuels de dénitrification de la nitrocellulose (perchlorure de fer, chlorure de fer et alcool, sulfocarbonates, etc.), n'était capable d'éliminer les sulfhydrates classiques.

La souplesse et le brillant du produit dénitrifié varient beaucoup, suivant la nature des sulfhydrates employés, et les conditions dans lesquelles la désazotisation a eu lieu. Cette dernière particularité, et le fait que le même sulfhydrate n'a pas toujours été employé dans les différentes fabriques, ont pour cause que les propriétés physiques de la soie finie de ces différentes usines n'étaient de loin pas les mêmes, et il s'en suivait de nombreuses plaintes de la part des acheteurs .

Par le sulfhydrate de calcium le fil devient dur et cassant ; sa résistance et son élasticité diminuent beaucoup. Le sulfhydrate d'ammonium dénitrifie bien sous l'influence de la chaleur, mais son usage exige beaucoup de précautions, et avec cela les dépenses sont élevées, sans parler de son odeur qui est fort désagréable, quoique moins dangereuse pour la santé que celle de l'acide sulfurique pur. Le sulfhydrate de magnésium a l'avantage d'être meilleur marché, dénitrifie beaucoup plus vite, et donne un fil plus résistant. Un mélange de sulfhydrate d'ammonium et d'un sel de magnésium est plus stable que le sulfhydrate d'ammonium pur, et peut également servir à la dénitrification ; cependant il occasionne des dépenses élevées et inutiles.

En prenant certaines précautions on peut employer le sulfhydrate de sodium pour la dénitration. En général il est à recommander de dénitrer à une basse température. On empêche par là que, au moment où s'opère la réaction, le soufre devenu libre par l'oxydation de l'acide sulfurique en présence de l'acide azotique, ne vienne se déposer sur la fibre.

Il existe pour chaque sulfhydrate une limite donnée d'une température inférieure à laquelle la désazotisation s'accomplit rapidement ; tandis qu'à une température encore plus basse cette désazotisation ne s'accomplit que lentement et d'une manière incomplète.

En pratique il est nécessaire, dans le même temps que la saponification de l'éther composé d'acide azotique et de cellulose s'opère, de procéder à une réduction complète de la cellulose produite. Sans cela il faudrait employer pour cette dernière opération 8 molécules d'acide sulfurique pour une molécule de tétranitrocellulose. En prenant certaines précautions on peut déjà obtenir cette désazotisation complète avec 4 molécules d'acide sulfurique. La plus grande partie de l'acide azotique produit est réduit, perd son oxygène, et l'acide azoteux qui en résulte s'unit directement à l'une des bases présentes. Il ne se forme que peu d'ammoniaque. Le sulfure d'ammonium produit en faible quantité les oxysulfures, les sulfites, les thiosulfates, qui sont cause que le soufre reste en solution sous la forme de polysulfures. De cette façon, le brillant de la fibre n'est nullement altéré par le soufre.

Les fils de nitrocellulose désazotisée ne contiennent plus que des traces de combinaisons de l'acide azotique. Ces traces suffisent cependant pour déceler au moyen de la diphénylamine la présence des soies artificielles tirées de la cellulose.

MM. du Vivier\*, Cadoret, Lehner, Gérard ont cherché à produire des imitations de la soie de Chardonnet, en voulant éviter les défauts de cette dernière. Mais toutes ces

(\*) *Revue industrielle*, 1890, page 194.

inventions sont restées à l'état d'essais, et les échantillons qui en furent tirés n'avaient pas le brillant, la souplesse et l'homogénéité, que possèdent seules la soie de Chardonnet et celle d'après le procédé à l'oxyde de cuivre ammoniacal. Cela provient de ce que, par l'adjonction au collodion de l'une des nombreuses substances proposées, les fils qui en résultaient avaient perdu plus ou moins les qualités indiquées précédemment.

Le Dr Lehner est le seul qui ait continué ces essais ; il a monté plus tard une usine en Suisse, mais il n'est arrivé à produire un fil vendable, qu'après avoir laissé de côté toutes ses substances brevetées qu'il mélangeait à la nitrocellulose, comme de la gomme, de la résine, de l'huile de lin traitée par le soufre etc., pour ne plus employer que la nitrocellulose pure du comte de Chardonnet. Quelques procédés mécaniques, propres à de Chardonnet ou à Lehner, sont les seules différences qui existent entre ces deux établissements.

Pendant que de Chardonnet cherchait à abaisser les prix de revient, particulièrement élevés en France, des solutions qu'il employait, en concentrant son collodion jusqu'à ne plus avoir que des pâtes renfermant 20 % en poids après dessiccation, Lehner de son côté ne filait que du collodion concentré, contenant 10 % en poids après dessiccation. Par cela ce dernier était à même de conserver les procédés primitifs, employés dans les fabriques de lampes à incandescence : c'est-à-dire qu'il pouvait simplement faire passer ses fils sortant des capillaires par un bain d'eau.

Pour ce procédé la pression sur les réservoirs, appelés monte-jus, peut être relativement diminuée, de sorte que l'on peut employer des robinets en verre, et des tubes en caoutchouc, reliant ces robinets aux capillaires et aux conduits qui amènent la solution. Par suite, l'ouverture des capillaires peut être choisie un peu plus grande. Il est aussi à mentionner que la vitesse d'enroulement des fils diminue avec la pression, ce qui est un désavantage.

De Chardonnet par contre était obligé d'employer de

hautes pressions. (60 kg. par cm<sup>2</sup> et plus) pour pouvoir presser ses solutions fortement concentrées à travers les ouvertures des capillaires. Cette pression augmente d'autant plus que la fluidité du collodion diminue ; et cette fluidité diminue de beaucoup pour une faible augmentation de la concentration du collodion.

Lehner pouvait, comme nous l'avons dit, employer une ouverture de capillaire relativement grande, pour sa solution contenant 10 % de substance solide ; tandis que de Chardonnet ne pouvait prendre que des capillaires très fins pour ses solutions fortement concentrées. La haute pression employée à Besançon est aussi due en partie au frottement à vaincre par le passage de la solution dans les capillaires fins. Par suite les dépenses deviennent très élevées : il faut de fortes conduites, et des robinets d'une construction finie, pouvant résister à de hautes pressions.

Ces désavantages ne sont compensés que par une grande vitesse d'enroulement des fils.

L'acide sulfurique concentré, et l'acide chlorhydrique exercent une action liquéfiant sur le collodion, d'après une observation du docteur Lehner. De Chardonnet observa que l'addition au collodion d'aldéhyde, d'acide éthylsulfurique, de chlorure d'aluminium, produit une liquéfaction semblable à celle que déterminent les acides précédemment cités. Malheureusement le degré de fluidité obtenu avec toutes ces substances n'est pas assez élevé pour pouvoir être utilisé dans les collodions fortement concentrés du Comte de Chardonnet.

En 1895 Bronnert fit l'observation que, les dissolutions alcooliques de certaines substances, organiques ou non, dissolvent avec facilité la cellulose tétranitrique, (ce fait a déjà été signalé par Béchamp, voir chapitre sur la cellulose) ce qui n'est pas obtenu avec l'alcool seul.

Le degré de la solution ainsi que ses propriétés varient suivant les substances employées.

D'après Bronnert, le chlorure de calcium serait la subs-

tance la plus avantageuse pour obtenir des solutions servant à la fabrication de la soie. Comme liquide coagulant on prend de l'eau pure. Par évaporation de la solution sur une plaque de verre, on obtient un restant transparent, résistant et élastique. Les solutions alcooliques d'acétate d'ammonium ont aussi des propriétés solubles très énergiques pour la cellulose tétranitrique. Mais les solutions obtenues par ce moyen n'ont pas la viscosité nécessaire, pour pouvoir être filées. En portant ces solutions à une haute température dans un bain de vapeur, elles deviennent brunes et acquièrent une fluidité telle, que leur emploi devient impossible. En les évaporant sur une plaque de verre il ne reste qu'une matière qui s'émiette au toucher, et qui n'est ni cohérente, ni élastique.

Le sulfocyanure d'ammonium, dissous dans l'alcool, a aussi la propriété de dissoudre la cellulose tétranitrique. Seulement en laissant reposer cette solution pendant plusieurs semaines, elle se réduit à une matière gélatineuse et de couleur jaune.

La liquéfaction considérable, produite par l'acétate d'ammonium, est due probablement à un abaissement du poids moléculaire de la nitrocellulose dissoute ; elle est peut-être même une espèce d'hydrolyse. Peut-être aussi l'étude approfondie de cette réaction permettra-t-elle de tirer les conclusions qui seront de nature à établir la constitution de la cellulose elle-même. L'emploi du sulfocyanure d'ammonium produit probablement une désazotisation partielle, et par conséquent détermine une oxydation du sulfocyanate.

Le chlorure de calcium enfin semble donner un produit de condensation de la cellulose tétranitrique et de l'alcool.

Il serait encore très vraisemblable que la substance connue sous le nom de tétranitrocellulose n'est rien autre chose qu'une tétranitrooxycellulose. Dans ce cas la nitrification (nitration) c'est-à-dire l'éthérification de 4 hydroxyles (O H) de la molécule de cellulose, aurait été accompagnée d'une certaine oxydation provenant par

exemple de la formation d'acide azoteux formé au cours de la nitrification.

Il serait intéressant de pouvoir établir par analyse directe, la présence réelle du groupe éthoxyle dans la molécule de la nitrocellulose dissoute dans la solution de chlorure de calcium dans l'alcool.

Bien que la dissolution se fasse instantanément quand on emploie une molécule de chlorure de calcium pour une molécule de tétranitrocellulose, le maximum de liquéfaction n'a lieu qu'au bout d'un certain temps. La dissolution se produit au bout d'une demi-heure déjà, quand le mélange est chauffé à 60° ou 70°, et que les vapeurs sont refroidies.

La fluidité de la solution peut encore être augmentée de près de 30 %, si avant la nitrification, on soumet la cellulose à une hydratation énergique, en la mercerisant par exemple avec de la soude caustique et en la lavant ensuite dans beaucoup d'eau.

La nitrification de la cellulose peut être suivie sans inconvénient d'un léger blanchiment à la chaux; l'éthérisation des quatre hydroxyles (O H) semble protéger la molécule contre une oxydation subséquente.

De Chardonnet a montré que les collodions, fabriqués avec de la nitrocellulose dont la cellulose a été traitée par le chlore avant la nitrification, se filaient moins bien que si cette première opération n'avait pas eu lieu.

Il est à prévoir que l'avenir appartiendra aux industriels qui sauront un jour produire une imitation de soie, pour la fabrication de laquelle la nitrocellulose si dangereuse et d'un prix élevé, ainsi que l'éther et l'alcool seraient exclus. Les fabriques de soie artificielle qui travaillent avec des solutions ammoniacales de cuivre, ainsi que celles employant le procédé «Viscose» se félicitent d'être arrivées à ce but.

---

## CHAPITRE II

### LA SOIE ARTIFICIELLE DESPEISSIS

à l'Oxyde de Cuivre ammoniacal

#### ET SA FABRICATION

---

Cette soie se distingue de la soie artificielle fabriquée à l'aide de la nitrocellulose par l'homogénéité de sa composition, qui n'est que de la cellulose pure. Comme la soie de Chardonnet elle est remarquable par son brillant, sa résistance et son élasticité. Sa fabrication mécanique est pareille à celle de toutes les soies artificielles, dont elle diffère seulement par ses procédés chimiques.

La matière première est du coton. — La cellulose est dissoute dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Cette solution est pressée à travers des capillaires de 0,18 à 0,20  $\frac{m}{m}$  dans un mélange d'acide sulfurique et d'eau, et les fils ainsi formés sont enroulés sur des bobines en verre. Ces fils sont ensuite lavés à l'acide acétique ou à l'acide formique, séchés et dévidés sur des bobines ou en écheveaux pour la vente.

L'idée de produire de la soie artificielle avec ce procédé date de 1890, où un Français, *M. Despeissis* l'a fait breveter. Il est regrettable que cet inventeur ait laissé ce procédé à l'état d'essai de laboratoire. En effet son brevet échut deux ans après, pour cause de non-paiement de la taxe annuelle.

Quoiqu'il soit bien connu que la cellulose se dissout dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, il est difficile de former une dissolution concentrée, pouvant être employée dans une grande industrie, et produisant une soie vendable, ayant certaines propriétés physiques invariables.

Les « Glanzstoff-Fabriken » d'Elberfeld, et plus tard

la fabrique de soie artificielle de Givet\*, et d'autres encore ont repris l'étude industrielle de cette question.

(\*) Les brevets français, dont l'apport a été fait par les liquidateurs de la «compagnie française de Soie parisienne» à la Société pour la fabrication de la soie artificielle de Givet sont :

1° Le brevet pour la fabrication de la soie artificielle, portant le n° 272718, en date du 1<sup>er</sup> Décembre 1897, délivré le 10 Mars 1898.

2° Le brevet pour appareil perfectionné pour la filature et le bobinage de la soie artificielle portant le n° 216625, en date du 4 Avril 1898 et délivré le 16 Juillet de la même année.

3° Le brevet n° 286692, en date du 10 Mars 1899, délivré le 10 Juin suivant, pour procédé de fabrication de produits celluloses d'une grande solidité et d'un aspect soyeux.

4° Le brevet n° 286726, en date du 4 Mars 1899, délivré le 15 Juin suivant, pour procédé de lavage des fils, de pellicules et autres produits celluloses à l'état bobiné et enroulé.

5° Le brevet n° 286925, en date du 17 Mars 1899, délivré le 22 Juin suivant, pour procédé de traitement préparatoire de la cellulose en vue de sa dissolution directe.

6° Le brevet n° 297278, en date du 16 Février 1900, délivré le 1<sup>er</sup> Juin suivant pour perfectionnement dans la préparation de solutions concentrées de cuivre dans l'ammoniaque.

7° Le brevet n° 305465, en date du 17 Novembre 1900 délivré le 14 Février 1901, pour procédé pour la fabrication de cellulose ayant un aspect soyeux.

8° Le brevet n° 308165, en date du 15 Février 1901, délivré le 21 Mars suivant pour dispositif permettant d'actionner très simplement des bobines destinées à enrouler des fibres textiles quelconques.

9° Le brevet n° 308715, en date du 3 Mars 1901, délivré le 6 Juin 1901, pour procédé pour la fabrication des fils de cellulose résistants remplaçant la soie, extraits de solution de cellulose dans des dissolvants directs.

Ces brevets correspondent à peu près à ceux des Glanzstoff Fabriken en Allemagne.

---



## LA FABRICATION

# de la SOIE à l'oxyde de cuivre ammoniacal

### DESCRIPTION D'UNE USINE

MATIÈRES PREMIÈRES — S'il est vrai que l'on peut utiliser la cellulose de bois, la matière première la plus avantageuse pour une grande industrie est, cependant comme nous l'avons déjà dit, le coton. On peut en employer des sortes différentes ; en général, on achète le déchet des peigneuses, que les filateurs mélangent à un coton moyen pour filer un numéro plus gros. Ce déchet est expédié dans des sacs ou ballots. Soit dit en passant, la propriété du coton la plus importante pour les filateurs, c'est-à-dire la longueur de la fibre, n'a aucune valeur pour nous. En effet l'on tire aussi bien la cellulose d'un coton courte soie, que d'un coton longue soie. Cependant la pratique a montré que la finesse, la souplesse et le soyeux du coton ont une influence sur la qualité de la cellulose. En employant par exemple du déchet de coton fin, on obtient de la cellulose de meilleure qualité qu'en employant simplement du coton ordinaire courte soie, Louisiane ou Géorgie. Mais les filaments les plus fins, les plus souples et les plus soyeux sont en général les plus longs et par conséquent les plus chers. Cependant dans la fabrication de la soie artificielle les différences de prix d'achat des matières premières jouent un rôle moins important que la main d'oeuvre, l'entretien très coûteux des capillaires, et la disposition mécanique de l'établissement en général.

PRÉPARATION — *Coton mercerisé, Dégraissage, Blanchiment.* — La cellulose employée pour la fabrication de la soie Despeissis est du coton dégraissé et blanchi.

La salle de préparation a un sol en ciment, légèrement incliné pour permettre l'écoulement des eaux. La *fig. 1, planche 2.* nous donne deux réservoirs ouverts en tôle AA

pouvant contenir 20 hectolitres chacun. Ces deux réservoirs communiquent ensemble par le tuyau *a*. Plus en avant se trouve un réchauffeur vertical *C* (*agrandi sur la fig. 1, pl. 3*) traversé par un serpentin, relié aux chaudières à vapeur. Entre *AA* et *C* se trouve une pompe rotative *D*, qui relie les deux réservoirs au réchauffeur par la conduite *a* indiquée sur la fig. 1. Ce réchauffeur est lui-même relié à une chaudière *B* à circulation intérieure, de même hauteur que *C* mais d'un diamètre beaucoup plus grand.

Dans les réservoirs *AA* se trouve une dissolution de carbonate de soude et de soude caustique. (*30 kg. de carbonate de soude par réservoir ; en plus 50 kg. de soude caustique par 100 kg. de coton.*) Cette solution ainsi préparée est transvasée dans le réchauffeur *C* par la pompe rotative *D*, et est portée à une haute température par un jet de vapeur qui passe dans le serpentin. La pompe *D* fonctionnant à présent, la solution remplit le réchauffeur et passe par le tuyau *X* (*fig. 1, pl. 3*) dans la chaudière *B*, où elle est mélangée au fur et à mesure avec le coton qu'on y jette. (*1000 lit. de solution étendue, par 100 kg. de coton*). Quand la solution et le coton remplissent la chaudière *B*, on arrête la pompe *D* (*fig. 1, pl. 2*). Un couvercle à charnière et à rebord, pouvant être boulonné solidement contre les parois de la chaudière doit alors fermer hermétiquement l'ouverture par laquelle on avait introduit le coton. On laisse ensuite entrer de la vapeur dans cette chaudière *B* jusqu'à la pression de 2 1/2 atmosphères. La température intérieure peut à tout moment être contrôlée par un thermomètre adapté sur le couvercle et plongeant dans la solution. Une soupape de sûreté *y* et un manomètre *z* sont en communication avec la chaudière *B*. Un tuyau fixé sur le couvercle et pouvant être ouvert ou fermé en un tour de main, sert de trop plein pour laisser échapper l'air et la solution chassés par le rebord du couvercle au moment de la fermeture. Dans la chaudière *B* sont placés de distance en distance des grillages en tôle perforée, qui retiennent le coton, tandis que la solution refoulée par une pompe *P* (*fig. 1, pl. 3*) circule, d'une manière continue pendant la cuisson qui

de 3 à 3 1/2 heures, par le tuyau *TT* de la chaudière *B* dans le réchauffeur *C*, et revient de là dans la chaudière par le tuyau *X*, traverse les couches de coton, est de nouveau aspirée par la pompe *P*, et ainsi de suite.

Quand cette opération est terminée et que le coton est mercerisé, on ferme le robinet de la conduite d'introduction de vapeur dans la chaudière *B* et on laisse écouler la solution par le robinet *R*. Le couvercle de la chaudière est ensuite ouvert et on laisse couler à travers le coton fortement pressé contre les grilles une quantité d'eau qui doit laver ce coton une première fois. Alors un ouvrier muni d'un croc, sort le coton de la chaudière pour le jeter dans des paniers en osier placés sur une galerie en bois qui entoure *B* pour en faciliter l'accès.

Le coton arrive ensuite dans un réservoir en bois *c* (*fig. 2, pl. 2*) et de là est passé dans une machine à laver *E* pour être guéé à l'eau ordinaire, et tombe finalement dans un réservoir en bois *d*. Étant lavé ce coton doit être exprimé et passe à cet effet dans l'essoreuse ou hydro-extracteur à panier en cuivre *H* (*fig. 4*). L'essorage, qui se fait comme chacun sait, par un mouvement de rotation, est généralement complet au bout de quelques minutes. Le coton est ensuite séché et passé par une sorte d'ouvreuse (*fig. 3*) comme on en a dans les filatures de coton, et qui a pour but de séparer les fibres. Cette opération était autrefois faite à la main par deux ouvriers, tandis qu'avec cette ouvreuse un seul ouvrier passe facilement dans l'espace de quatre heures, la quantité de coton nécessaire pour une production de 350 kg. de soie par jour. Ce coton doit être ensuite blanchi, et est mis à cet effet dans des réservoirs en terre cuite (*I, II, --VI fig. 6*) contenant une solution étendue de chlorure de calcium,\* préparée préalablement dans un électrolyseur de 40 ampères, représenté par la *fig. 9, pl. 2* (15 kg de chlorure de calcium par 500 lit. d'eau.) Le coton reste pendant 5 à 6 heures dans ces réservoirs *I, II, --VI*, où il doit être agité de temps en temps. Quand

(\*) On peut aussi employer à cet effet l'hypochlorite de chaux.



cette opération est finie, le coton est passé dans la machine à laver *F* (*fig. 2*), tombe dans le réservoir en bois *e* et est exprimé finalement dans l'essoreuse *G* (*fig. 5*). Pendant que cet extracteur fonctionne on laisse couler de l'eau pendant 5 minutes dans le panier en cuivre, de sorte que le coton est encore lavé pendant l'essorage.

Ainsi lavé et exprimé le coton mercerisé est mis dans des boîtes en tôle, d'une contenance d'environ 30 kg. Ces boîtes sont transférées aux malaxeurs où le coton est dissous dans l'hydrate de cuivre ammoniacal.

Les *fig. 7* et *8* nous montrent deux grands réservoirs, contenant l'un une solution concentrée de soude caustique, et l'autre une solution étendue d'eau.

---

## DISSOLUTIONS

---

### L'Oxyde de cuivre ammoniacal

#### Dissolution du Coton - Malaxeurs - Filtration

---

Un cylindre vertical *A* (*fig. 2, pl. 3*) sert à la préparation de l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Des morceaux de cuivre pur, ou de cuivre d'électrolyse, découpés préalablement à la machine, sont mis dans le cylindre *A* par une ouverture *B*. Les espaces vides restés entre les morceaux de cuivre entassés sont remplis avec de l'ammoniaque, amené par le tuyau *C*. Quand le cylindre est rempli, l'ouverture *B* est fermée et une pompe à air refroidi, donnant environ 2 atm. de pression, actionne la dissolution du cuivre par circulation intérieure. Pour le contrôle il est bon de munir chaque cylindre *A* d'un compteur, ou d'un manomètre à mercure, pour connaître la quantité d'air passé dans un temps donné. Cette solution reste dans le cylindre *A* jusqu'à ce qu'elle a obtenu la force voulue, qui est contrôlée par un aréomètre, en laissant à cet effet écouler dans une éprouvette quelques centimètres cubes d'oxyde de cuivre dissous dans l'ammoniaque.

Quand cette solution a atteint le degré de concentration voulu, on la laisse écouler par l'ouverture *D* dans un réservoir gradué dont on connaît exactement la contenance. Pendant la dissolution de l'oxyde de cuivre dans l'ammoniaque, la température dans le cylindre *A* doit être de 4° à 6°. Cette température est contrôlée par un thermomètre fixé sur le cylindre et qui plonge dans la solution. Pour pouvoir maintenir cette température, le cylindre *A* est entouré d'une double enveloppe *E*, protégée elle-même par des matières isolantes. Entre la première et la seconde enveloppe on laisse circuler un courant d'eau refroidie, venant d'une machine à glace. Ce n'est que tous les dix jours que l'on procède à un remplacement du cuivre dissous, en remplissant de nouveau le cylindre *A*.

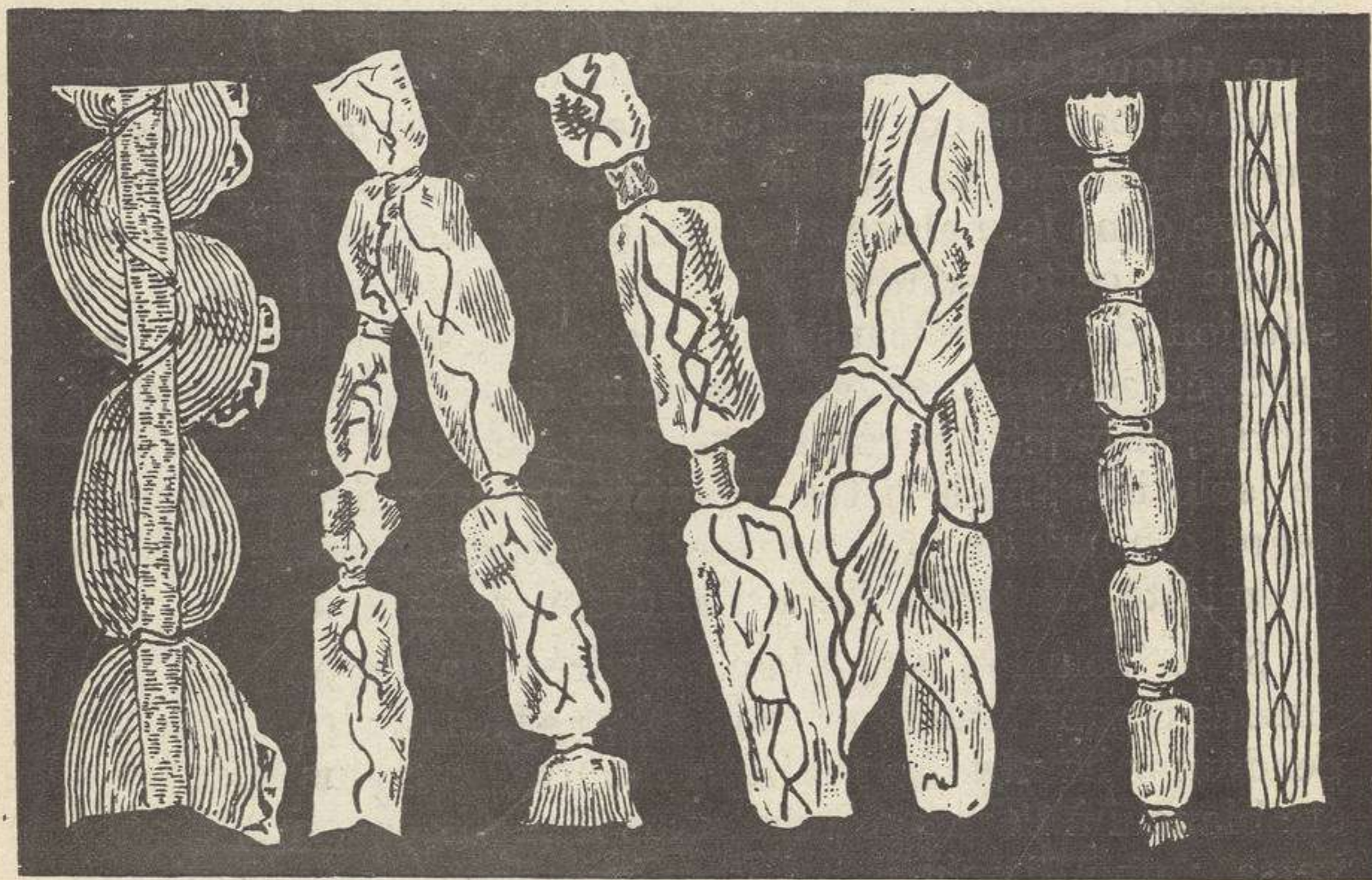


Fig. 7

Agrandissement des fibres de coton, se gonflant dans l'oxyde de cuivre ammoniacal avant de se dissoudre.

(D'après Hænel et Kittreddge). Dans l'hydrate de cuivre ammoniacal les fibres de coton se contractent d'abord de 40 — 60 % et se gonflent jusqu'à 6 fois leur diamètre primitif, se décomposent et se dissolvent finalement.

Dans le réservoir gradué *B* (fig. 1 et 2, pl. 1) l'oxyde de cuivre dissous dans l'ammoniaque est suivant son degré de concentration encore étendu d'eau. De ce réservoir la dissolution passe par le tuyau 6 (couleur sépia) dans les malaxeurs *C C'* ou réservoirs de «dissolution du coton.»

«Les malaxeurs» sont de grands cylindres horizontaux en tôle, dans lesquels tourne un arbre à palettes, qui fait de 55 à 60 tours à la minute, et actionne ainsi la dissolution du coton en l'agitant dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Quoique ces malaxeurs soient situés dans un sous-sol pour ne pas être trop exposés à des variations de température, ils sont encore entourés d'une double enveloppe, pour que la solution qui s'y trouve puisse par refroidissement être tenue constamment à la température de 4°. Sur les malaxeurs *CC'* se trouve un dôme à trou d'homme, par l'ouverture duquel on introduit le coton. Cette ouverture est bouchée par un couvercle-obturbateur à fermeture rapide. Quand l'oxyde de cuivre dissous dans l'ammoniaque se trouve dans le malaxeur, et avant d'y mettre le coton, on ajoute à cette solution une quantité insignifiante d'une solution de soude caustique ; le tout est malaxé un instant, et alors seulement, pendant que l'arbre à palettes tourne, on y jette le coton : 7 à 8 kg. de coton par 100 litres de solution ; mais cette quantité peut varier, suivant le degré d'humidité que contient le coton et même suivant l'humidité contenue dans l'atmosphère ambiante.

Si la solution est bien préparée, le coton doit être dissous complètement et doit «*filer*» après avoir été malaxé pendant 7 heures. La pratique montre, que plus le coton a été blanchi à la préparation, plus il se dissout vite, et vice versa ; une dissolution peut même demander jusqu'à 25 heures pour s'accomplir, si elle n'a pas été suffisamment blanchie. Cependant une dissolution trop rapide ne doit jamais être complète, en tous cas nous avons chaque fois remarqué que ces dissolutions demandaient un remplacement considérable de capillaires dans la salle de fabrication des fils, ce que nous verrons plus loin.

Chaque installation comporte aussi un malaxeur pour faire des essais en petit (fig. 1 et 2, pl. 8). Des flacons *BB* sont maintenus par de petites lanières *a* sur un volant en bois *A*, monté sur deux bâtis *C* et mis en mouvement par une poulie *D*. Ce volant tourne à raison de 50 à 60 tours à la minute et la solution qui remplit aux  $\frac{4}{5}$  les flacons *B B* est agitée ainsi jusqu'à ce que le coton qui s'y trouve soit dissous.

Nous avons dit plus haut que la solution *file* ; cette expression indique un degré avantageux de fluidité de cette solution. Cette fluidité a tant d'importance que le chimiste ou directeur de l'établissement doit la vérifier lui-même, et ne pas laisser ce soin à son contremaître, Le degré de fluidité peut être constaté en versant 4 ou 5 centimètres cubes de solution dans un flacon à bouchon en verre ; en tenant alors le flacon sens-dessus-dessous, l'on voit cette solution s'écouler petit à petit, en formant un fil continu. Si au contraire elle s'égoutte, ou forme en coulant un fil intermittent, elle n'a pas un degré de fluidité avantageux pour la filature.

Ce degré de fluidité peut être déterminé beaucoup plus exactement : on prend par exemple un tube en verre, gradué et effilé à sa partie inférieure. On remplit ce tube de solution, et considérant alors le nombre de centimètres cubes écoulés dans un temps donné, on peut se construire un tableau qui indique les degrés de fluidité des différentes solutions. Il est bon de se rendre compte tous les jours du degré de fluidité de la solution qu'on est en train de filer.

Cette fluidité doit déjà être déterminée pendant le travail du malaxeur. A cet effet, le directeur passe de temps en temps au dôme du malaxeur, dont il ouvre le couvercle-obturbateur en un tour de main, et plonge ensuite une longue canne de bambou dans la solution agitée par l'arbre à palettes. En retirant cette canne enduite de solution, il peut voir si le coton est dissous ou non, et si la solution file en glissant le long de la canne. C'est d'après ces observations, que le directeur fixe le moment d'arrêt du malaxeur.

Quand la dissolution du coton s'est accomplie, la décomposition de la solution à filer commence aussitôt, si cette dernière n'est pas tenue à une basse température. Il n'est pas facile à déterminer très exactement le moment où cette dissolution s'arrête et le moment où la décomposition commence ; cependant la détermination exacte de ce changement a peu d'importance dans la pratique, à la condition que la solution soit tenue à froid. Il n'est pas vrai, quoiqu'en disent certains brevets, que la basse température empêche complètement la décomposition de la solution ; aucune température ne peut l'éviter, elle peut tout simplement la retarder quelques jours, disons plutôt quelques heures. Avec la décomposition il y a naturellement une liquéfaction qui se produit, et que l'on constate en déterminant la fluidité, comme nous l'indiquons ci-devant. A mesure que cette décomposition et liquéfaction avance, disparaissent peu à peu toutes les qualités d'un bon fil, comme sa résistance, son élasticité, son soyeux et son brillant. Il faut donc, pour avoir une certaine uniformité dans la constitution de la soie, ne pas laisser vieillir les solutions, mais les filer dans les 3 à 4 jours.

Outre le dôme, le malaxeur est muni d'une soupape de sûreté, d'un tuyau d'introduction d'air, donnant une pression sur la solution, afin de pouvoir la transvaser dans le réservoir *D* (*pl. 1*) par le tuyau monte-jus *b*. De ce réservoir *D* la solution passe par le filtre-presse *E*, où elle est filtrée à travers de la toile métallique et arrive dans le réservoir *F*, passe par le filtre-presse *G* dans le réservoir *H*, et de là par le filtre presse *I* dans les réservoirs monte-jus *K K*, reliés à la conduite circulaire *L* de la filature.

Il est facile à prévoir que pour filtrer cette solution et la transvaser ainsi d'un réservoir à un autre ; il faut une série de tuyaux et tout un système de robinets que nous représentons sur la planche 1.

#### LÉGENDE DE LA PLANCHE 1.

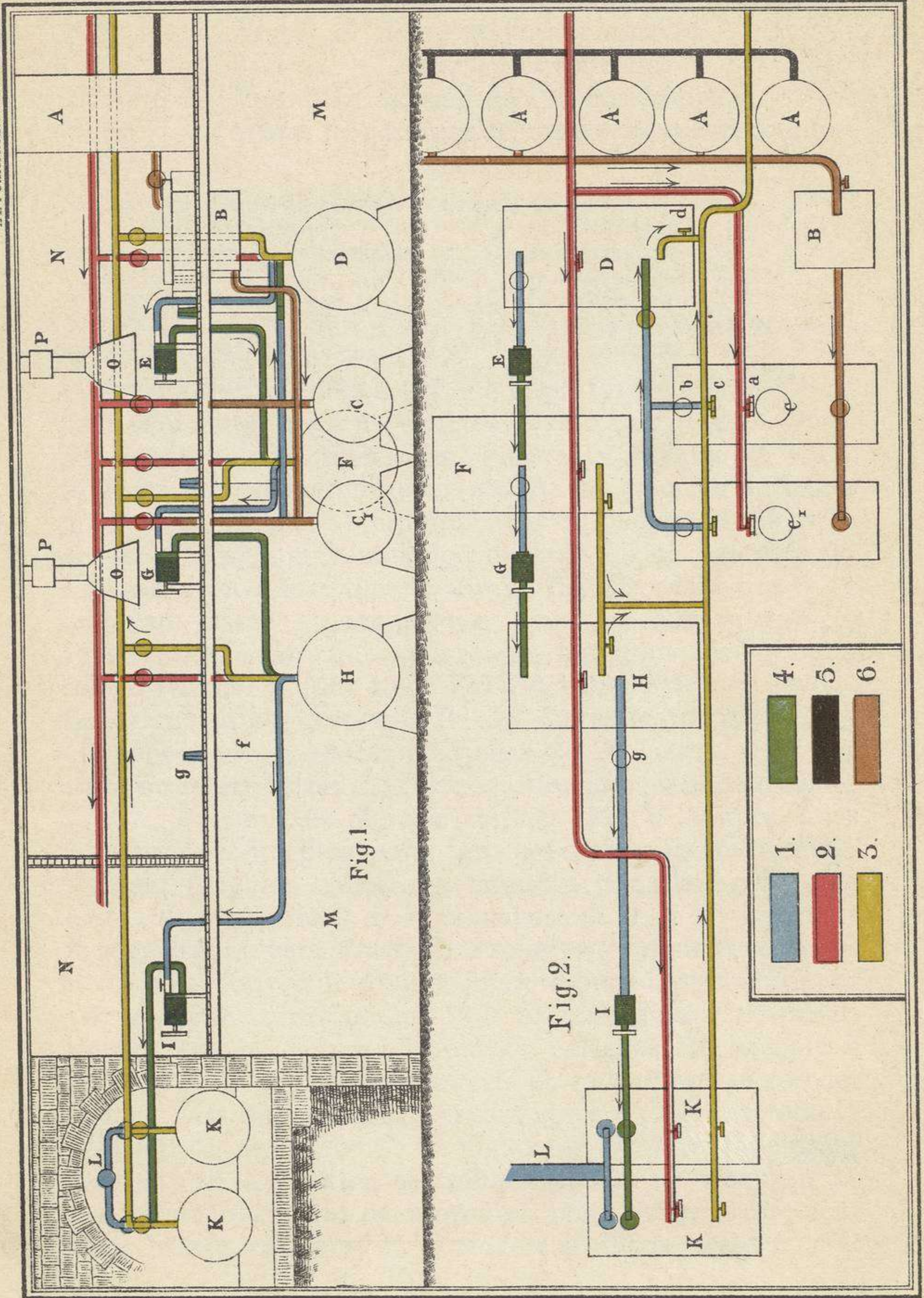
- (1) — *Bleu* : Sortie de la solution.
- (2) — *Rouge* : Entrée de l'air comprimé.



# PLANCHE 1

IMP. GIROMPAIRE - CORNIMONT

IMP. GIROMPAIRE - CORNIMONT





- (3) — *Jaune* : Sortie de l'air comprimé.  
 (4) — *Vert* : Entrée de la solution.  
 (5) — *Noir* : Entrée de l'ammoniaque.  
 (6) — *Sépie* : Entrée de l'oxyde de cuivre ammoniacal.

A. — Cylindre de dissolution de l'oxyde de cuivre.

B. — Réservoir gradué. CC<sup>r</sup>. — Malaxeurs.

D. — 1<sup>er</sup> réservoir de la solution. E. — Filtre-presse I.

F. — 2<sup>e</sup> » » » G. — Filtre-presse II.

H. — 3<sup>e</sup> » » » I. — Filtre-presse III.

L. — Conduite circulaire de la solution.

KK. — Réservoir monte-jus.

Ce jeu des robinets est d'une importance telle, qu'il ne peut être confié qu'à un contremaître consciencieux. Pour lui faciliter cette tâche, les différents tuyaux et leurs robinets correspondants sont réellement coloriés à l'usine même, comme nous l'indiquons sur la planche 1. Voyons encore ce fonctionnement de plus près : Une quantité de solution prête à être filée se trouve dans le malaxeur C et doit être filtrée et transvasée dans les monte-jus KK. Pour commencer, nous admettons que tous les robinets soient fermés. Il faut tout d'abord transvaser cette solution dans le 1<sup>er</sup> réservoir D. On ouvre le robinet rouge correspondant *a*, placé au-dessus du malaxeur C, et par suite on laisse entrer sur cette solution une pression d'air de 4 atm. En ouvrant alors le robinet bleu *b* adapté à un tuyau monte-jus plongeant dans la solution, cette dernière refoulée par l'air comprimé montera dans le tuyau bleu (*sortie de la solution*) et se transvase dans le 1<sup>er</sup> réservoir D par le tuyau vert (*entrée de la solution*). Pendant ce temps il est bon d'ouvrir le robinet jaune *d* pour laisser échapper par le tuyau correspondant l'air contenu dans le 1<sup>er</sup> réservoir D pour faire place à la solution entrante. En fermant à présent tous les robinets ouverts et en ouvrant le robinet jaune *c*, on supprime la pression après qu'elle a refoulé la solution du malaxeur C. Ce malaxeur est donc vide en ce moment et la solution se trouve dans le 1<sup>er</sup> réservoir D. La même opération se reproduit pour le transvasement dans le 2<sup>me</sup> réservoir F, à travers le filtre-presse E. Par

ce transvasement successif la solution arrive dans les monte-jus *K K*.

Tout le maniement des robinets se fait au rez-de-chaussée *N* (*fig. 1*) et il est inutile que l'ouvrier chargé de cette opération descende dans le sous-sol *M*, où se dégage le plus souvent une forte odeur d'ammoniaque. A cet effet les clefs des robinets d'entrée dans les malaxeurs de l'oxyde de cuivre dissous dans l'ammoniaque, ainsi que les clefs des robinets pour l'entrée et la sortie de la solution des différents réservoirs situés dans le sous-sol *M* sont réunis par une tringle *f* à une clef à canon *g* située au rez-de-chaussée *N*, comme le montrent les *fig. 1* et *2* de la *pl. 1*.

FILTRE-PRESSE. — Le Filtre-presse (*pl. 4*) est constitué par une suite de cadres en fonte (*fig. 4, pl. 4.*) sur lesquels sont tendues des toiles métalliques. Ces cadres, dont chacun contient deux toiles, sont fortement serrés ensemble, de façon à former une boîte hermétique, dont *A* est le robinet d'entrée de la solution à filtrer, et *B* le tuyau de sortie. Les toiles métalliques employées à cet effet deviennent de plus en plus fines, c'est-à-dire que le second filtre-presse contient de la toile plus fine que le premier, et le troisième de la toile plus fine que le second. Ces toiles sont ordinairement classées par numéros; ainsi le premier filtre-presse contient de la toile n° 120, le filtre-presse II de la toile 140 et le filtre-presse III du numéro 150. Pour filer de la soie très fine il est avantageux d'employer un quatrième filtre-presse plus petit, avec de la toile numéro 180 ou 200. Quand la solution est bonne et que les deux premiers filtre-presses sont en bon état, les toiles du 3<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup> restent à peu près propres.

Les deux premiers filtres-presses doivent être ouverts l'un tous les deux et l'autre tous les huit jours, le troisième tous les 10 ou 15 jour. Cette opération consiste à desserrer les différents cadres au moyen du volant *C*, qui dégage le tempon *D* (*fig. 1 et 3*). Les cadres sont ensuite nettoyés avec une brosse très fine et les toiles déchirées ou chargées sont remplacées par des nouvelles. Cependant les toiles mé-

talliques ne peuvent se déchirer que par l'inattention de l'ouvrier ou contremaître chargé du jeu des robinets. Cela provient d'un passage d'air comprimé à travers ces toiles métalliques, passage qui produit des vibrations et provoque des déchirures. Pour obvier à cet inconvénient, l'ouvrier auquel est confiée cette opération doit contrôler au niveau d'eau des réservoirs la quantité de solution à transvaser et ne pas laisser descendre cette solution jusqu'à l'extrémité des tuyaux monte-jus, ce qui livrerait passage à l'air comprimé. Cependant si cet ouvrier ne veut pas se donner la peine de descendre trop souvent dans le sous-sol, pour contrôler les niveaux, il pourra faire ce contrôle à peu près aussi exactement au moyen d'un chronomètre, en sachant qu'une quantité donnée de solution passe par les tuyaux monte-jus dans un temps déterminé. Si ce passage d'air à travers les filtres-presses ne provoquait que la déchirure des toiles métalliques, ce serait encore en partie excusable, quoique cette toile ne soit pas justement bon marché. Mais une fois ces toiles déchirées, la solution passe sans être filtrée, et les matières non dissoutes, qui auraient dû être retenues dans les filtres-presses, arrivent jusqu'aux capillaires de la salle de fabrication des fils ; ces capillaires se bouchent et nous n'avons plus qu'un fil à titre irrégulier et de mauvaise qualité.

Des cheminées en bois *OO* (*fig. 1, pl. 1*) munies de ventilateurs *PP* enlèvent les lourdes vapeurs d'ammoniaque dégagées pendant le nettoyage des filtres-presses.

Soit dit en passant, chaque établissement devrait être en possession d'un ou de deux respirateurs ou scaphandres pour permettre aux ouvriers en cas d'accident de descendre dans le sous-sol, sans danger d'être asphyxiés. En effet un tuyau peut éclater, un joint ou un robinet peut perdre et alors il devient impossible sans respirateur de s'approcher de la fuite, et toute la solution peut s'écouler sans que personne ne puisse y remédier.

Revenons aux toiles métalliques, qui doivent être flambées avant l'usage, pour leur enlever les impuretés, la

graisse, etc., qu'elles pourraient contenir. Les toiles métalliques chargées, provenant des cadres du filtre-presse sont lavées à l'ammoniaque et peuvent être employées une seconde fois après avoir été séchées et flambées.

Nous sommes arrivés aux *réservoirs monte-jus*, qui communiquent avec les tuyaux de la conduite circulaire *L* de la filature. (*fig. 1, pl. 1 et 5*).

Supposons les réservoirs *KK'* (*fig. 1, pl. 5*) pleins d'une solution, prête à être transformée en fil de soie. Par le tuyau *A* arrive une pression d'air comprimé d'environ 4 atm. indiquée sur le manomètre *B*. Le robinet *C* livre passage à cet air comprimé dans le tuyau *D* et dans le réservoir à air *E*, muni d'une soupape de sûreté *V*. De ce même réservoir à air partent deux tuyaux *O* et *P*, qui aboutissent dans les réservoirs monte-jus *KK'*. Il suffit donc d'ouvrir l'un des robinets *MN* pour que la pression du réservoir *E* s'exerce dans l'un ou l'autre des réservoirs *KK'* sur la surface de la solution qui s'y trouve. Refoulée par cette pression la solution monte par les tuyaux monte-jus *U* et *T*, reliés au tuyau *L*. Ce dernier tuyau fait partie de la conduite circulaire de la filature. Il va sans dire que la pression exercée sur les réservoirs monte-jus diminue au fur et à mesure qu'elle refoule la solution dans la conduite circulaire *L*, alors qu'elle devrait rester constante pour donner un fil régulier. Voici comment on obvie à cet inconvénient. Il est d'abord inutile d'avoir une pression de 4 atm. pour filer la solution ; une pression de 1700<sup>mm</sup> indiquée sur le manomètre à air libre *H* suffit et donne, si elle est constante, un fil fin et régulier.

On obtient une pression à peu près constante de la manière suivante: jusqu'au robinet *C*, qui est fermé, s'exerce dans le tuyau *A*, comme nous l'avons déjà dit une pression de 4 atm., tandis que sur les monte-jus *KK'* s'exerce une pression de 1700<sup>mm</sup> (*manomètre H*). Si maintenant cette pression en refoulant la solution, vient à diminuer de 5<sup>mm</sup> par exemple, c'est-à-dire quand elle ne

marque plus que 1695<sup>mm</sup> sur le manomètre à air libre *H*, on ouvre légèrement le robinet *C* et l'on fait monter la pression jusqu'à 1700<sup>mm</sup>. Quand elle a de nouveau diminué au bout de 2 à 3 minutes, on répète la même opération et ainsi de suite. (Je dis 2 ou 3 minutes, mais ce temps dépend naturellement de la quantité de solution écoulee par minute), De cette manière nous avons une pression à peu près constante. Un ouvrier consciencieux est chargé de régler cette pression et ne doit jamais quitter sa place sans se faire remplacer préalablement. Du bon vouloir de cet ouvrier dépend en grande partie la qualité de la soie. Il est à mentionner en passant que le robinet *C* doit être ouvert légèrement, car un mouvement brusque suffit pour provoquer des variations de pression et par suite des grosseurs dans le fil. L'ouvrier chargé de ce travail doit toujours avoir la main à portée du robinet *C*, prêt à égaliser toute fuite qui pourrait se produire dans la filature par fracture ou déchirure d'un caoutchouc. On peut employer également un régulateur automatique de pression.

Les deux réservoirs *KK'* sont munis de niveaux, indiquant la hauteur de la solution, et il est prudent de ne pas les laisser se vider de plus de la moitié ; car en laissant descendre cette solution trop bas, l'air comprimé entre dans les tuyaux monte-jus *U* et *T*, et arrive dans la conduite circulaire *L* de la filature. Il est impossible alors de produire une soie convenable, car le fil sortant des capillaires présente de nombreuses interruptions, provoquées par des bulles d'air qui se dégagent en même temps. Pour ne jamais laisser descendre la solution à beaucoup plus de la moitié il est nécessaire de travailler *successivement* avec les réservoirs *K* et *K'*. — Supposons que nous travaillions avec le réservoir *K'*. Le robinet *N* est ouvert et livre passage à l'air comprimé, qui chasse la solution dans le tuyau monte-jus *T* et de là dans la conduite circulaire *L*, si le robinet *Z'* est ouvert, comme le montre la fig. 1, pl. 5.

Admettons que le niveau de la solution soit tombé à présent un peu plus bas que la moitié ; il faudra, com-

me nous l'avons dit, mettre le réservoir  $K$  en fonction et cela sans interrompre le travail de la filature. A cet effet nous ouvrons le robinet  $M$  qui livre passage à l'air comprimé et aussitôt la solution montera dans le tuyau  $U$  jusqu'au robinet  $Z$  qui est fermé. Il faudra naturellement veiller pendant ce temps à ce que la pression ne tombe pas, puisqu'il faut une quantité beaucoup plus grande d'air comprimé. En ouvrant alors le robinet  $Z$ , la solution arrive à la fois par les tuyaux  $T$  et  $U$  dans la conduite  $L$  et nous travaillons pour un instant avec les deux réservoirs  $K$  et  $K'$  à la fois. Fermons à présent les robinets  $N$  et  $Z'$  ; par suite le réservoir  $K'$  est mis hors fonction et c'est  $K$  seul qui livre sa solution à la filature. Nous pouvons à présent par le transvasement connu remplir de nouveau le réservoir  $K'$  de solution.

Cependant s'il arrivait que l'un des réservoirs  $KK'$  devait pour cause de réparation, ou pour toute autre cause, être mis hors de service pendant quelques jours, il faudrait que l'on puisse travailler avec un seul réservoir. Cela se ferait d'une manière très simple de la façon suivante : toutes les opérations sont les mêmes qu'auparavant jusqu'au remplissage du réservoir ( $K'$  par exemple) quand celui-ci s'est vidé de plus de la moitié. Pour le remplir pendant qu'il est en fonction, nous fermons le robinet  $C$  pour toute la durée de l'opération, de façon à ce que l'arrivée de l'air comprimé soit empêchée. Au même instant nous procédons au remplissage du réservoir en fonction  $K'$  en y transvasant de la nouvelle solution avec une pression de 4 atm. Le niveau de la solution monte et l'air comprimé entre ce niveau et les parois du réservoir occupant une place de plus en plus petite, acquiert une tension de plus en plus grande. De cette manière la pression deviendrait de plus en plus forte et ne serait plus constante ; mais au lieu de la laisser augmenter, nous ouvrons en conséquence le robinet de relage  $R$ , qui par le tuyau  $S$  laisse échapper à l'air libre le surplus de pression. Ainsi la hauteur barométrique du manomètre  $H$  sera toujours de 1700<sup>mm</sup>. Il résulte de nos observations que 1800 lit. de solution produisent au moins 100 kg. de soie.



## LA FILATURE

Passons à la *filature*, ou atelier de la fabrication du fil. Le mot *filature*, quoique d'un usage général n'est pas ici la désignation propre, et les Allemands qui emploient le mot «*Fadenzieherei*» tréfilerie (du latin *trahere*, tirer ; *filum*, fil.) ont certainement trouvé un terme plus juste.

La fig. 1, pl. 7 nous montre l'élévation d'une machine de filature, tandis que la fig. 2 fait voir une vue de côté de cette même machine ; la fig. 4, pl. 8, nous donne un agrandissement de la fig. 1, pl. 7, et la fig. 3, pl. 8, indique une coupe suivant la ligne *AB* (fig. 4). La solution arrive des réservoirs monte-jus *KK'* (fig. 1. pl. 1) dans la conduite circulaire *L*, (fig. 1 et 2, pl. 7). On ajoute au mot conduite le qualificatif circulaire pour montrer qu'une série de tuyaux circulent dans toute la salle et distribuent la solution jusqu'aux extrémités de chaque machine. Ces tuyaux *L* que nous représentons par des lignes ponctuées sur la planche 7, sont entourés de matières isolantes pour pouvoir maintenir à la température de  $+4^{\circ}$  à  $+5^{\circ}$  la solution qui s'y trouve, tandis que la température de la salle peut varier de  $17^{\circ}$  à  $23^{\circ}$  (mieux vaut cependant une température à peu près constante de  $17^{\circ}$ ). Au tuyau *L*, (fig. 3, pl. 8) passant d'une extrémité à l'autre de la machine, s'adaptent de distance en distance des tubes raccourcis, reliés à un manchon en caoutchouc *K*. Un petit robinet en verre *i* livre passage à la solution qui passe par un second caoutchouc, arrive au tuyau recourbé en verre *h* et passe dans un petit distributeur *f* en verre ou en plomb. A ce distributeur sont reliés les petits tubes à capillaires en verre (agrandies par la fig. 5, pl. 8). Ces capillaires plongent dans une auge en plomb *d*, qui s'étend sur toute la longueur de la machine, et qui est remplie aux  $2/3$  d'acide sulfurique. Les fils *m* de chaque distributeur *f* sont réunis ensemble par un guide-fil collecteur *n* en verre, et passent ensuite par un second guide-fil *o* pour s'enrouler finalement sur des cylindres creux en verre *F*. Les guide-fils supérieurs *o* sont fixés sur une latte, qui est elle-même soutenue par des gallets *X*

et fait un mouvement de va-et-vient devant les cylindres en verre *F*. Ce mouvement du guide-fil et des cylindres en verre reçoit son impulsion d'une dynamo *A* (*pl.* 7), suspendue sur des traverses *B* qui font charnière avec les bâtis de cette dynamo, et permettent ainsi de tendre la courroie pendant la marche de la machine. Cette dynamo *A* communique son mouvement à une poulie *C*, qui fait 125 tours à la minute et qui, par un des systèmes connus, employés pour l'enroulement croisé, fait tourner les cylindres en verre et actionne le va-et-vient des guide-fils.

Les cylindres *F* plongent chacun dans une auge en plomb *E*, remplie aux  $3/4$  d'acide sulfurique étendu d'eau. Pour maintenir les cylindres en verre *F* jusqu'à la fin de la levée, on les monte sur des arbres *A* (*fig.* 9. *pl.* 8) portant à l'une des extrémités un volant *D*. — *E* est un cercle en caoutchouc. Deux cônes en bronze *BB* (*fig.* 8 et 9) avec fermeture à baïonnette maintiennent le cylindre en verre entre la goupille *F* et le ressort *C*, et permettent de les monter en un tour de main à la fin de chaque levée. Ces cylindres ainsi montés sont placés dans des supports *MM* *pl.* 7, et commencent aussitôt à tourner, entraînés par les volants *H*, fixés sur un arbre qui s'étend sur toute la longueur de la machine. Les tuyaux *q* (*fig.* 3 et 4. *pl.* 8) qui relient les auges *E* au tuyau *r* permettent l'écoulement de l'acide sulfurique par le canal *U* (*fig.* 2 *pl.* 7) dans une fosse, située en dehors du bâtiment. Mais la partie supérieure du tuyau *q* ne sert que de trop-plein, car les fils *m* en s'enroulant sur les cylindres entraînent continuellement de l'acide sulfurique, et les auges *E* se rempliraient au bout de quelques heures, si nous n'avions pas le trop-plein *q*. Si l'on veut vider complètement l'auge *E*, il faut retirer un bouchon *z* fixé à une tringle.

Nous voyons sur la *fig.* 3, *pl.* 8, que le bâti *N* est surmonté de trois auges différentes, intérieurement garnies de plomb. Dans la première *c* circule de l'eau froide qui doit continuellement rafraîchir à 17° l'acide sulfurique dans l'auge *d* ; dans la troisième section *e* les ouvriers rattleurs jettent les fils coupés. Dans la première auge *c* sont placés

de distance en distance des chevalets en plomb *g*, qui supportent les distributeurs *f*. Les fils qui sortent des capillaires surnagent dans l'acide sulfurique *d*, et sont pris avec un crochet en cuivre (*fig 3. pl. 5*) que les ouvriers rattacheurs tiennent de la main gauche ; ces fils sont passés par les deux guide-fils *n* et *o* sur les cylindres *F* (*fig. 3 et 4 pl. 8*). Avec des ciseaux en nickel, qu'il tient de la main droite, l'ouvrier coupe alors un peu en dehors du cylindre *F* la grosseur qu'il tient au crochet et le fil simple, entraîné par frottement, s'enroule sur bobine. Cependant il n'arrive pas souvent que tous les 18 fils *m* se rompent ensemble, la rupture ne porte d'ordinaire que sur un ou deux fils ; l'ouvrier prend alors avec le crochet le fil déchiré qui surnage sur l'acide sulfurique et le passe en travers des 17 autres fils qui l'entraînent en s'enroulant sur le cylindre. Ceci est tout le travail des ouvriers rattacheurs. On a en plus quelques jeunes ouvriers qui amènent les cylindres en verre, qui les montent sur les arbres, et les enlèvent à la fin de la levée. Il est à remarquer que cette levée se fait pendant la marche de la machine, et que l'un de ces jeunes gens placé sur le banc *R* (*fig. 1 et 2, pl. 7*) soulève les cylindres pleins *G* sur les supports *M*, tandis qu'un autre, placé devant l'auge *c* met un cylindre vide en place. Un ouvrier rattacheur peut soigner de 10 à 15 distributeurs et d'avantage, si la solution est bonne et la filtration parfaite. Une machine de filature double comme le montre la *fig. 2, pl. 7, a*, suivant sa longueur, de 60 à 80 distributeurs.

L'atelier possède un contremaître en chef et chaque machine comporte un maître-ouvrier chargé du nettoyage de la circulation de l'eau à rafraîchir, de l'écoulement de l'acide sulfurique et du changement des capillaires bouchés.

Le contremaître en chef est responsable de la vitesse d'enroulement, qui doit être tenue constamment à 60 tours à la minute ; de l'enroulement convenable du fil, du travail des rattacheurs, de l'entretien des machines, dont les bâtis doivent être badigeonnés à la chaux deux fois par semaine, pour ne pas être rongés par l'acide sulfurique. Il es ten

autre responsable (de la bonne ventilation et de la température de la salle 17°) ; il a à surveiller l'ouvrier chargé de la pression constante sur la solution ; il est chargé du pointage et du relèvement des équipes. Il a à veiller aux levées des cylindres, à la température de l'acide et de la solution, qu'il doit refroidir en conséquence, et faire en sorte qu'il n'y ait pas de gaspillage d'acide sulfurique — Pour ce qui concerne l'écoulement de cet acide, il est bon de remarquer que cela se fait ordinairement deux fois par jour après qu'on en a fait l'analyse. A cet effet, un garçon sous les ordres d'un chimiste, vient chercher deux fois par jour dans l'auge *d* (*fig. 3, pl. 8*) des échantillons d'acide sulfurique.

ANALYSE DE L'ACIDE SULFURIQUE. Nous donnons ici en détail l'analyse de l'acide sulfurique, pour ceux qui pourraient ne pas la connaître. On prend dans un verre ou une fiole à acide, 5 centimètres cubes de l'échantillon d'acide sulfurique que le garçon vient d'apporter de la filature, on y ajoute 3 gouttes de méthyle orange pour colorer l'acide légèrement en rouge. Ce verre est placé sous un tube gradué effilé à sa partie inférieure, et qui contient une solution titrée préalablement (*0,0935 par exemple.*) de carbonate de soude. Pendant que d'une main, on agite constamment le verre, on y laisse écouler de l'autre, goutte à goutte, le carbonate de soude. On voit alors pâlir, petit à petit, la couleur rouge ou rose, donnée à l'acide sulfurique par le méthyle orange. A un moment donné, cette couleur tourne au jaune, et le nombre de centimètres cubes de carbonate de soude écoulés en ce moment, indique alors la quantité d'acide pur.

*Exemple* : 5 cent. cubes d'acide sulfurique (*mélangés à 3 gouttes de méthyle orange*) exigent 31 cent. cubes de carbonate pour tourner au jaune ; 1 cent. cube de carbonate correspond à 0,0935 d'acide sulfurique (*titré préalablement*) dans notre cas particulier, et en multipliant 0,0935 avec 31, l'on trouve 2,8985, chiffre que nous sommes obligé de multiplier encore par 20, et nous obtenons 57,970 - % d'a-

cide sulfurique.

C'est cette analyse qui indique au contre-maître de filature s'il doit renforcer ou étendre avec de l'eau l'acide sulfurique de l'auge *d* (*fig. 3, pl. 8*), car en pratique on ne peut pas travailler à volonté avec de l'acide sulfurique étendu ou concentré. De l'acide trop étendu, à 20 % par exemple, n'attaquerait pas suffisamment la solution, et ne formerait pas un fil assez résistant ; ce fil déchirerait même avant d'arriver au premier guide-fil ; tandis qu'un fil qui aurait traversé de l'acide sulfurique à 90 % serait totalement brûlé. Il est vrai que l'on pourrait aussi déterminer ce pourcentage au pèse-acide, si l'auge *d* ne contenait pas outre l'acide sulfurique et l'eau, de l'hydrate de cuivre et de l'ammoniaque. Cependant un contremaître habile peut déterminer approximativement la force de l'acide, en observant que les fils déchirés qui surnagent sur l'acide sulfurique dans l'auge *d* se tiennent à sa surface ou s'enfoncent plus ou moins, suivant que cet acide doit être plus ou moins renforcé, et qu'il est par suite plus ou moins dense.

L'acide trop faible s'écoule par le tuyau *p* (*fig. 1 et 2, pl. 7*) dans des bacs en terre cuite *P* placés de distance en distance sous la machine. Avec une petite cruche *Q*, de même matière que les bacs *P* et d'une contenance de 1/2 lit., un ouvrier prend dans un réservoir *P* de l'acide qui a déjà servi et le déverse dans les auges *E*, de façon à ce que les fils qui s'enroulent sur les cylindres *F*, plongent dans cet acide étendu d'eau. Cette eau est amenée par un tuyau, auquel est adapté de distance en distance un manchon relié à un long tuyau en caoutchouc *J* (*fig. 1 pl. 7*) ; à l'extrémité inférieure de *J* est un robinet que l'on approche successivement devant chaque auge *E* pour la remplir d'environ 2/3 d'eau, tandis qu'il s'y trouve déjà 1/3 d'acide.

Il nous faut à peu près 2400 litres d'acide par journée de travail de 24 heures, pour une production de 350 kilog. de soie.

Nous tenons cet acide tout préparé d'une fabrique de

produits chimiques, et il nous arrive par chemin de fer jusqu'à l'usine dans un réservoir *A* (*fig. 2 et 4, pl. 5*). Avec une pression d'air comprimé venant du tuyau *M* et du robinet *T*, on transvase cet acide sulfurique par le tuyau *S* de l'orifice *U* dans l'un ou l'autre des réservoirs *BB'* situés en dehors de la filature. On laisse écouler cet acide au fur et à mesure par de gros robinets en grès *CC'* dans un réservoir allongé *D*. Là, cet acide est étendu d'eau jusqu'à ce que le mélange ait obtenu une certaine proportion que nous déterminons par l'analyse ou le pèse-acide ; l'eau employée arrive par le tuyau *O* et le robinet *P*. Cela fait nous avons préparé l'acide qui sert à renforcer, et qui est ensuite transvasé par le siphon *E* dans un pulsomètre *F* et de là dans un réservoir *K* situé sur une estrade *L*. Du réservoir *K* part un autre siphon en plomb *R* qui déverse cet acide dans l'auge *d* (*fig. 2, pl. 7*) de la filature. Le pulsomètre *F*, construit en ébonite, fonctionne avec de l'air comprimé, arrivant par le tuyau *M* et le robinet *N*. Un petit orifice en forme d'entonnoir, fixé sur le tuyau *R* et fermé par un bouchon, permet d'amorcer le siphon de la manière que tout le monde connaît.

## Les Tuyaux Capillaires et leur nettoyage

Les capillaires arrivent d'une verrerie, sous la forme représentée par la *fig. 6, pl. 8* ; ils ont été étirés par des ouvriers habiles, et ont une ouverture de 0.10 à 0.20 mm. Chaque capillaire est minutieusement examiné au microscope, pour voir s'il a l'ouverture voulue ou non. Le souffleur de verre de l'usine reçoit ces capillaires (*fig. 6, pl. 8*) et les coupe en deux suivant la ligne ponctuée *M* ; il raccorde alors chaque extrémité *K* avec un tube plus long et recourbé *KK* (*fig. 5*). Après lui avoir donné ensuite une petite soufflure *I*, pour le maintenir dans les manchons en caoutchouc qui les relient aux distributeurs, il fixe à l'extrémité du capillaire *M* un godet *N*, appelé assiette, qui a pour but de mieux dégager le fil à sa sortie.

Quand les capillaires sont bouchés, soit par suite d'une

mauvaise filtration, ou d'une mauvaise préparation de la solution, il faut les nettoyer, et voici comment on procède à cette opération : Cette petite poussière invisible, qui est assez grande cependant pour boucher l'ouverture d'un capillaire de  $0,20^{\text{mm}}$ , arrive par le tuyau *KK* (*fig. 5, pl. 8*) ; jusqu'à devant la partie capillaire *M*, qu'il obstrue ; il faut alors sortir cette particule à rebours. A cet effet on enlève du distributeur le capillaire bouché, que l'on remplace par un autre, en fermant pour cela le robinet en verre *i* (*fig. 3. pl. 8*) ; cependant des ouvriers habiles font ce remplacement sans fermer le robinet. Le capillaire bouché est ensuite expédié au nettoyage, dont l'un des appareils se compose d'un vase en verre *B* (*fig. 6. pl. 9*) placé dans un pot en fonte *A*, fermé hermétiquement. *B* est rempli de  $1/3$  d'acide sulfurique pris des bacs sous les machines de la filature, et de  $2/3$  d'eau ; on introduit ce mélange par l'entonnoir *F*. Une pression d'air comprimé, d'environ  $1\ 1/2$  atm. indiquée par un manomètre *C* est ensuite lâchée sur le liquide *B*. Ce liquide monte aussitôt par le tuyau monte-jus *a* jusqu'au robinet en verre *c*. Une des extrémités de *c* est terminée par un tube en caoutchouc dans lequel on fait entrer l'assiette et la partie capillaire du tuyau que l'on veut nettoyer ; en ouvrant alors le robinet *c* le liquide sous pression fait sortir à rebours la particule qui bouche le capillaire. Si cette opération ne suffit pas, on fait entrer l'autre extrémité de ce tuyau capillaire *D* (*fig 5 pl. 9*) dans un caoutchouc *C*, fixé à un bocal *A*. En faisant le vide dans ce bocal par une pompe aspirante reliée au tuyau *B*, le restant de solution qui se trouve dans le capillaire est aspiré et tombe dans le récipient *A*. Un ou deux ouvriers achèvent alors le nettoyage de ces capillaires, en les agitant pendant quelque temps dans l'eau chaude ; ils sont ensuite séchés et reviennent à la filature pour servir de nouveau. — deux ou trois ouvriers ont ainsi à nettoyer dans 10 heures de 200 à 300 capillaires bouchés et échangés, pour une production d'environ 1.000 kg. de soie, Les ouvriers de la filature, chargés du changement des capillaires bouchés, sont munis de doigtiers en caoutchouc

que la fabrique leur fournit à prix réduit.

## Le Lavage

A la fin de chaque levée, les bobineurs de la filature prennent les cylindres en verre dont le fil est imprégné d'acide sulfurique, et les transportent sur des wagonnets, (*fig. 10 et 11, pl. 8*) dans un bâtiment adjacent : *Le lavage*. Ici les cylindres sont placés sur des chevalets en bois, et la soie est lavée pendant six heures à l'acide acétique ou formique, mélangé à l'ammoniaque ; le tout fortement étendu d'eau. Voici en détail les opérations et compositions qui constituent le lavage : les jeunes gens amènent les cylindres sur des wagonnets, posés sur des rails *M* (*fig. 3, pl. 6*) et les placent sur des tables *HH* à double étage, pour occuper moins de place. Les ouvriers du lavage cherchent ces bobines sur les tables et les placent sur des chevalets en bois (pitchpin) ; dont la *fig. 4, pl. 6* nous montre une élévation, la *fig. 2*, un agrandissement et la *fig. 1* une vue de côté ; la *fig. 3* donne le plan d'une installation de lavage. Sur chaque chevalet se trouvent six rangées de cylindres superposées : *I, II, ---VI*. A droite de la salle (*fig. 3 et 4*) se trouvent cinq réservoirs en grès *AA--*, contenant la composition destinée à laver la soie sur les cylindres. *c* est un tuyau recourbé en verre, qui amène le liquide, se divise en deux embranchements *cc* (*fig. 1*) et s'étend sur toute la longueur des chevalets en bois. A ces conduites en verre *cc* sont adaptés de distance en distance pour chaque rangée de six cylindres de petits tubes *d* en caoutchouc (*fig. 1 et 2*) dont l'extrémité terminée par un petit robinet en ébonite, plonge dans des gouttières en celluloïd *e*. Le contenu des réservoirs *AA--* (*fig 3 et 4*) arrive donc dans les gouttières *e* (*fig. 1 et 2*) et tombe goutte à goutte sur la soie du cylindre en verre *I* de chaque rangée. Après avoir contourné ce cylindre *I*, ces gouttes tombent sur le cylindre *II*, et ainsi de suite jusqu'au cylindre *VI*. Les cylindres *I*, c'est-à-dire de la première rangée, dont la soie a été ainsi lavée pendant six heures, sont enlevés du chevalet par les



ouvriers du lavage, et portés sur un autre chevalet plus court *L* (*fig. 3*) où ils ont à subir une opération qu'on appelle le *savonnage*. Le cylindre *II*, qui n'est encore lavé que pendant cinq heures, arrive à la place du cylindre enlevé *I*, le cylindre *III* à la place du cylindre *II* et ainsi de suite, de sorte que la place du cylindre *VI* devient vide, et sera aussitôt occupée par l'un des cylindres que les bobineurs apportent de la dernière levée de la filature. Après une heure, c'est-à-dire après chaque levée de la filature, les cylindres du lavage avancent d'une rangée et chaque rangée *I* passe sur le chevalet *L* (*fig. 3*). Il est bon d'avoir des gouttières en celluloïd entre chaque bobine *I* et *II*, entre *II* et *III* etc., quoique nous ne les ayons pas représentés sur la figure ; il est aussi avantageux de tourner les cylindres à la main de  $1/4$  de tour par exemple, entre chaque avancement.

Voici maintenant les compositions les plus usitées, employées pour le lavage :

Dans un réservoir en terre-cuite *C* (*fig. 4*), placé sous l'estrade *D*, on verse 3 bonbonnes d'ammoniaque (12 kg. par bonbonne) plus 3 bonbonnes d'acide acétique (force 80 %) ; ce mélange est ensuite étendu d'eau jusqu'à ce que le réservoir *C* soit complètement rempli. Du contenu de ce réservoir *C*, on verse alors un  $1/2$  litre dans chaque réservoir *AA---* et l'on remplit encore ces réservoirs avec de l'eau amenée par les tuyaux *A*. Ces réservoirs *AA---* se vident dans l'espace d'une heure, et il est facile de calculer combien de temps peut durer le mélange préparé dans le réservoir *C* : Un réservoir contient 1250 litres ; s'il faut 5 litres toutes les heures, pour les 5 réservoirs *AA---*, *C* sera vide dans  $\frac{1250}{5} = 250$  heures.

Une composition plus récente, et qui a donné d'excellents résultats est celle-ci : on verse 3 bonbonnes d'acide formique dans le réservoir *C*, que l'on finit par remplir avec de l'eau, et l'on verse 3 litres de cette préparation dans chaque réservoir *AA---* que l'on remplit également avec

de l'eau.

Voici une manière de reconnaître si la soie est suffisamment lavée ou non : On dissout 15 grammes de chlorure de baryum dans un litre d'eau et on y laisse tomber quelques-unes des gouttes d'eau qui viennent de laver la soie d'un des cylindres des chevalets ; si cette soie est suffisamment lavée, l'eau au chlorure de baryum reste claire, sinon elle se trouble en donnant un précipité insoluble de sulfate de baryum.

## Filtration de l'Eau

*La pureté de l'eau du lavage et du savonnage de la soie est de la plus haute importance.*

Il existe deux méthodes de purification des eaux : La filtration naturelle et la filtration artificielle.

La filtration naturelle est la plus parfaite. Elle procède des lois et méthodes de la nature, mais oblige à opérer sur des surfaces filtrantes tellement considérables, que les frais d'établissement en deviennent fort onéreux. De plus, elle se fait d'autant mieux qu'elle est plus lente.

La filtration artificielle répond mieux aux exigences des besoins journaliers, mais elle demande une surveillance continuelle et, quand il s'agit de filtrer une grande quantité d'eau, celle-ci ne s'obtient d'ordinaire qu'au détriment de la qualité : En effet, au bout d'un certain temps, il se produit dans la masse filtrante un engorgement dû aux impuretés charriées par les eaux, le filtre s'encrasse, son débit diminue, ou encore il donne de mauvais résultats.

De plus l'eau de lavage ainsi que celle qu'on utilise pour la préparation de la cellulose et de l'oxyde de cuivre ammoniacal doit contenir le moins possible de chaux et de fer, si l'on veut obtenir un fil bien brillant. Les usines qui sont obligées d'utiliser une eau calcaire ou ferrugineuse produisent une soie terne qu'elles ne peuvent vendre qu'à un prix inférieur, insuffisamment rémunérateur. L'analyse de l'eau, quand on choisit l'emplacement d'une fabrique pour soie artificielle est donc d'une importance capitale.

L'usine de Givet se trouve sous ce rapport dans d'excellentes conditions et doit à la bonne qualité de son eau la beauté de ses produits, car avec les meilleures épurateurs on n'arrive pas à rectifier l'eau de façon à éviter des précipités qui enlèvent le brillant au fil. Nous avons remarqué également qu'un fil lavé pendant 6 heures ou plus sur bobine et d'après le système à gouttières des «*Glanzstoff-Fabriken*» est plus terne qu'un autre lavé pendant 4 heures seulement, le premier étant comme creusé par l'eau.

## Savonnage

Quand la soie des cylindres est lavée pendant six heures, ces cylindres sont placés, comme nous l'avons dit sur un chevalet plus court *L* (*fig. 3*), lavés pendant 2 à 3 minutes à l'eau de savon et passent ensuite par les doubles portes *FF* dans les séchoirs. Dans l'une des cuves en bois *BB* (1250 lit.) l'on délaye dans de l'eau de condensation tenue à 50°, et amenée par le tuyau *b*, 5 kg. de savon de Marseille \* (80 %, garanti pure huile et alcali), on y ajoute 4 litres d'ammoniaque et un peu de borax. Le tout est agité pendant quelque temps avec une longue canne en bambou ; et le mélange doit être tenu à une température de 50°, non seulement pendant le délayage du savon, mais encore pendant tout le savonnage de la soie. Pour laver à cette température, les gouttières en celluloid sont remplacées par d'autres en bois ou en verre ; il n'est pas à conseiller non plus d'employer ici des robinets en ébonite, et on les remplace avantageusement par des brides en fer étamé, représentées par la *fig. 7*, *pl. 8*. *E* est le tube en caoutchouc, serré à volonté ou moyen des écrous *D*, entre deux brides *A* et *B*, et qui permettent de régler ainsi l'écoulement de l'eau de savon. Ce savonnage a pour but de rendre la soie plus souple au toucher, et augmente aussi considérablement la production du dévidage.

Les eaux qui ont servi au lavage et au savonnage s'écou-

(\*) La fabrique *Stockhausen*, à *Krefeld*, livre également un savon spécial très apprécié dans l'industrie textile.

lent, grâce à une légère inclinaison du sol, entre les rainures des dalles, dans les canaux souterrains *G* (*fig. 1 et 2, planche 6*), qui les conduisent au dehors du bâtiment.

Cette légère inclinaison du sol existe aussi pour la même raison dans le bâtiment de la filature, comme nous le voyons sur les *fig. 1 et 2, pl. 7*.

## Les Séchoirs

Au sortir du lavage, les cylindres passent dans les *séchoirs*, où ils emploient de 15 à 20 heures pour sécher complètement à la température de 55°.

Dans chaque séchoir il se trouve sur des étages superposés près de 6000 cylindres, et l'on peut compter en moyenne 27 gr. de soie par cylindre. Il est clair qu'une bonne ventilation et un maximum de surface de chauffe hâte considérablement le séchage de la soie ; cependant il est bon de ne pas dépasser une température de 60°, car nous avons remarqué qu'à 90° le fil avait des taches d'un rouge-brun provenant d'après Bronnert de traces de cuivre resté dans la soie, et qui se serait volatilisé ; cependant cette observation ne nous paraît pas justifiée, vu que le cuivre ne se volatilise qu'à une température beaucoup plus élevée. Les taches *vertes* observées quelquefois après le séchage, proviennent d'un défaut de lavage. C'est un fait connu que la soie des cylindres des étages supérieurs sèche ordinairement plus vite que celle des étages inférieurs. Pour cette raison, et pour ne pas perdre de temps ni de chaleur, on laisse déjà circuler la vapeur dans les tuyaux de chauffage, pendant que l'on finit de remplir le séchoir de cylindres lavés, et l'on a soin de placer sur les étages inférieurs les premiers cylindres qu'on entre dans chaque séchoir, tandis qu'en les sortant on commence par enlever ceux des étages supérieurs. De cette manière la soie, sur les étages les plus bas, a plus de temps pour sécher que celle des étages supérieurs, puisqu'elle profite de la première et de la dernière chaleur du séchoir. Il est aussi bon de ne pas laisser ces lieux se refroidir complètement, et de commencer par

remplir de nouveau d'un côté, pendant que l'on sort les derniers cylindres de l'autre ; il faut donc avoir une porte d'entrée et une autre de sortie. Il faut aussi veiller ici, ainsi qu'à la filature et au lavage, pour que la soie encore trempée de ces cylindres ne soit heurtée au transport avec un autre objet, ni même touchée de la main, car au moindre choc cette couche de soie est percée de part en part ; elle ne peut donc plus être dévidée après le séchage, et n'est bonne qu'à être jetée au déchet (*pour l'enlever plus facilement du cylindre en verre il est bon de la sectionner avec un couteau*).

Comme on emploie ordinairement pour le transport des cylindres des ouvriers de 16 à 20 ans, il est bon de les faire surveiller par un contremaître sévère, car avec 100 cylindres heurtés par jour, -- ce qui arrive facilement avec une mauvaise surveillance et un transport de plus de 5000 cylindres remplis de soie dans l'espace de 11 heures — nous aurions, à raison de 27 gr. par cylindre, 2 k.700 ; et en admettant une valeur de 15 fr. par kg. cela ferait une perte de 40 fr. 50. Mais ordinairement ce n'est pas seulement la soie qui est heurtée, c'est avec elle le cylindre en verre, qui par le fait se casse, et nous pouvons sans exagérer, indiquer une moyenne de 50 à 80 cylindres cassés par jour et une trentaine d'ébréchés, parmi ces 12000 cylindres pleins et vides, qui circulent journallement de la filature au lavage, du lavage aux séchoirs, des séchoirs à l'humidification et de là au dévidage pour revenir finalement à la filature.

## Humidification

La soie étant complètement sèche, les cylindres sont sortis des séchoirs et placés pendant 4 à 5 heures dans un autre local pour être humidifiés, ce qui rend le dévidage beaucoup plus facile. Une règle générale, pour ce qui concerne cette humidification ne saurait être établie facilement, vu qu'il y a autant d'opinions et autant d'installations différentes qu'il y a de directeurs ; de plus, l'humidification artificielle est influencée par l'atmosphère ambiante, et

varie considérablement suivant que l'air est plus ou moins saturé de vapeur d'eau. Un système avantageux pour l'industrie qui nous concerne, serait à notre avis le suivant : Au sortir des séchoirs, les cylindres seraient posés dans un bâtiment séparé, peu élevé, (2<sup>m</sup>20 au plus) en briques, et avec un sol en ciment légèrement incliné, pour pouvoir même en cas de besoin laisser couler de l'eau froide entre les cylindres superposés. Une série de fenêtres et de cheminées permettraient d'établir un courant d'air, réglé d'après la température extérieure. Un contremaître intelligent arrive au bout de quelque temps à humidifier la soie de la manière la plus avantageuse pour le dévidage. Au toucher des cylindres il y a déjà moyen d'établir si la soie a le degré d'humidité voulue ou non ; cependant un hygromètre est ici un instrument absolument indispensable.

Avant d'installer un système d'humidification, il est bon d'étudier à fond la disposition et de choisir ensuite un matériel de bonne qualité.

Comme appareil pour l'installation d'une humidification, nous croyons ne pas nous tromper en indiquant comme un des meilleurs, quoique aussi un des plus chers, *l'humecteur-pulvérisateur Mertz*.

Cet appareil se compose d'un corps de pulvérisateur, constitué par un ajutage conique monté sur une pièce annulaire en laiton, fixée au support en fonte de l'appareil par deux bras creux, dont l'un est relié au filtre automatique, qui a pour but d'épurer l'eau sous pression avant son entrée dans l'ajutage. Le filtre, qui doit être nettoyé tous les 10 à 15 jours, comporte un robinet à trois voies, muni d'une manette pour la mise en marche, pour le renversement du courant qui purge le filtre, et pour l'arrêt complet de l'appareil.

Le filtre ouvert, le courant d'eau sort de l'ajutage avec une forte pression, et vient frapper sur la surface périphérique d'un cône à gradins, disposé symétriquement en dessous de lui. Sous l'influence de ce choc, ce jet se divise en nappe tronconique et produit des filets divergents qui

viennent buter sur un anneau briseur, achevant ainsi de se pulvériser en dégageant un courant d'air chargé de buée. A son tour, ce courant d'air saturé de particules aqueuses vient s'échapper à la partie inférieure de l'appareil par un passage circulaire et se développe ensuite en nuage vaporeux dans la salle.

Ce fonctionnement se fait automatiquement sous l'action d'une forte pression d'eau, transmise au moyen d'une pompe à pression (5 à 9 atm.) que doit comporter chacune des installations.

L'application de ces appareils permet d'obtenir un degré d'hygrométrie uniforme (80 à 85 %) dans tout le local.

Il est à remarquer que ces appareils ne devraient pas seulement trouver emploi dans la salle d'humidification, mais aussi au dévidage et au retordage, car ils exercent non seulement une influence avantageuse sur la soie et produisent une augmentation de rendement, mais ils donnent aussi des résultats appréciables au point de vue de l'hygiène.

Une mesure excellente à prendre, dans le but de diminuer la température des salles de rez-de-chaussée, lors des grandes chaleurs, est le blanchiment à la chaux, de l'extérieur des toitures des usines. — Cette opération qui est rapide et peu coûteuse se fait au moyen d'une pompe à pulvérisation et d'un lait de chaux, contenant de 5 à 10 % d'alun ordinaire. Cette précaution permet en Juillet et en Août de diminuer la température des salles de 4 à 5 degrés. Une seule opération suffit pour la saison chaude, et la chaux vive se transforme en carbonate de chaux qui se fixe grâce à l'alun sur la surface des tuiles et des fenêtres de la toiture.

## Ventilation

La ventilation des salles d'usines constitue aujourd'hui une des conditions les plus essentielles d'un travail régulier et productif.

L'air vicié par les vapeurs délétères ou malsaines doit être évacué hors des usines. Il y a à cela non seulement une

raison d'économie bien comprise, mais encore un motif supérieur de salubrité et d'hygiène pour les ouvriers appelés à travailler dans de semblables conditions.

La première qualité à demander à un ventilateur en dehors d'une excellente construction mécanique, est de nécessiter la moindre force motrice pour le maximum de déplacement d'air ; la seconde est de fonctionner sans produire de courant d'air.  $\lambda$

La ventilation combinée avec l'humidification, produit des résultats remarquables et trouve son application tout indiquée dans les industries où se dégagent des vapeurs ou gaz nuisibles à la fabrication ou à l'hygiène.

En même temps que s'améliorent les conditions du travail proprement dit, l'hygiène y trouve son compte. Le réglage artificiel de l'état hygrométrique est une excellente mesure de purification de l'air, les poussières alourdies tombent vers le sol et l'ouvrier travaillant dans un milieu plus sain, fournit sa tâche de façon plus attentive et plus régulière.

On peut dans un même système très simple combiner avantageusement la ventilation et l'humidification en employant le système de l'ingénieur P. Kestner de Lille, ou l'hygrophor Munk, qui donne un rendement de 40.000 mètres cubes et plus par heure d'air aspiré, humidifié, débarrassé de la poussière et rafraîchi. L'humidification de l'air, qui peut atteindre 70 % est parfaitement uniforme et sans dépôt de gouttelettes.

---



Les «*Glanzstoff-Fabriken*» récupèrent l'ammoniaque qui se dégage à la filature et qu'elles enlèvent par de puissants ventilateurs.

Les opérations suivantes : *le dévidage, le retordage, le guindrage, et le titrage* se font comme pour la soie naturelle, et nous n'en parlons que sommairement.

### LE DÉVIDAGE

Cette opération consiste à dévider la soie qui se trouve sur les cylindres en verre *A* (*fig. 1 et 2 pl. 11*) sur des bobines plus petites en bois *B*, qui passent ensuite au retordage. Les machines qui servent à dévider la soie artificielle se composent d'une table en bois *E* sur laquelle sont posés de distance en distance les cylindres *AA*. Le fil *K*, en se dévidant, passe sur un galet en bois *D*, fixé à une traverse qui s'étend sur toute la longueur de la machine. Un guide-fil *H*, fixé sur une latte *G*, soutenue par un galet *F*, fait un mouvement de va-et-vient devant la bobine en bois *B*. Cette bobine *B*, entraînée par la friction du galet *C*, est montée sur une broche *A* (*fig. 5*) sur laquelle elle est maintenue par un écrou de serrage *C*.

Les bobines pleines sont expédiées au retordage sur des planchettes en bois (*fig. 3 et 4*) qui en contiennent ordinairement 21 pièces. Chaque ouvrière a sa planchette qu'elle fait peser d'abord avec des bobines vides et ensuite avec les mêmes bobines remplies de soie ; de cette manière il est facile de payer les ouvrières au kg. Une ouvrière soigne de 5 à 6 bobines et il y a de 55 à 60 bobines par machine. Chaque ouvrière produit en moyenne 3 kg. de soie dévidée par jour, et est payée 0 fr. 80 par kg. au titre 100 à 120 ; 0 fr. 62 au titre 120 à 160, et 0 fr. 50 au titre 160 à 200.

### RETORDAGE, GUINDRAGE, TITRAGE.

Pour le retordage, les bobines en bois *B* (*fig. 6 et 7*). qui viennent du dévidage, sont montées sur des broches *A*, entraînées par la friction d'une courroie *C*, montée sur un volant *D*. Le fil tordu se renvide sur une autre bobine en bois *F*, entraî-

née par *E* ; ce fil passe par le premier guide-fil fixe *H* et ensuite par le guide-fil *G* qui fait un mouvement de va-et-vient. Les galets *EE--* sont actionnés par deux roues d'angle *MM*, mises elles-mêmes en mouvement par la roue *L*, qui engrène suivant la torsion que l'on veut donner au fil avec l'une ou l'autre des roues dentées du cône *N* ; à cet effet l'arbre *N* peut être déplacé devant *K*, suivant que *L* doit engrener avec une plus petite ou une plus grande roue du cône. Pour cette même raison, la roue d'angle supérieure *M* peut aussi être déplacée sur l'arbre *O*.

*Le Guindrage* Cette opération, qui consiste à dévider la soie artificielle en forme d'écheveaux, est exactement la même que pour la soie naturelle ; il n'y a même absolument aucun changement à la machine, c'est pour cela que nous ne nous y arrêtons pas plus longtemps, ceux de nos lecteurs qui désirent plus de détails sur cette opération, la trouveront largement décrite dans l'une ou l'autre des nombreuses brochures qui existent sur la soie naturelle. Mentionnons cependant qu'au dévidage, retordage et guindrage, les ouvrières doivent faire en sorte de ne pas rattacher ensemble des fils de titre trop différent, ce qui se voit déjà à l'œil avec un peu d'expérience.

Nous supposons donc avoir la soie en écheveaux ; elle est lavée encore une fois à l'acide acétique (*proportion : 1 litre d'acide sur 500 litres d'eau*) sur une machine à laver, (*la même que pour la soie naturelle*) avec cylindres en porcelaine qui tournent alternativement dans l'un et l'autre sens.

D'après un procédé plus récent, la soie finie est lavée à l'acide oxalique, (*200 grammes par 500 litres*) et l'on obtient une soie beaucoup plus blanche, qu'en lavant avec l'acide acétique.

Ces écheveaux sont ensuite séchés et passent au *chevillage* à la main, où les ouvrières sortent du fil les nœuds et le duvet.

Cette soie est ensuite *titrée*, emballée et expédiée.

LE TITRAGE ou NUMÉROTAGE — Le titre ou numéro d'un fil est le rapport qui existe entre sa longueur et un poids fixe ; il indique donc le degré de finesse du fil. Pour indiquer cette finesse, on peut rapporter soit un poids variable à une longueur fixe, soit une longueur variable à un poids fixe pris pour unité.

Pour la *soie naturelle* l'unité de longueur est de 400 aunes ou 480 mètres, et le poids, le grain de Montpellier ou de Lyon qui est de 414 grammes. Ainsi, le titre du fil est le nombre de grains que pèse ce fil pour une longueur de 400 aunes ou 480 mètres. — Les numéros les plus usités varient de 50 grains = 2 gr. 655 à 10 grains = 0 gr. 531 pour une longueur constante de 400 aunes.

Pour la *soie artificielle* le brin individuel est généralement de 8—10 deniers, (1 denier = 0 gr. 10 par 1000 m.) Ordinairement on assemble 12 à 14 brins pour former les titres courants de 120 et 140 deniers.

Cependant on cherche à filer des numéros fins en assemblant un plus grand nombre de brins ; alors le brin individuel est aussi fin que possible et par suite la souplesse et la force du fil définitif sont plus grandes. La société Bemberg à Barmen, qui travaille d'après les brevets Thiele — procédé d'étirage du fil avant sa précipitation complète — est arrivée ainsi à de beaux résultats.

Pour le titrage on se sert des titreuses employées pour la soie naturelle. Les usines importantes emploient depuis quelque temps et avec beaucoup de satisfaction la machine à titrer de Lehner fils.

Dans ces derniers temps on a cherché à obtenir l'unification du titrage des soies, et en général des matières textiles, en se basant sur le système métrique. A vrai dire cela n'intéresse qu'une partie de la population, quoique cependant l'unification et le mode unique de titrage des fils seraient très importants pour tous et s'imposent en quelque sorte. Cependant les Américains des Etats-Unis et les Anglais ne sont pas partisans du système uniforme du titrage basé sur le système métrique. Leur raison est celle-ci : « Comment,

nous sommes près de 41 millions d'Anglais et 76 millions d'Américains qui ont le même système de poids et mesures, des relations continuelles, et nous irions changer notre système ! »

L'unité de mesure, proposée par les états d'Europe, étant le kilogrammètre (1000 grammes et 1000 mètres) on a cherché à faire admettre les deux articles suivants :

Art. 1<sup>er</sup>. — Le titrage ou numérotage des matières textiles s'indique indistinctement par le nombre de 1000 mètres de matière au kilogramme.

Art. 2. — Il est interdit de se servir d'autres indications. On aurait ainsi un système uniforme, connu, de compréhension facile, simple et universel ; permettant immédiatement la comparaison, simplifiant et facilitant considérablement les calculs et les transactions générales, empêchant la fraude et les calculs déshonnêtes, et permettant l'établissement d'étalons uniformes contrôlés par l'Etat.

## Le Déchet

Nous avons d'abord du déchet dans la filature quand la solution s'écoule, s'il se produit une fuite quelconque, soit qu'un robinet ou un tuyau en verre saute, qu'un caoutchouc crève ou qu'un distributeur se casse. Ces accidents sont presque inévitables, et c'est de la bonne volonté que les ouvriers mettent à remplacer plus ou moins vite le tuyau en verre cassé ou le caoutchouc crevé, que dépend la quantité de solution écoulée. Ce déchet ajouté à celui des rattacheurs devient considérable, et peut atteindre 20 % de la production. Il est enlevé tous les jours des auges *d* (fig. 3 pl. 8) par un ouvrier qui le porte au dehors du bâtiment, dans une cuve en bois d'environ 3<sup>m</sup><sup>c</sup>. On remplit cette cuve jusqu'aux 3/4, ce qui arrive à peu près tous les 15 jours ; au bout de ce temps on finit de la remplir avec de l'eau ordinaire, le tout est foulé pendant quelque temps, et ensuite on laisse écouler cette eau par un robinet au bas de la cuve. On renouvelle cette opération jusqu'à-ce que l'eau sorte

à peu près claire, car cette eau doit se charger de l'hydrate de cuivre dissous dans l'ammoniaque, et qu'on tâche de récupérer.

Nous avons encore le *déchet du dévidage* qui est de trois sortes :

I. LE DÉCHET ORDINAIRE, produit quand un fil se casse, et que l'ouvrière a besoin de dévider à la main pour trouver le bon bout à nouer.

II. LE DÉCHET DE LA SOIE COUPÉE, c'est-à-dire de la soie des cylindres heurtés, ainsi que la soie qui contient des grosseurs et des nids dans le fil et qui ne se laisse pas dévider.

III. LE DÉCHET GRAS.

Nous avons encore à signaler le déchet du retordage, qui est moins considérable.

Voici quelques chiffres courants :

	AVRIL,	MAI
Déchet du dévidage..... %	5,00 kg.	6,00 kg.
Soie coupée..... »	4,00 »	4,80 »
Retordage..... »	2,00 »	2,20 »
Déchet gras..... »	4,00 »	3,00 »
Total..... »	15,00 kg.	16,00 kg.
Déchet de filature..... »	18,00 »	13,00 »
Soie en bon titre (120 à 180) ... »	59,00 »	63,50 »
Soie en mauvais titre (titre trop gros ou très irrégulier) ..... »	8,00 »	7,50 »

Ces chiffres ne concordent plus avec la fabrication d'aujourd'hui et ont été relevés en 1902 / 3 lors de notre 1<sup>re</sup> édition.

DÉCHET PAR INTERRUPTION DU TRAVAIL DE LA FILATURE.

Quand on veut interrompre le travail de la filature on sort les capillaires de l'auge à acide sulfurique, ce qui peut se faire grâce aux raccords ou manchons en caoutchouc qui relient les capillaires aux distributeurs, et les distributeurs aux robinets, et qui permettent ainsi une petite articulation. Les assiettes des capillaires sont entourées pendant le temps



d'arrêt d'un petit tube ou capuchon en caoutchouc d'environ 5<sup>mm</sup> de longueur, qui se remplit de solution, et alors seulement on ferme le robinet en verre. De cette manière, la solution au lieu de perdre sa fluidité et de s'épaissir au contact de l'air, dans le filet très mince du capillaire, s'épaissit dans le prolongement que présente le petit tube en caoutchouc. A la mise en train, on enlève alors ces capuchons, on ouvre les robinets, on plonge les capillaires dans l'acide de l'auge, et la solution sous pression sort et surnage en forme de fil sur l'acide sulfurique. Cependant on obtient à peu près le même effet qu'avec les capuchons, en plongeant pendant le temps d'arrêt les capillaires dans l'eau à rafraîchir de la première auge. Mais la mise en train occasionne toujours un petit arrêt, et augmente le déchet ; supposons que nous ayons 1/4 d'heure de retard pour la mise en train, nous aurons une

perte de  $\frac{27}{4} \times$  nombre de distributeurs ; ce qui ferait

$\frac{27 \times 10}{4} = 67$  grammes par 10 distributeurs, en admettant

une moyenne de 27 gr. produits par un distributeur dans une heure. C'est pour obvier à cet inconvénient que les fabriques de soie artificielle ont choisi le travail continu à la filature, *le dimanche excepté*, en travaillant jour et nuit, sans interruption. Deux ou trois équipes se relayent alternativement, toutes les 12 ou toutes les 8 heures. Sans conseiller le travail de nuit, nuisible à la santé des ouvriers et à la qualité de la soie produite, nous sommes obligés de dire que de travailler en trois équipes vaut toujours mieux que de ne travailler qu'en deux, vu que beaucoup d'ouvriers au lieu de se reposer le jour se promènent ou se livrent à d'autres occupations et, la nuit venue, ils ne sont pas en état de livrer un travail soigné ; mieux vaut donc le travail en trois équipes, car alors l'ouvrier a 16 heures libres devant lui et trouve tout le temps pour se reposer et même pour se livrer quelque peu à une occupation supplémentaire. Mais travailler en trois équipes de

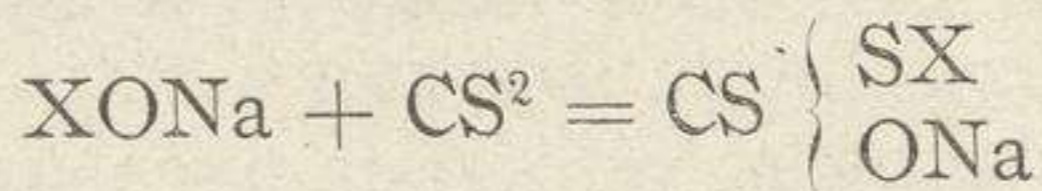
8 heures n'est pratique que pour des ouvriers, qui à côté du travail que leur fournit l'usine ont encore à la maison une occupation supplémentaire, sans quoi leur salaire de 8 heures de travail ne leur suffirait pas et le patron serait obligé, pour qu'ils aient de quoi vivre, de leur payer des heures supplémentaires pendant lesquelles ils n'ont pas travaillé chez lui. Pour ce qui concerne les repas, les ouvriers de chaque équipe se relayent et vont manger en trois sections : de 11 h. à midi (ou minuit), de midi à 1 h. et de 1 h. à 2 heures ; de sorte que 1/3 des ouvriers est parti, pendant que les 2/3 qui restent se partagent le surplus du travail.

Pour compléter le personnel de la filature, on prend pour les relais de ces heures de repas des ouvriers du lavage, des séchoirs, de l'atelier de réparation, etc., car ici chacun s'il a un peu de bonne volonté, devient rattacheur dans l'espace d'une demi-heure.

### LA VISCOSE

ou soie artificielle formée avec le viscoïde.

En 1892, Cross et Bevan ont fait breveter un procédé d'après lequel ils obtenaient un dérivé remarquable, le thiocarbonate de cellulose. Cette nouvelle invention eut un grand succès lors de son apparition. On y voyait non seulement un grand intérêt industriel et pécuniaire, mais on croyait aussi pouvoir enfin en tirer la vraie constitution de la cellulose. Le thiocarbonate de cellulose ou viscoïde, comme il a été nommé par ses inventeurs est obtenu en traitant la cellulose sodique par le sulfure de carbone à la température ordinaire :



Le composé résultant est donc un xanthate alcalin de cellulose.

L'hydrocellulose fabriquée suivant la méthode Girard, peut être employée à la place de la cellulose pure, et alors la consommation de soude caustique et de sulfure de carbone peut être réduite de moitié.

M. le professeur Haller a dit dans une conférence faite à Nancy sur les soies artificielles, qu'il faut, pour réaliser pratiquement la réaction avec le coton, le traiter par un excès d'une solution de 15 % de NaOH, à une température déterminée, et le presser jusqu'à ce qu'il ne retrouve plus que trois fois son poids de solution. On le place alors dans un flacon bouché à l'émeri avec 40 % de son poids de sulfure de carbone.

Après un repos de trois heures environ, à la température ordinaire, on ajoute assez d'eau pour couvrir la masse, et l'on abandonne encore quelques heures pour que l'hydratation s'effectue. En agitant, on obtient un liquide homogène que l'on peut diluer à volonté.

Dans la pratique, on fait d'ordinaire des solutions à 10% de cellulose; à cause de la grande viscosité de cette solution, il est difficile d'obtenir une concentration supérieure à 20 %. Ainsi préparée, la solution est d'une couleur jaune due à des produits secondaires de réaction (trithiocarbonates).

Les propriétés caractéristiques des xanthates de cellulose sont :

1° DÉCOMPOSITION SPONTANÉE. Quand la décomposition s'effectue en solution aqueuse d'une concentration supérieure à 1 % de cellulose, il se produit une gelée ou coagulation dont le volume est celui du récipient.

2° Coagulation par la chaleur. La solution évaporée à basse température donne un solide se redissolvant parfaitement dans l'eau. En opérant à 70—80 degrés centigrades, la coagulation, c'est-à-dire la décomposition, est très rapide. Si alors on dessèche la solution à cette température, on a des pellicules minces, adhérant avec une grande ténacité aux surfaces sur lesquelles on les sèche. On peut cependant les en détacher par l'eau qui en sépare les produits secondaires de la réaction. Il reste une feuille homogène transparente et incolore, très souple, qui durcit quelque peu en séchant, tout en conservant une grande élasticité.

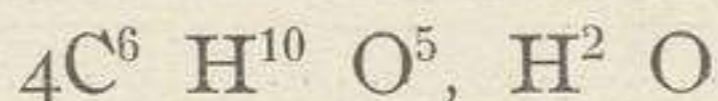
La cellulose régénérée du thiocarbonate diffère de la



cellulose primitive par les points suivants :

1<sup>o</sup> Son eau hygroscopique ou eau de condition est de 3 à 4 % plus élevée ; elle est de 9 à 10,5 % ;

2<sup>o</sup> Sa composition empirique répond à la formule :



3<sup>o</sup> Ses propriétés générales sont pour la plupart identiques à celles de la cellulose originale: cependant les groupes OH de cette solution réagissent plus facilement ; c'est ainsi qu'elle s'acétyle quand on la fait simplement bouillir avec l'anhydrique acétique, tandis que la cellulose normale exige environ une température de 80 degrés centigrades.

Elle a de plus beaucoup d'affinités pour les couleurs et se combine en proportion plus élevée avec les bases solubles.

#### APPLICATION DE LA VISCOSE à la FABRICATION de la SOIE VISCOSE

M. Stéarn, l'un des inventeurs de la lampe à incandescence, a d'abord cherché, en collaboration avec M. Cross, à produire avec la viscosse des filaments utilisables pour la construction des lampes électriques, puis, la tentative ayant réussi ces chimistes ont cherché à résoudre le problème de la production de fils de tout calibre. En forçant la viscosse par des orifices capillaires dans une solution de chlorure d'ammonium à 17—20 %, on peut obtenir des fils aussi fins qu'on le désire et avec une régularité absolue. La majeure partie du thiocarbonate de la cellulose sodique se décompose et la cellulose est séparée. La décomposition est achevée et les dernières traces de produits secondaires sont enlevées en passant les fils successivement dans des bains frais de chlorure d'ammonium chaude, de carbonate de soude, d'hypochlorite, d'acide chlorhydrique, et finalement en les rinçant à fond dans l'eau.

Des essais sur la résistance de la viscosse filée, comparable à celle de la soie naturelle et des différentes autres soies artificielles ont été effectués en Suède par MM. Strehlenert et Westergeren (Société chimique de Stockolm, dans sa séance du 21 novembre 1891). Nous donnons le résultat

de ces essais dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION		RÉSISTANCE ABSOLUE en Kilogrammes par 1 millim. de diamètre	
		FIL SEC	FIL HUMIDE
SOIE	<i>Soie non avivée</i> .....	53.2	46.7
	<i>Soie brute française</i> .....	50.4	40.9
	<i>Soie française bouillie et avivée</i> .....	25.5	13.6
	— — <i>teinte en rouge et chargée</i> ...	20.0	15.6
	— — <i>en noir bleu, et chargée</i>		
Naturelle	à 110 pour 100.....	12.1	8.00
	<i>Soie française teinte en noir et chargée à 140</i> <i>pour 100</i> .....	7.9	7.30
	<i>Soie française teinte en noir et chargée à 500</i> <i>pour 100</i> .....	2.2	—
SOIE au Collodion	<i>Chardonnet non teinte</i> .....	14.7	1.7
	<i>Lehner non teinte</i> .....	17.1	4.3
	<i>Strehlenert non teinte</i> .....	15.9	3.6
	<i>Soie Pauly ou Glanzstoff (au cuivre ammoniacal et pré-</i> <i>cipitée à l'acide sulfurique)</i> .....	19.1	3.2
	<i>Soie Cross et Stearn (viscose)</i> .....	11.4	3.5
	— — — <i>nouvelle viscose</i> .....	21.5	—
	<i>Fil de coton</i> .....	11.5	18.6

Les fils se teignent bien, supportent l'ébullition, dans les lessives alcalines, résistent à l'action du chlore et sont doués d'un bel éclat brillant comparable à celui des autres soies artificielles. Toutefois le produit diffère de la soie à la nitrocellulose en ce qu'il est légèrement jaunâtre, ce qui tient probablement à ce qu'il renferme encore des traces de produits sulfurés, mais les échantillons teints ne le cèdent en rien comme éclat à la soie de Chardonnet, ou à la soie Pauly. — La nouvelle viscose, cependant, est d'une blancheur parfaite.

En raison de toutes ces qualités et aussi de son bon marché relativement à ce que coûtent les autres produits similaires, il faut croire qu'un grand avenir est réservé à la soie viscose.

Comme on peut s'en rendre compte par les essais relatés plus haut, tous ces produits artificiels perdent notablement de leur résistance, une des qualités essentielles des fibres, quand ils sont humides. Aussi ne sauraient-ils remplacer la soie naturelle que dans des cas particuliers, comme dans la fabrication des tentures, de la passementerie, etc., en un

mot des tissus et objets qui ne sont pas exposés à l'humidité.

La viscose est surtout exploitée dans les fabriques suivantes :

La Société française de la Viscose à Paris.— La Société générale de soie artificielle par le procédé Viscose à Bruxelles. La Viscose du prince de Donnersmarck à Sydowsaue près Stettin.— La Viscose italienne à Turin. — La Société suisse de la Viscose à Emmenbrucke près Lucerne.

Nous sommes heureux de pouvoir signaler que les fabriques de soie Viscose sont, après quelques années d'essais, entrées dans la période de bon rendement industriel ; mais nous croyons devoir dire aussi, que les fabriques de Chardonnet ne semblent plus avoir pleine confiance en leur procédé, et transforment tout tranquillement leur matériel, pour travailler d'après les procédés à l'oxyde de cuivre ammoniacal, ou fabriquer un dérivé de la viscose.

L'usine de Tubize (Belg.) et d'autres encore qui se trouvent dans d'excellentes conditions locales, n'ont cependant pas à craindre de se voir supplantées de sitôt.

*La Société française de la Viscose* a fait connaître des procédés et dispositifs intéressants : I. pour enlever l'air contenu dans les solutions à filer, en faisant le vide dans un réservoir conique, dans lequel tourne une pièce également cônica, en acier. La solution est amenée par un tuyau, pour s'étendre en couches très minces sur les parois du cône, et s'écoule, tandis que les bulles d'air sont enlevées par la pompe aspirante qui fait le vide. — II, un dispositif à filière multiple, pour donner la torsion à la filature. — III, un robinet de précision permettant de régler l'écoulement de la solution dans les filières. — IV une machine de filature, disposée comme suit : les brins de fils sortant des capillaires sont enroulés tour à tour sur deux petits guindres montés l'un à côté de l'autre, à la place où se trouvait dans l'ancien système la bobine en verre F (fig. 3 et 4 pl. 8). Le fil passe sur le premier guindre jusqu'à formation d'un écheveau de 1000 mètres ; à cet instant le guide-fil se déplace sur toute la longueur de la machine de filature et la soie

passé au second guindre qui se met au même instant en mouvement, entraîné par un galet à friction, tandis que le premier guindre rempli de soie, est débrayé dans la même évolution, et ainsi de suite.

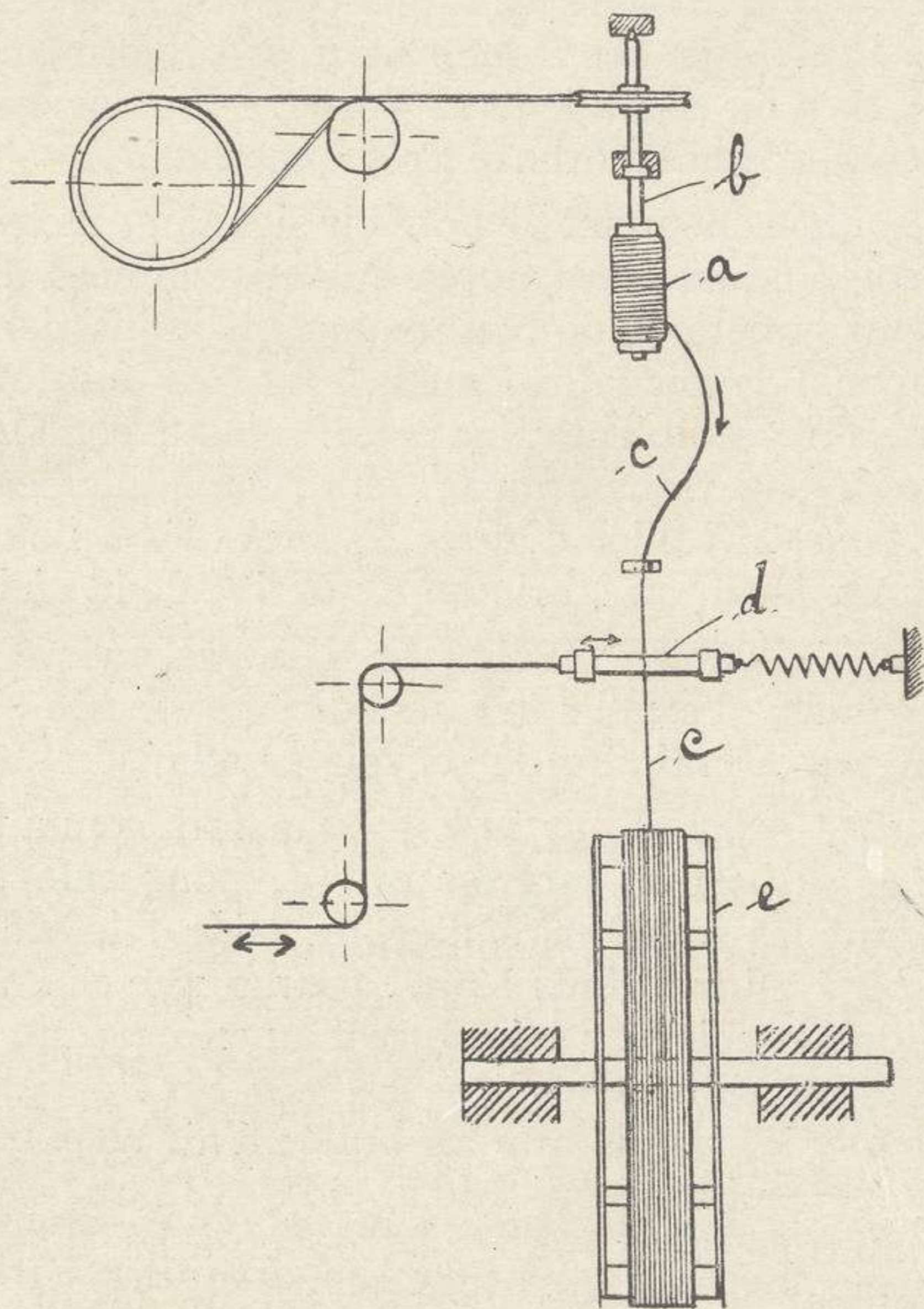


Fig. 8

Un autre procédé remarquable est celui de la *Viscose de Stettin* ; La soie qui se dégage des filières se renvide sans torsion sur des petites bobines. Ces bobines passent ensuite au retordage, le fil chargé de produits chimiques est dévidé et retordu dans une même opération, et mis en écheveaux de 1000 mètres. — A cet effet les petites bobines *a* (fig. 8) sont montées sur une broche *b*, à laquelle on imprime un

mouvement de rotation correspondant à la torsion que l'on veut donner au fil *c*, qui se dévide, passe par le guide-fil *d*, et s'enroule sur le guindre *e*. La soie est lavée à l'eau acidulée, blanchie et séchée sur ces guindres.

AUTRES APPLICATIONS DE LA VISCOSE. — Les nombreuses applications dont est susceptible la viscose, indépendamment de sa transformation en un filament ressemblant à la soie, sa plasticité et son extrême bon marché, en font une matière extrêmement précieuse et intéressante.

Des échantillons des produits et des effets qu'on peut réaliser ont figuré à l'Exposition de 1900, classe 87.

1<sup>o</sup> PEINTURE DÉCORATIVE AU FIBROL (à base de cellulose)  
La puissance agglomérante de la cellulose dissoute (viscose), qui est susceptible de retenir jusqu'à 20 fois son poids de poudres minérales, la rend propre à constituer la base d'une peinture très résistante sur laquelle, grâce à l'inaltérabilité bien connue de la cellulose, le temps est complètement sans influence.

Cette peinture adhère parfaitement sur les plâtres même frais, les bois, les ciments et même sur les feutres et cartons bitumés. Elle est incombustible, donne une surface mate, très douce et très homogène, que l'on peut laver et lessiver quelques jours après son application.

2<sup>o</sup> COUCHAGE DE PAPIERS POUR LES IMPRESSIONS D'ART.  
Les caractères qui caractérisent la peinture au fibrol en général apportent un avantage particulier au couchage des papiers ; on obtient ainsi une surface d'une remarquable douceur et un moelleux exceptionnel donnant aux caractères et aux gravures un cachet d'art particulier.

3<sup>o</sup> COUCHAGE DES ÉTOFFES. — Employée pure ou avec un peu de charge, la viscose donne sur les étoffes un couchage très homogène complètement insoluble dans l'eau et très résistant aux alcalis et aux acides ; transparent il peut servir pour les stores, et opaque, il est utilisé pour les couvertures étanches et les reliures, car il s'estampe en toute finesse et se gaufre avec la plus grande facilité.

4° MÉLANGE AVEC LE CAOUTCHOUC. — Mélangée avec le caoutchouc, dont elle abaisse considérablement le prix, la viscosse peut s'appliquer à tous les usages réservés au caoutchouc : vêtements imperméables, tubes, pneus, etc., Par elle, le caoutchouc devient plus résistant à l'action de la température et sa souplesse est entièrement conservée.

5° IMPRESSION et APPRÊT des TISSUS et des FILÉS. — La viscosse constitue un épaississant très économique pour l'impression des couleurs et surtout du blanc. Sur les tissus ou les filés elle forme un apprêt de cellulose qui résiste aux lavages. En teinture, la viscosse peut constituer un mordant pour certaines matières colorantes, dont elle augmente ainsi le rendement.

6° PAPIERS, CARTONS. — Employée dans la fabrication des cartons et des papiers solides pour l'emballage, la viscosse leur procure une augmentation de résistance qui peut varier de 30 à 100 % selon les compositions de la pâte.

On a également produit des échantillons de cartons-cuir viscosés.

7° AGGLOMÉRÉS-VISCOÏD. — La viscosse, par ses qualités agglomérantes, donne un produit très solide, de toute forme. Ce produit, qui est très isolant pour la chaleur et l'électricité est connu sous le nom de *viscoïd*.

8° INDUSTRIES DIVERSES. — On a fabriqué des pellicules transparentes de toutes couleurs, qui devaient trouver des applications diverses : emballage des savons et matières grasses ; fabrication de transparents et vitraux colorés ; fabrication de ballons colorés pour illuminations par lampes à incandescence ; fabrication de pellicules épaisses et résistantes, devant remplacer le celluloïd en de nombreux emplois.

ETHERS CELLULOSIQUES. La cellulose régénérée de la viscosse s'éthérifie beaucoup plus facilement avec les anhydrides et les chlorures d'acides que la cellulose ordinaire.

Le tétracétate de cellulose en particulier s'obtient en mélangeant intimement l'hydrate de cellulose avec une

solution concentrée d'acétate de magnésie, dans la proportion de deux molécules d'acétate pour une molécule de cellulose. Ce mélange, bien homogène et séché à 110 degrés est additionné de deux molécules de chlorure d'acétyle pour une molécule de chlorure de magnésium employé.

L'action du chlorure d'acétyle doit être faite progressivement et avec précaution, en évitant toute élévation de température au-dessus de 30 degrés. Le produit est ensuite traité par l'eau pour enlever les sels de magnésie, puis séché et soumis à l'action d'un dissolvant pour séparer l'acétate de cellulose de la petite quantité de cellulose non entrée en combinaison. Cette solution, clarifiée, puis filtrée, est ensuite soumise à l'évaporation et laisse l'éther à l'état de pureté.

Le produit obtenu — tétracétate de cellulose — a une très grande ressemblance avec la nitrocellulose, mais il s'en distingue en ce qu'il n'est pas explosif, ni même facilement combustible. Il se dissout dans le chloroforme, l'alcool méthylique, l'acétone, l'épichlorydrine, le benzoate d'éthyle, l'acide acétique cristallisable, la nitrobenzine, etc.,

Ces solutions fournissent des pellicules d'une parfaite transparence et d'une absolue continuité, même lorsqu'elles sont assez minces pour produire les couleurs irisées d'interférences. Elles sont imperméables à l'eau et offrent une grande résistance aux réactifs.

Pour les saponifier, il faut une ébullition prolongée de plusieurs heures avec une solution alcoolique de soude ; mais même alors une désagrégation n'a pas lieu, et la pellicule conserve, non seulement sa forme, mais encore sa transparence.

### LE FIL ARTIFICIEL BRILLANT

produit par une solution de cellulose dans le chlorure de zinc.

Ces solutions servent à la fabrication des filaments pour lampes à incandescence. Les fils n'ont qu'une faible résistance, mais sont justement assez forts pour cet emploi. Cette

faible résistance provient en grande partie de la manière dont est préparée cette solution. En effet, la cellulose ordinaire n'est que très peu soluble dans le chlorure de zinc froid, où elle ne devient que matière gélatineuse. Ce n'est qu'en ayant recours à une température plus élevée qu'on obtient une vraie dissolution. Sans aucun doute le chlorure de zinc, par son action hydratante, produit la dépolymérisation de la cellulose, de telle façon que la substance précipitée ne possède plus que vaguement les propriétés caractéristiques de la cellulose.

Wynne et Powell ont cherché à remplacer le chlorure de zinc par un mélange de chlorure de zinc et de chlorure d'aluminium. Il est possible que la dépolymérisation soit quelque peu ralentie de cette manière ; mais Wynne et Powell ainsi que Dreaper et Tompkins, qui ont proposé aussi d'employer de la cellulose dissoute dans le chlorure de zinc, pour produire un fil textile, ne pouvaient obtenir cette solution qu'en élevant le chlorure de zinc à une haute température. Cependant il a été remarqué que ces procédés ont une grande influence sur la constitution moléculaire de la cellulose, et les fils ainsi formés n'ont aucune résistance.

Dans un brevet américain Bronnert a décrit une méthode restée d'ailleurs à l'état d'essai de laboratoire — d'après laquelle il serait possible d'obtenir un fil résistant, en traitant la cellulose par des procédés préliminaires, avant de la dissoudre dans le chlorure de zinc, ainsi que cela se fait pour la cellulose dissoute dans la solution ammoniacale de cuivre.

La manière la plus avantageuse est de transformer la cellulose dégraissée et blanchie en cellulose sodique, en la traitant par un bain froid de soude caustique concentrée, de décomposer par l'eau la cellulose sodique obtenue et de la dissoudre finalement dans une solution concentrée de chlorure de zinc. Les solutions ainsi préparées doivent être conservées dans des réservoirs à une basse température, pour écarter toute décomposition qui nuirait à un bon filage, ou pourrait même rendre ce dernier impossible.



## LA FABRICATION DES PRODUITS SIMILAIRES

---

Nous avons déjà vu, en parlant de la cellulose, que M. S. Robe a proposé la fabrication d'un produit qu'il nomme *cuir artificiel* et qui n'est autre chose que du collodion en feuilles, trempé pendant quelques secondes dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau.

Les *Kunstseide-Fabriken de Francfort* produisent à côté de la soie artificielle, le celluloïd et le cuir artificiel.

Nous renvoyons au chapitre sur la *viscose* pour les différentes applications de ce produit, indépendamment de sa transformation en fils de soie.

Dans le brevet allemand 106043 est revendiqué la fabrication d'une *toile artificielle* qui se prépare de la manière suivante : une nappe de fibres de coton, couchée sur une surface horizontale est imprégnée d'une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal. Le coton-cellulose est attaqué par ce liquide, et se trouve peu de temps après précipité par un bain de *soude ou de potasse caustique*, qu'on verse sur la nappe. De ce fait les fibres de coton sont comme fondues en une seule pièce, et la nappe, après qu'elle est décuivrée, lavée, exprimée, séchée et comprimée, offre une certaine résistance. Ce produit devait être employé comme doublure de vêtements.

Nous devons avouer de ce fait, que la coagulation de la cellulose par les alcalis, était connue bien avant le dépôt des brevets de précipitation Linkmeyer, Glanzstoff, Meister-Lucius, Foltzer, etc.,

LE CRIN ARTIFICIEL. Les fabriques de soie artificielle livrent depuis quelques années un article nouveau, *le crin artificiel*.

Le crin naturel se présente, comme on sait, sous la forme d'un fil rond, assez gros et ayant un faible brillant.

Déjà en 1900, la *Kunstseide de Francfort* s'est fait breveter un procédé d'après lequel elle fabrique un crin artificiel

le *Météore* en réunissant à la sortie des capillaires 2 ou plusieurs fils qui sont plus gros que les fils de soie ordinaire. Cette réunion doit se faire avant précipitation complète, pour que les fils puissent encore adhérer, et former en se réunissant un seul gros fil, ayant de la ressemblance avec le crin naturel. Ce fil est ensuite dénitré et traité comme les fils de soie de Chardonnet.

Les *Glanzstoff-Fabriken* ont plus tard imité ce produit, et disent en 1905, dans un brevet anglais, qu'il est possible de fabriquer directement le crin artificiel, auquel elles donnent le nom *SIRIUS*, en pressant la solution ordinaire par des capillaires de 0,5 mm dans de la soude caustique (30 %) Les autres procédés de filature, lavage et décuivrage sont les mêmes que pour la soie — On peut même filer directement sur guindres, laver et décuivrer les écheveaux, avant de les enlever. Le produit obtenu est transparent, présente une grande solidité et un beau brillant. Ce crin artificiel est surtout employé dans la fabrication de tresses pour chapeaux. *Lucien Crespin* de Paris a fait connaître un appareil pour la fabrication de lames de soie artificielle. L'appareil pour la fabrication de ces lames de soie artificielle, appelées dans le commerce *paille artificielle* à base de nitrocellulose, comporte une tuyère à fente de sortie pour le collodion. Ces rubans débouchent dans un entonnoir communiquant avec un long conduit qui, ainsi que l'entonnoir, est destiné à recevoir de l'eau à travers laquelle doit passer la lame sortant de la fente de la tuyère. Cette lame peut contourner une arête dans la partie inférieure de l'entonnoir, destinée à le guider dans ledit conduit, pour faire dissoudre presque la totalité du dissolvant de ladite solution dans le bain d'eau que doit recevoir l'entonnoir et le conduit, en vue d'une récupération du dissolvant.

On obtient également des lames de paille artificielle avec la cellulose dissoute dans l'oxyde de cuivre ammoniacal et précipitée dans un bain de soude ou potasse caustique concentrée.

*Foltzer et Ed. Weiss* ont fait connaître dans un brevet

suisse (n° 37584) la fabrication d'un *ruban artificiel*, auquel on peut imprimer après décuivrage, lavage et séchage, au moyen de deux cylindres de pression, les côtes qui caractérisent les rubans tissés, ou des dessins en haut et en bas relief.

Le produit est flexible et très élastique, surtout lorsqu'on précipite directement dans de la soude ou potasse caustique très concentrée.

Nous sommes aussi arrivés à produire de la *filasse artificielle*, en employant une filière ou capillaire à fente, dans laquelle sont pratiqués des rainures, ou des nerfs, qui se reproduisent dans la lame artificielle, suivant l'effet que l'on veut produire.

LE CUIR ARTIFICIEL, LA PELLICULE, etc. — Le dispositif permettant de mettre le *procédé Foltzer* en pratique, est représenté par la fig. 2. (pl. 12) — Dans un réservoir *A*, de la cellulose dissoute dans de l'oxyde de cuivre ammoniacal du sulfate ou de l'acétate de cuivre, est pressée par une ouverture en forme de fente réglable *B* et tombe sur une surface tournante *C*, tandis qu'une ou plusieurs machines à feutrer *DD*, suivant l'un ou l'autre des systèmes connus soufflent eventl. des fibres découpées en longueur déterminée ou pulvérisées sur cette couche de cellulose en solution, tombant de l'orifice *B* sur la surface tournante *C*. Cette couche de cellulose (eventl. feutrée) est amenée par la surface tournante *C* dans un bac *E*, contenant un liquide coagulant, pouvant être par exemple, soit de l'acide sulfurique, chlorhydrique, acétique, etc., ou de la soude et de la potasse caustique. En employant la soude et potasse, il est avantageux de tenir le liquide précipitant à la température de 30 — 40°. Un couteau *F* dégage la nappe coagulée de la surface tournante *C*. Cette nappe passe alors entre deux cylindres de pression *G G'* et est guidée par les rouleaux *H I J K* dans un second bac *L*, contenant un bain de soude ou de potasse caustique très concentré. Dans le bac *L*, a lieu une pré-

cipitation à fond de la nappe, qui est ensuite passée entre les cylindres de pression  $MM'$  qui expriment le surplus du liquide, et incrustent dans le cuir artificiel des côtes fines ou des dessins en haut et bas-relief. (Cette incrustation se fait mieux après lavage final et séchage de la nappe). — Le cuir obtenu est soumis ensuite à un lavage dans une eau acidulée, pour éliminer soit les dernières traces de cuivre, soit les traces de soude et de potasse caustique, tandis que les sous-produits sont récupérés.

Les fibres découpées, amenées par les appareils à feutrer  $DD'$  peuvent être des fibres animales, végétales ou artificielles. Ces fibres s'appliquent dans la masse, et par la précipitation y prennent racine comme autant de ressorts microscopiques.

En procédant comme ci-dessus, on obtient un produit dur au toucher. Pour certaines applications, il faut cependant un produit plus souple, et alors on procède comme suit : on dissout dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, contenu dans un malaxeur, environ 6 à 10 % de cellulose. Après dissolution complète de cette cellulose on ajoute dans ce malaxeur, environ 3 à 5 % de fibres végétales ou plus (déchet de coton, pâte de bois, etc.) ; le tout est malaxé à basse température jusqu'à ce qu'on ait obtenu une masse homogène qui, chassée sous pression, passe par l'ouverture de distribution  $B$ . Dans une même opération on peut produire un cuir artificiel directement doublé de toile.

Suivant nos essais, cette machine peut marcher à une vitesse de 10—20 met. à la minute, et produire des pièces de 1,50 à 2 met. de largeur.

Sur cette même machine nous avons également fabriqué la *pellicule*, en employant des solutions parfaitement homogènes, à dissolution absolument complète de la cellulose, et après une filtration parfaite. Il faut éviter toutes les bulles d'air dans la masse, étendre en couche très uniforme et précipiter à fond par les alcalis, pour éviter des parties opaques et laiteuses dans la pellicule. Le produit présente une grande solidité et une élasticité remarquable,

et peut être employé avec le cuir artificiel, dans l'industrie de l'ameublement, pour tentures et décorations, pour le fin cartonnage, la reliure, la fabrication des fleurs artificielles, des transparents, en photographie, etc.

## La Récupération des Sous-Produits

I. La première récupération est celle du gaz ammoniac entraîné avec l'air qui produit l'oxydation dans la formation de l'oxyde de cuivre ammoniacal (voir ce chapitre). Ce gaz ammoniac est tout simplement récupéré dans l'eau, ou encore dans l'acide sulfurique concentré, sous forme de sulfate d'ammoniaque.

II. — La récupération du cuivre et de l'ammoniaque contenus dans les liquides précipitants — Suivant que l'on emploie l'acide sulfurique ou la soude et potasse comme liquides coagulants, il faut prendre des dispositions différentes pour retirer les sous-produits.

Voyons d'abord comment on récupère le cuivre et l'ammoniaque dans l'acide sulfurique ayant servi comme liquide précipitant :

Nous donnons au commencement du chapitre sur *le déchet* la manière de décuivrer les fils de soie provenant du rattachage de la filature. — L'eau acidulée chargée de cuivre et de sulfate d'ammoniaque, *ainsi que l'acide sulfurique affaibli, qui a servi à la précipitation dans la filature*, et qui est également chargé de cuivre et d'ammoniaque, sont envoyés par injecteur en plomb, ou par monte-jus dans de grands bacs en bois d'une contenance d'environ 25 mètres cubes. Dans ces bacs on récupère le cuivre en plongeant dans l'acide des barres de fer autant que possible dépourvu de rouille. Le cuivre se dépose alors sous forme de cuivre de cémentation, il est enlevé de temps en temps, séché et vendu dans cet état ; ou bien il peut être remployé dans la fabrication de l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Il s'agit maintenant de récupérer l'ammoniaque contenu dans l'acide affaibli, à présent séparé de son cuivre.

Il y a deux manières de procéder :

*a.* La plus simple est d'évaporer le liquide, par exemple dans un évaporateur Kestner, ou dans un simple bac doublé de plomb, muni d'un serpentín pour le chauffage à la vapeur. Le sulfate d'ammoníaque se dépose au fur et à mesure que l'évaporation se produit, et est vendu après séchage. — Avant d'évaporer, il est bon de soumettre le liquide à une filtration sommaire destinée à retenir les traces d'oxyde de fer, de cuivre et autres impuretés qui souilleraient le sel. Il est important de rapporter le plus exactement possible la quantité de sulfate d'ammoníaque obtenue à la quantité d'ammoníaque employée :

Un litre d'ammoníaque à 20 B<sup>e</sup> doit produire 870 gr. de sulfate. Le total devra s'obtenir en additionnant le produit des deux récupérations et le calcul devra se faire comme suit : établir au 1<sup>er</sup> du mois

A / La quantité de sulfate de la récupération aux colonnes à cuivre.

B / La quantité de sulfate d'ammoníaque dans les bacs à cémentation.

C / La quantité de sulfate d'ammoníaque produite par l'évaporateur.

D / La quantité d'ammoníaque dans les colonnes, malaxeurs, monte-jus et tuyaux.

Le contenu des tuyaux allant des monte-jus à la filature étant une constante, il importe de déterminer le contenu des autres appareils et réservoirs, ce qui se fait par exemple à l'aide d'une échelle graduée établie le long des niveaux d'eau.

*b.* Voici un autre procédé un peu plus compliqué : — On transvase environ 2 met. cubes de l'acide — ayant servi à la précipitation et dont on a extrait le cuivre — dans un réservoir gradué A, (Fig. 1, pl. 9) et ensuite dans un malaxeur B. On mélange à cet acide 60 kg. de sel ammoniac et 685 litres de chaux (de la chaux calcinée). L'addition de sel ammoniac au mélange a pour but de remplacer l'ammo-

niaque perdu pendant la fabrication (par la filtration, à la filature, au lavage et par les fuites des appareils), car ce n'est pas seulement la récupération de l'ammoniaque que nous proposons, nous voulons avec cette installation produire tout l'ammoniaque nécessaire dans l'usine. Du premier malaxeur *B*, le mélange s'écoule dans un grand malaxeur-réservoir *C* et est chassé de là à travers la colonne de distillation *D*. Un courant de vapeur *a* traverse de bas en haut le mélange qui coule lentement de haut en bas à travers *les chicanes* 1 et 2 (Fig. 7 pl. 9) de la colonne *D*. Le gaz ammoniac est ainsi entraîné avec la vapeur et arrive dans le condenseur *F* muni de serpentins réfrigérants 3,3. L'eau est par suite condensée et s'écoule pendant que le gaz ammoniac qui suit la conduite 4 est purifié dans une colonne à coke *G*, sort par le tuyau 5 et se condense dans le dernier condenseur à serpentins *E*, d'où il entre de nouveau dans la fabrication de l'oxyde de cuivre ammoniacal. *H* est une pompe rotative qui foule le mélange du malaxeur *C* dans la colonne de distillation *D*.

III. — Quand on coagule à la filature avec de la soude et de la potasse, on récupère avantageusement le cuivre par électrolyse et l'on évapore l'ammoniaque, tandis que le liquide retourne à la précipitation. — R. Linkmeyer a proposé dans son brevet français n° 353187 de récupérer une partie du cuivre, en introduisant des flocons de coton-cellulose dans le bain de précipitation; cette cellulose retiendrait le cuivre, et pourrait être employée pour la dissolution dans l'oxyde de cuivre ammoniacal.

Petit appareil pour obtenir et concentrer l'ammoniaque.

L'appareil représenté par la Fig. 2, pl. 9, sert à extraire l'ammoniaque des eaux ammoniacales, provenant des usines à gaz, ou des fabriques à ammoniaque.

Cet appareil se compose des pièces suivantes :

*A* chaudière, *B* condenseur, *C* réservoir, *D* bassins rafraîchisseurs avec surface d'absorption *E*.

Pour la fabrication on remplit  $1/3$  de la chaudière *A*

avec de l'eau provenant des usines à gaz et de la chaux calcinée pulvérisée ; on remplit ensuite aux  $\frac{2}{3}$  avec de l'eau propre chaque surface d'absorption *E*, puis on fait un petit feu sous la chaudière *A*, ou bien on la chauffe au moyen de vapeur. Les gaz amoniacaux s'échappent du liquide contenu dans la vapeur, passent par le tuyau 1 dans le serpentín du condenseur *B*, dans le réservoir *C* qui retient des parties de goudron, de là dans les vases d'absorption *D*, où le gaz est absorbé par l'eau qui s'y trouve.

Si l'on emploie du sel ammoniac, on le dissout dans l'eau, et l'on opère avec cette solution de la même manière qu'avec l'eau provenant des usines à gaz.

---



### CHAPITRE III.

## LA FABRICATION D'AUJOURD'HUI

### ET LES PROCÉDÉS PLUS RÉCENTS

---

#### PRÉPARATION DE LA CELLULOSE

---

Le premier procédé des « Glanzstoff-Fabriken » :

Quand le coton ordinaire est mis au contact du réactif de Schweitzer, il ne fait que se gonfler et ne se dissout qu'à mesure que le dissolvant agit chimiquement sur la fibre cotonneuse. Si cette opération se fait à la température ordinaire, la cellulose est suroxydée, et la solution ne peut plus être employée pour en filer de la soie. Si au contraire cette dissolution s'accomplit à une basse température, et si le cuivre et la cellulose sont employés dans une certaine proportion, les fils obtenus possèdent les propriétés physiques demandées. Mais cette solution ne s'accomplit que très lentement ; pour éviter cette perte de temps, on prépare la cellulose par des procédés préliminaires, de façon à ce qu'elle n'emploie pour se dissoudre qu'un temps relativement court. Par une oxydation prolongée de la cellulose avec une solution claire de chlorure de chaux, on arrive à un produit qui se dissout facilement jusqu'à 8 % dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Le fil formé de cette solution se laisse teindre avec des matières colorantes basiques et se comporte de ce chef comme une oxycellulose. Pour être plus sûr d'arriver à un bon résultat on emploie pour ces solutions de la cellulose hydratée auparavant. Ceci se fait simplement en traitant la cellulose dans un bain froid de soude caustique concentrée et en lavant ensuite la cellulose sodique dans l'eau pure. La cellulose ainsi traitée se dissout presque immédiatement dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, tenu à une basse tempé-

rature. On ajoute d'ordinaire à ces solutions un peu d'antimoine et de tannin. Ces substances astringentes ne sont nullement nuisibles au brillant du fil. On peut encore simplifier les procédés de dissolution, en traitant à une basse température de la cellulose hydratée dans une solution concentrée de soude caustique ; la cellulose sodique obtenue est ensuite traitée à froid par une quantité calculée d'un sel de cuivre, et le mélange est dissous directement dans l'ammoniaque.

Tandis que la cellulose hydratée est presque insoluble dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, elle se dissout avec une facilité extraordinaire dans ce même liquide, si elle a été hydratée préalablement, en la traitant d'abord dans une solution concentrée de soude caustique, et ensuite dans l'eau. Elle se dissout avec la même facilité, quand, en lui faisant subir l'hydratation, on la convertit en une hydrocellulose sodée, et que ce dernier produit est traité à froid par un sel de cuivre et d'ammoniaque.

LE PROCÉDÉ FREMERY ET URBAN : Les directeurs des Glanzstoff Fabriken Fremery et Urban décrivent longuement dans leur brevet belge un traitement préparatoire de la cellulose en vue de sa dissolution directe dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Ce brevet dit : « D'après notre invention nous parvenons à augmenter considérablement la sensibilité de la cellulose, à l'action des dissolvants directs par un traitement préparatoire énergique avec des agents de blanchiment, oxydants ou réducteurs, ou avec des agents chimiques tels que les sulfites, l'acide sulfureux, l'acide sulfurique, une solution de soude, une solution de soude et de sulfure de carbone ; la cellulose pouvant alors être transformée en hydrocellulose, comme pendant le traitement avec des acides minéraux faibles, ou par un procédé de parchemination.

Nous obtenons notamment la dissolution de la cellulose dans les dissolvants connus, non seulement en un temps beaucoup plus court, mais encore dans une proportion au-delà du double. L'exemple suivant fera clairement com-

prendre notre procédé. Si l'on traite le coton du commerce nettoyé et non blanchi, ou blanchi faiblement, par exemple de la ouate dégraissée, avec une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal, on ne parvient pas à mettre en solution une proportion de plus de 3 à 4 % de cette cellulose ; d'autre part la dissolution exige une durée de plusieurs jours. Si l'on soumet le même coton à un blanchiment préparatoire énergique, c'est-à-dire si on le laisse exposé par exemple pendant une durée de 12 à 18 heures, à l'action d'un bain de blanchiment qui contient par litre 15 grammes de chlorure de chaux, le coton ainsi traité se dissout, après lavage et séchage, dans une même solution d'oxyde de cuivre ammoniacal dans une proportion de 10 % et plus, et cela dans un laps de temps de quelques heures. Si l'on procède à un blanchiment plus énergique, on obtient par exemple par la dissolution dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, non plus une masse visqueuse et gluante, mais un produit liquide qui n'est pas approprié au traitement industriel ultérieur de la solution cellulosique pour la fabrication de la soie artificielle. L'action du bain de blanchiment dépend de sa teneur en agents oxydants ou réducteurs, ainsi que de la durée pendant laquelle elle s'exerce. Elle n'est pas la même pour les différentes sortes de cellulose. En effet, tandis que par exemple, un bain de blanchiment relativement faible produit déjà l'effet voulu sur le coton, la fibre de ramie exige un traitement plus énergique. La cellulose qui a été soumise par le traitement au moyen de l'acide sulfurique concentré au procédé de parchemination, et qui est désigné généralement sous le nom d'amyloïde, se dissout dans l'oxyde de cuivre ammoniacal dans une proportion beaucoup plus élevée que la cellulose qui n'a pas été préparée dans ces conditions. Ainsi, par exemple, le papier parchemin produit au moyen de l'acide sulfurique, ou du chlorure de zinc, se dissout dans une proportion de 10 % et au-dessus. Une solution d'amyloïde de cette nature peut servir pour la fabrication de la soie artificielle au même titre qu'une solution de cellulose. Nous avons constaté ainsi que l'hydrocellulose se dissout dans une proportion

aussi élevée que la cellulose préparée par un blanchiment énergique. On peut obtenir notamment cette hydrocellulose en traitant de la cellulose pure dégraissée, par exemple de la ouate, avec de l'acide sulfurique à 3 %, en pressant et en laissant sécher au contact de l'air sans laver ; on procède ensuite à un séchage complet à 40 degrés, on lave et on fait sécher de nouveau.

Nous ne mentionnons ici que l'un des différents moyens propres à opérer la transformation de la cellulose en hydrocellulose. L'application de la cellulose parcheminée est d'autant plus avantageuse que la parchemination a été plus parfaite, c'est-à-dire suivant que la cellulose a été plus complètement transformée en une matière amorphe et transparente. La cellulose sulfitique et la cellulose sodique obtenues par le traitement au moyen d'une solution de sulfite ou d'une solution de soude se dissolvent également dans une proportion beaucoup plus élevée que la cellulose naturelle.

Le traitement préparatoire visé d'après la présente invention, par exemple, le blanchiment énergique décrit ou la parchemination, paraît produire dans une certaine mesure une sorte d'épanouissement de la cellulose, déterminé généralement par la destruction de la cuticula, qui enveloppe la cellulose naturelle, de sorte que la cellulose entre alors en réaction directe avec le dissolvant employé. Ce traitement préparatoire doit être conduit de préférence de façon à amener la destruction complète des substances étrangères qui accompagnent la cellulose, sans qu'il se produise une décomposition fondamentale de la molécule cellulosique.

Nos expériences nous ont encore démontré que la cellulose chimiquement pure, telle qu'elle est séparée de la solution par exemple dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, se redissout dans une proportion aussi élevée que la cellulose préparée dans les conditions décrites. »

LE PROCÉDÉ FOLTZER (Brevet français 345.687) :

« Procédé industriel pour la fabrication d'une cellulose hydratée, se dissolvant en moins de 24 heures, à froid, jusqu'à 10 % dans un dissolvant direct. Avec ces dissolutions de cellulose on obtient, à froid et sous une pression qui n'atteint pas deux atmosphères, un produit de soie artificielle, remplissant toutes les conditions textiles exigées : la soie fine, souple, brillante et égalant, comme résistance, la soie naturelle, à condition toutefois de ne pas être chargée d'eau. A cet effet, des fibres de coton ordinaire (ou autres substances végétales à base de cellulose, broyées, défibrées ou réduites en pâte), sont traitées avec une solution de carbonate de soude et de soude caustique, dans la proportion suivante (ou se rapprochant de cette proportion) : 100 kil. grammes de coton pour 1000 litres de solution, dans laquelle entrent 30 kg. de carbonate de soude et 50 kg. de soude caustique. La solution et le coton se trouvent dans un réservoir hermétiquement clos. Les fibres de coton sont retenues en couches entre des grillages ou tôles perforées, tandis que la solution, portée à une température se rapprochant de 119 degrés centigrades, et sous pression de 1/2 atmosphère, est aspirée et refoulée par une pompe rotative qui lui imprime une circulation continue. Cette solution traverse les couches de coton pendant tout le temps de la cuisson, qui dure environ 4 heures. Il est avantageux d'adapter, à cette chaudière ou réservoir, un réchauffeur à serpentin dans lequel on fait passer la solution pendant la circulation pour la tenir à une température à peu près constante. Cependant, ce n'est pas la disposition des appareils qui fait l'objet de la présente invention mais bien le procédé lui-même, le pourcentage des agents chimiques qui entrent en jeu, le temps de l'opération, les températures et pressions pendant la cuisson.

La proportion de 100 kg. de coton pour 1000 litres de solution n'est pas une constante invariable ; elle varie, au contraire, suivant que la constitution de la fibre se rapproche plus ou moins de la cellulose pure. Quand on emploie pour cette fabrication du bois, ou toute autre substance végétale à base de cellulose, il faut établir la

proportion de cellulose qui entre dans la constitution de la matière à employer et l'on détermine ainsi le nombre de kilogrammes de cette matière à traiter dans ladite solution de 1000 litres. Pour trouver cette proportion, on se base sur 100 kg. de coton constitué de cellulose à peu près pure, pour 1000 litres de la solution citée plus haut.

Il est avantageux que la cellulose, au moment où elle est mise en contact avec le dissolvant, ait une teneur en eau d'au moins 12 à 15 %, car de cette manière le dissolvant agit plus rapidement. L'humidité contenue dans l'atmosphère ambiante a déjà une certaine influence sur la durée de la dissolution. »

## La Dissolution de la Cellulose et la Préparation des Liquides dissolvants

Nous donnons ici le brevet DESPEISSIS, qui forme la base fondamentale et résume en quelque sorte la fabrication de la soie artificielle d'après le procédé au cuivre. C'est autour du brevet Despeissis et du brevet Pauly, dont le premier est dans le domaine public, et le second entre les mains des Glantzsoff Fabriken que se sont déroulés les procès les plus retentissants. On a discuté sur quelques degrés de température, de concentration etc.. Enfin le dernier de ces brevets, en date du 1<sup>er</sup> Décembre 1897, ne reste plus en vigueur que pendant trois ans ; cette fabrication deviendra alors une industrie plus ordinaire et plus répandue, vu que plusieurs procédés importants de perfectionnement se trouvent entre les mains des particuliers. Quoi qu'il en soit, il est bien remarquable que l'inventeur Despeissis soit, en se basant sur des essais de laboratoire, arrivé à donner dans son brevet, une idée aussi juste et aussi complète d'un procédé industriel, et à laisser entrevoir même la fabrication de nouveaux produits similaires.

LE PROCÉDÉ DESPEISSIS (Brevet français 203.741 du 12

Février 1890. De Louis-Henri Despeissis ; d'après J. Persoz, (*Rev. Gén. Mat. Col. N° 27, P. 86-89*).

### Nouveau procédé de fabrication de la soie artificielle

Le nouveau procédé de fabrication de la soie artificielle décrit dans le présent brevet diffère essentiellement de tous ceux qui ont été proposés jusqu'à ce jour par la nature des produits employés, par les réactions chimiques sur lesquelles il est basé, et par les résultats auxquels il permet d'arriver.

On a proposé jusqu'à ce jour, différentes méthodes pour la fabrication d'un filament artificiel ayant l'apparence de la soie et susceptible d'être filé et tissé. Ces méthodes sont toutes basées sur l'emploi de la nitrocellulose (pyroxyle ou coton poudre) dissoute soit dans un mélange d'éther ou d'alcool, de façon à former un collodion soit dans l'acide acétique cristallisable, soit dans tout autre produit possédant les qualités dissolvantes nécessaires. Il est à peine besoin de faire ressortir les inconvénients sérieux et multiples que présentent ces procédés qui ont le tort de reposer sur la mise en œuvre d'un corps d'une manipulation éminemment dangereuse, tel que le pyroxyle.

Les filaments de soie artificielle que l'on peut obtenir par leur intermédiaire, sont nécessairement très inflammables et exigent une série de traitements chimiques dont le but est de leur enlever autant que possible ce caractère d'inflammabilité ; mais ce résultat ne peut être atteint que partiellement, et une partie de l'acide nitrique employé à la fabrication du pyroxyle reste toujours combinée à la substance produite. De là la nécessité de lui adjoindre d'autres corps ayant des propriétés contraires d'incombustibilité, tels que des sels (phosphates, silicates, sels d'aluminium, etc.) ou de la gélatine, etc.

Ces corps à leur tour réagissent d'une façon nuisible sur la qualité des produits fabriqués, sans parler des complications qu'ils entraînent dans la fabrication.

Dans le nouveau procédé de fabrication qui fait l'objet

du présent brevet, l'emploi du pyroxyle est complètement évité. La matière première se compose de cellulose pure (coton, paille, fibre de bois, etc.). Cette cellulose est dissoute dans la liqueur cupro-ammoniacale (réactif de Schweitzer cupraté d'ammoniaque) et la solution ainsi obtenue est emmagasinée dans un réservoir d'où on la fait sortir sous pression par des orifices capillaires dont l'ouverture est déterminée de façon à donner au jet liquide le diamètre voulue d'après le degré de ténuité que l'on désire communiquer à la fibre à laquelle il donne naissance par sa coagulation.

Au sortir de ces orifices capillaires, le jet liquide visqueux de cellulose dissoute dans la liqueur de Schweitzer traverse un bain chimique spécial tel qu'acide chlorhydrique étendu d'eau, acide sulfurique dilué, acides acétique, oxalique, tartrique ou citrique faibles, alcool, acide phénique ou tannique dilué, etc., etc., dont l'action est de coaguler instantanément la cellulose en solution et de la convertir en fibre solide tout en lui enlevant une partie du cuivre et de l'ammoniaque qui l'accompagnent par entraînement. De là, au moyen d'un système quelconque de poulies, de bobines, de tambours, ou tout autre mode d'entraînement mécanique, la fibre passe dans un bain d'acide chlorhydrique assez long pour que la presque totalité du cuivre et de l'ammoniaque soit enlevée par action chimique.

L'acide chlorhydrique transforme la liqueur de Schweitzer en chlorure de cuivre et en chlorhydrate d'ammoniaque, corps éminemment solubles qui se séparent facilement du filament, lequel reste alors composé de cellulose pure.

Le bain d'acide chlorhydrique dilué peut être remplacé par tout autre bain chimique dont l'action serait également de donner des composés solubles de cuivre et d'ammoniaque en vue de leur séparation d'avec le filament. On pourrait également faire usage d'un simple bain d'eau chaude, ou pour activer l'action, faire passer le filament sur de petites poulies ou de petits supports en platine ou en charbon, reliés au pôle positif d'une pile galvanique ou de toute autre



source d'électricité. Le pôle négatif serait en connexion électrique avec des plaques de cuivre ou de tout autre métal, plongeant également dans le bain.

Par l'action de l'électrolyse, le cuivre et l'ammoniaque se porteraient sur ces plaques, où le cuivre se déposerait à l'état métallique et serait ainsi régénéré. Dans le cas où l'action électrolytique ne serait pas employée, la récupération du cuivre mis en œuvre au cours du procédé, peut également se faire par précipitation dans les bains où il serait resté en solution.

Une fois que le filament de soie artificielle ainsi obtenu a été bien purifié par ces lavages méthodiques, on lui fait traverser une étuve chauffée ou un tube dans lequel souffle un courant d'air chaud qui lui enlève son humidité et le dessèche au degré voulu. Il ne reste plus alors qu'à l'enrouler sur des tambours ou bobines où il est emmagasiné d'une façon continue et de la longueur que l'on désire, et d'où on le retire ensuite pour former des écheveaux qui sont prêts à subir, par la suite, toutes les opérations auxquelles on soumet le fil de cocon ordinaire pour l'utiliser à la teinture, au filage et au tissage.

Dans le but de rapprocher encore plus la composition de la soie artificielle ainsi obtenue de celle de la soie naturelle, laquelle contient une certaine proportion de produits azotés, on peut additionner la solution de cellulose dans la liqueur de Schweitzer d'une certaine proportion de substances d'origine animale, telles que : albumine, déchets ou bourre de soie, etc. . . Ces substances entrent également en solution et s'incorporent d'une façon intégrante avec le filament produit par la suite.

On peut aussi faire passer simplement le filament au sortir de son dernier bain de lavage dans une solution d'albumine très diluée dans l'eau.

Pour activer la dissolution de la cellulose dans la liqueur de Schweitzer, il est bon de la bien débarrasser au préalable des matières grasses ou résineuses qui pourraient l'accompagner ; de l'amener à un grand état de division et

d'agiter souvent le mélange. Une fois la solution préparée on la filtre sur du sable ou sur de l'amiante, de façon à retenir les parties non dissoutes et elle est alors prête à être mise en œuvre.

Le procédé de fabrication de soie artificielle qui est décrit dans le présent brevet peut aussi être étendu au traitement des fils et des toiles de coton, de lin, de ramie, de chanvre, ou de tout autre textile composé de cellulose, de façon à leur donner l'apparence de la soie.

Dans ce but, les fils devant servir ensuite au tissage où les toiles toutes tissées, passent dans un bain composé de liqueur de Schweitzer et leur vitesse de translation est réglée de telle sorte que leur surface soit attaquée à une profondeur variable suivant le cas. Les fils et tissus passent immédiatement de là, dans un bain de coagulation déjà décrit, puis dans les bains d'épuration et de lavage pour être ensuite desséchés.

Ils présentent alors l'apparence de la soie.

Le papier peut également être ainsi traité.

En résumé :

La présente description revendique, en vue d'en faire l'objet d'un brevet, les points principaux énumérés ci-dessous :

1° Pour la fabrication d'un filament textile, l'emploi de la cellulose pure dissoute dans la liqueur de Schweitzer.

2° Pour la fabrication d'un filament textile, l'emploi de la cellulose pure dissoute dans la liqueur de Schweitzer et coagulée sous forme de fibre, par l'acide chlorhydrique dilué ou tout autre produit ayant la même action.

3° Pour la fabrication d'un filament textile, l'emploi de la cellulose pure, dissoute dans la liqueur de Schweitzer, coagulée sous forme de fibre, par l'acide chlorhydrique dilué, ou tout autre produit ayant la même action et traitée dans des bains chimiques, dans l'eau chaude, ou par l'électrolyse, dans le but d'enlever au filament le cuivre et l'ammoniaque qu'il contient encore.

4° Pour la fabrication d'un filament textile, la production d'une fibre, d'après les procédés qui viennent d'être énumérés, et à laquelle a été incorporée une certaine quantité de substances animales telles que les déchets ou la bourre de soie, l'albumine, etc., en vue de rapprocher sa composition chimique de celle de la soie naturelle et de lui donner plus ou moins de brillant.

5° Pour le traitement des fils de coton, de lin, de chanvre, de ramie, etc. devant servir au tissage, ou des toiles déjà tissées de ces mêmes produits, ou du papier, le passage dans la solution de Schweitzer, la coagulation et le lavage dans une série de bains analogues à ceux déjà décrits.

Le tout ainsi qu'il a été spécifié au cours de la présente description.

Le procédé du D<sup>r</sup> PAULY (Brevet français 272.718, Déc. 1897). Ce procédé consiste à dissoudre la cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. — On dégraisse la cellulose dans une solution alcaline étendue, on la sèche ensuite soigneusement et on la dissout dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Cet oxyde de cuivre ammoniacal peut être obtenu par l'oxydation que provoque un courant d'air sur du cuivre métallique en présence d'ammoniaque ; éventuellement sous addition d'un métal électro-négatif et non soluble, comme par exemple le platine, ou bien en employant un courant électrique. Dans ce procédé on peut remplacer l'air par l'oxygène pur. Il y a avantage à se servir d'une solution contenant au moins environ 15 gr. de cuivre et environ dix fois plus de gaz ammoniac par litre. On dissout ensuite environ 45 gr. de cellulose ou un peu plus par litre d'oxyde de cuivre ammoniacal. Il faut à peu près 8 jours pour que la dissolution soit complète. Comme la solubilité de la cellulose dans l'oxyde de cuivre diminue d'une part avec l'augmentation de la température et comme d'autre part la décomposition de cette même cellulose avance rapidement quand la température s'élève, il est utile de refroidir les réservoirs à dissolution. Pour pouvoir utiliser dans la fa-



brication de la soie artificielle cette solution préparée à basse température, il est nécessaire qu'elle soit bien homogène, et doit à cet effet être au préalable filtrée soigneusement. Pour cette filtration on peut employer des tissus en laine, du fulmicoton ou du sable, et opérer avec des filtres à cadres ou desessoreuses. La solution est pressée ensuite à travers des ouvertures très fines dans un liquide précipitant qui dégage la cellulose, par ex. de l'acide acétique. La cellulose ainsi préparée est enroulée sur un cylindre (grosse bobine) tournant par ex. dans un bain étendu d'acide acétique. Quand le fil est ainsi décuivré et qu'il ne contient plus d'ammoniaque, on le dévide, et on le sèche dans une même opération par un courant d'air chaud, ou des cylindres chauffés, pour le bobiner ensuite, tandis que le cuivre et l'ammoniaque sont récupérés dans l'acide acétique. On peut dissoudre avec la cellulose des déchets de soie naturelle ou ajouter à la dissolution des substances qui augmentent la densité, le brillant et la résistance du fil, ce qui ne fait pourtant pas partie de la revendication de la présente invention.

La Cour de Leipzig (Reichsgericht) a reconnu à la Glanzstoff-Fabrik d'Elberfeld le monopole de fabrication et de vente en Allemagne de la soie au procédé Pauly, qui revendique l'emploi *de la cellulose pure* pour ses dissolutions à basse température dans l'oxyde de cuivre ammoniacal; quoique Despeissis disait déjà en 1890: *la présente description revendique, pour la fabrication d'un filament textile, l'emploi de la cellulose pure dissoute dans la liqueur de Schweitzer.*

Nous pensons que la *cellulose pure* n'est pas absolument indispensable, quand on procède comme suit: Partant du *décreusage* ou procédé de préparation du coton dans le but de le dégraisser dans un bain de soude caustique, et en mettant en pratique le fait connu, que l'addition d'une quantité déterminée de soude caustique, à la liqueur de Schweitzer facilite considérablement la dissolution de la cellulose, on peut opérer de la manière

suivante. Le coton du commerce non épuré, c'est-à-dire duquel la cuticula etc., n'a pas été séparée, est traité dans une lessive caustique, pour être dissout immédiatement après, et sans être exprimé ou lavé, Il suffit de rapporter la teneur en alcali à la proportion la plus avantageuse pour faciliter la dissolution dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. — Ainsi ce n'est plus de la cellulose pure qui est employée pour la dissolution, mais tout ce qui n'est pas cellulose pure reste dans le liquide dissolvant, pour être simplement retenu dans les filtres-presses; au lieu d'être séparé de la cellulose et de rester dans les bains de décreusage et de lavage, comme le revendique — après Despeissis — le Dr Pauly.

LE PROCÉDÉ des GLANZSTOFF - FABRIKEN (Brevet allemand n° 115.989 kl. 12. du 11 Janvier 1900).

La préparation de solutions d'oxyde de cuivre, contenant plus de cuivre et moins d'ammoniaque que les solutions ordinaires, s'obtient en refroidissant le métal des récipients ou cylindres contenant le cuivre par un courant d'air froid, et en réduisant la température entre 0° et + 5° C. Cette basse température s'obtient surtout quand on entoure ces tubes à cuivre d'une double enveloppe dans laquelle circule un liquide réfrigérant. La solution ainsi obtenue doit se conserver à froid; quand elle dépasse une température de + 5° elle se décompose et le contenu du cuivre dissous se réduit à environ 2 — 2,5 %.

LE PROCÉDÉ LINKMEYER (Brevet français 346.722).

Le coton est d'abord plongé dans une faible solution d'oxyde de cuivre ammoniacal, dans laquelle la fibre se ramolit et se gonfle. Après ce traitement préalable la cellulose se dissout très rapidement dans une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal plus concentrée, même à la température de 10—15 ° C. et sans réfrigération. Il a été remarqué encore qu'une partie de l'ammoniaque se dégage pendant la dissolution du coton; ce gaz ammoniac est enlevé des malaxeurs à dissolution par aspiration ou courant d'air, et peut être immédiatement récupéré dans l'eau. —

Exemple : 7 gr. de cellulose blanchie et dégraissée sont plongés dans 150—180 centimètres cubes d'une solution qui contient environ 9 gr. de cuivre et 90 gr. d'ammoniaque par litre. L'action de la solution sur la cellulose doit durer une heure ; après ce laps de temps le coton est retiré, exprimé et dissous dans 100 gr. d'oxyde de cuivre ammoniacal, contenant 16—18 gr. de cuivre et 250 gr. d'ammoniaque par litre. La dissolution s'accomplit en très peu de temps, surtout si on y ajoute (comme nous l'avons d'ailleurs mentionné dans notre 1<sup>re</sup> édition — 1903) quelques gouttes d'une solution de soude caustique.

LE PROCÉDÉ de la SOC. ANONYME SOIERIES NOUVELLES  
de BRUXELLES (Brevet allemand n° 186 880)

Ce brevet donne un dispositif nouveau pour la préparation industrielle de l'oxyde de cuivre ammoniacal. (*fig. 1, pl. 12*). L'air ayant servi à l'oxydation et sortant par le haut des tubes à cuivre 1 est reçu dans un condenseur 5 (cylindre à coke avec pulvérisateur) où le gaz ammoniac entraîné est retenu dans l'eau. Cette eau ammoniacale passe ensuite par l'injecteur 6 et le tuyau 7 dans un second récipient 8 où elle tombe sous forme de pluie fine à travers un courant d'air qui monte par le tuyau 9, se charge d'ammoniaque, et qui est conduit par les tuyaux 10 et 13 et par le grand injecteur 11 dans le bas du cylindre à cuivre 1 pour continuer la réaction. L'oxyde de cuivre ammoniacal en formation est constamment tenu en mouvement à l'aide de l'injecteur 11 et par les tuyaux 12 et 13. Par suite de cette combinaison on arrive plus rapidement à la concentration voulue de la solution.

*Légende explicative* : 2, 3 et 4 — tuyaux et robinet de sortie de l'air et du gaz ammoniac, allant du récipient 1 au condenseur 5.

14 — tôle perforée sur laquelle repose le cuivre métallique.

15 — serpentín de réfrigération.

16 — niveau de l'oxyde de cuivre ammoniacal, un peu

au-dessus du tuyau de sortie de solution 12.

17, 18 et 21 — circulation de l'eau de condensation, allant du récipient 8 vers le condenseur 5, où elle se charge d'ammoniaque.

19 — sortie de l'air ayant servi à l'oxydation.

20 — arrivée de la vapeur dans l'injecteur 6 ; cette vapeur facilite en même temps le dégagement du gaz ammoniac dans le récipient 8.

LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE pour la FABRICATION des MATIÈRES PLASTIQUES à PARIS donnait déjà en 1899 par le brevet anglais *J. Chaubert* (n° 145 25) un procédé ayant quelque ressemblance avec celui des Soieries Nouvelles de Bruxelles avec cette différence qu'on arrive à travailler sans réfrigérer, et sans que la solution se décompose, en produisant la réaction dans un liquide complètement saturé d'ammoniaque.

LE PROCÉDÉ PRUD'HOMME (Brevet français 344.138). — Maurice Prud'homme fait connaître un procédé intéressant pour la préparation de liqueurs alcalines de cuivre, donnant des solutions concentrées et filables de cellulose, et pouvant améliorer l'aspect et le toucher des fils et des tissus de coton.

La solution ammoniacale de cuivre, préparée par un procédé quelconque, acquiert des propriétés très particulières, quand on l'additionne de soude ou de potasse caustique, en proportions convenables. La quantité de soude ou de potasse, qu'on peut ajouter, sans déterminer de précipité, à la solution ammoniacale limpide, de sulfate de cuivre par exemple, dépend du poids du sulfate de cuivre, de la quantité d'ammoniaque employée et de la concentration de celle-ci. Elle ne semble pas pouvoir dépasser les proportions de deux molécules d'alcali caustique, pour une molécule de sulfate de cuivre. La liqueur sera, par exemple, composée de la façon suivante :

10 grammes de sulfate de cuivre cristallisé, sous un volume de 30 centimètres cubes.

80 à 100 centimètres cubes d'ammoniaque à 21 B<sup>e</sup>.  
13 grammes de potasse à 36 ° B<sup>e</sup> (ou 9 grammes de soude à 40° B<sup>e</sup>).

On peut mélanger la solution de sulfate de cuivre et l'ammoniaque, puis ajouter la soude ou la potasse ; ou bien mélanger l'ammoniaque avec la soude ou la potasse et faire agir le mélange sur la solution du sel de cuivre. Mais il ne faut pas précipiter le sel de cuivre par la soude ou la potasse, et traiter le précipité par l'ammoniaque.

Les propriétés des solutions ainsi préparées sont les suivantes :

1° Elles dissolvent la cellulose presque instantanément et en quantité considérable (4 fois le poids du cuivre-métal renfermé dans la liqueur). La quantité de cellulose dissoute est d'autant plus grande que la proportion d'alcali caustique est plus proche du chiffre de deux molécules, pour une molécule de sel de cuivre. Elle augmente aussi avec la concentration de l'ammoniaque et est plus forte, si l'on a employé de l'ammoniaque à 28° B<sup>e</sup>, en quantité équivalente, au lieu de l'ammoniaque à 21° B<sup>e</sup>. Ces solutions de cellulose sont bien homogènes et d'une viscosité convenable, pour pouvoir être filées en soie artificielle. La présence dans le réactif d'un léger précipité, dû à un faible excès d'alcali caustique, n'empêche pas la dissolution de la cellulose, mais les solutions sont moins filantes.

2° La dissolution de la cellulose est facilitée par l'abaissement de température du dissolvant, obtenu au moyen d'une machine frigorifique.

3° Les fils de coton plongés peu de temps (1 à 2 minutes) dans la solution ammoniacale de cuivre, additionnée de soude ou de potasse caustique en proportions convenables, se gonflent et prennent l'aspect parcheminé. Après lavage, passage en acide étendu, second lavage et séchage, on constate qu'un tissu de coton n'a pas subi de retrait, et reprend par l'étirage à sec ses dimensions primitives. Il n'est donc pas mercerisé. Le grain du tissu est devenu, par suite du gonflement de la fibre, plus fin, plus serré et plus



brillant, en même temps que le tissu prend un toucher et un craquant particulier.

Si la liqueur de cuivre est très concentrée, ou le contact du tissu avec elle trop prolongé, la fibre est fortement attaquée et se déchire facilement, mais il n'y a pas formation d'oxycellulose, car le bleu méthylène teint moins fortement la fibre ainsi altérée que la fibre primitive.

**LE PROCÉDÉ BERNSTEIN** (Brevet américain 798.868). On mélange environ une once d'hydroxyde de cuivre, 2 livres d'ammoniaque liquide, 2 onces de cellulose et environ 10 % du liquide que l'on obtient en faisant bouillir de la soie écrue. Ce mélange s'étant fait à froid on chauffe lentement. Après 3 heures, on obtient une dissolution complète et homogène qui est pressée par des ouvertures fines dans de l'acide acétique à environ 80 %. Les fils sont enroulés sur bobine et subissent un dernier traitement.

D'après un autre procédé (Brevet amer. 712 756). Henry Bernstein, de Philadelphie, obtiendrait même de la soie artificielle d'un simple mélange de 6,5 parties de gélatine et de 3 parties d'un liquide qu'on obtient en faisant bouillir de la soie écrue. Avant d'être filable, ce mélange serait porté pendant 1 heure à la température de 50 ° C.

## **LES LIQUIDES PRÉCIPITANTS**

### **le Décuivrage, le Lavage et le Séchage des Fils**

Nous avons vu que déjà Despeissis indiquait dans son brevet comme liquides précipitants, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, les acides acétique, oxalique, tartrique, citrique ou phénique, l'alcool, etc..

Dans la suite, d'autres inventeurs ont déposé des brevets dans lesquels ils revendiquent en somme les mêmes liquides précipitants, en donnant des indications précises sur les degrés de concentration, sur la température, etc., et en y ajoutant par ex. de la glycérine ; ou du sel de cuisine pour les bains alcalins.

LE PROCÉDÉ GLANZSTOFF (Brevet allemand 125.310, kl. 29 b., du 19 Oct. 1900). Il est connu que les acides précipitent la cellulose dissoute dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, en décomposant le liquide dissolvant. On n'avait cependant pas reconnu jusqu'à présent que la nature de l'acide à employer et son degré de concentration étaient d'une grande importance pour la qualité du fil à obtenir. Parmi tous les acides proposés, l'acide sulfurique peut être employé avec avantage, vu son bas prix. En employant par exemple de l'acide sulfurique de 10—20 % on n'obtient qu'une précipitation incomplète de la cellulose. On dirait que le fil a subi une décomposition partielle, il se déchire plus souvent à la filature, et manque de solidité et de souplesse après séchage. La précipitation se trouve dans des conditions autrement avantageuses pour le fil, quand on emploie de l'acide sulfurique entre 30—65 %. Les meilleurs résultats sont obtenus avec de l'acide sulfurique à 50% à la température ordinaire. Nous nous réservons donc l'emploi de l'acide sulfurique entre 30 — 65 % comme liquide précipitant.

D'après un autre procédé (Brevet allemand 167.567), les Glanzstoff Fabriken prétendent fabriquer des produits cellulosiques en précipitant par l'acide sulfurique à la sortie des capillaires, et en faisant directement tourner les bobines, sur lesquelles s'enroulent les fils, dans un bain concentré de soude caustique.

On lave ensuite, on décuivre et on sèche sous tension. Nous ne voyons pas du tout comment on pourrait travailler de cette manière, sans opération intermédiaire, car il ne nous semble pas possible qu'un fil précipité dans l'acide sulfurique à 30—65 % puisse être conduit directement dans un bain de soude caustique concentrée sans perdre aussitôt toutes ses qualités essentielles. Enfin les Glanzstoff-Fabriken semblent s'être tirées d'affaire en achetant un peu plus tard le brevet des Farbwerke de Meister Lucius et Brunig à Hoechst, que nous donnons un peu plus loin.

LES PROCÉDÉS R. LINKMEYER (Brevets français 347.960

et 350.888). Cet inventeur précipite également à l'acide sulfurique et lave directement dans la soude ou potasse caustique; mais ici c'est plus compréhensible, vu que Linkmeyer ne coagule que superficiellement ses fils dans un bain faible d'acide sulfurique de 1 ou 2 %, ce qui lui permet de précipiter ensuite directement et définitivement dans un liquide plus concentré de soude ou de potasse caustique de 10—40° B<sup>e</sup>.

Linkmeyer dit dans un autre procédé, plus important : Si au lieu de coaguler à l'acide, on précipite les fils dans un bain alcalin, la soie obtenue n'est plus laiteuse et mate à l'état humide, mais bien transparente comme le verre, déjà brillante avant le séchage, et plus solide que le fil précipité dans un bain acide. Quand ces fils sont décuivrés, lavés et séchés, ils présentent une résistance et un brillant qui n'ont jamais été obtenus par les autres liquides précipitants connus.

*La Société générale de la soie artificielle Linkmeyer* est plus tard revenue à la précipitation par l'acide sulfurique. (Brevet français 356.402) On avait remarqué qu'une dissolution de cellulose de 5 % à laquelle on avait soustrait tout le gaz ammoniac qui se dégage sans provoquer une précipitation prématurée de la cellulose se laissait avantageusement transformer en fils de soie, dans un bain de précipitation à l'acide sulfurique de 10 — 20 % sans qu'il y ait décomposition partielle de la cellulose, comme c'est indiqué dans le brevet allemand 125.310. Le décuivrage se fait alors beaucoup plus rapidement, vu que les fils ne contiennent plus qu'une faible quantité d'ammoniaque.

D'après le brevet français 352.528 Linkmeyer n'enroule plus sa soie sur bobines à la machine de filature, mais la reçoit dans un cylindre qui tourne sur lui-même, et dans lequel les fils se déposent en spirales hélicoïdales. Le décuivrage se fait sous tension, en faisant même agir une tension supplémentaire sur le fil (Brevet français 357.837).

LE PROCÉDÉ FOLTZER et VERMEESCH (Brevet belge 181.525). Suivant nos essais, la cellulose se précipite sous

forme de fils soyeux et brillants quand on emploie comme liquide précipitant de la soude caustique en solution, au lieu d'employer les acides chlorhydrique, sulfurique, acétique, oxalique etc.. Les fils obtenus par cette méthode ont pour caractère spécial, non seulement de ne pas se laisser altérer par l'eau, mais encore de présenter une résistance dynamométrique plus grande. Nous obtenons donc de cette façon de la soie lavable. Les meilleurs résultats s'obtiennent à l'aide d'une solution de soude caustique variant entre 35—45 %. La libération de la cellulose par cette méthode se fait non par combinaison chimique entre les liquides dissolvants et précipitants mais par déshydratation, et la cellulose ainsi obtenue est absolument naltérée, d'où ses grandes qualités comme fibre textile.

LE PROCÉDÉ des « FARBWERKE vorm. MEISTER LUCIUS et BRUNING à HOECHST a M. » Brevet français 350.220). On introduit la dissolution de cellulose à travers un capillaire dans un liquide alcalin coagulateur, se trouvant à la température ordinaire, par ex. dans une solution de soude caustique à 40 %, qui précipite l'hydrocellulose. Le fil obtenu est enroulé sur bobine, lavé sous tension par ex. avec de l'acide sulfurique à 12 %, et séché ensuite. Une solution de soude caustique à 4 % précipite déjà le fil, mais il semble qu'un liquide précipitant plus concentré donne un fil plus résistant.

Nous pensons que ces différents brevets de coagulation par les lessives caustiques — y compris le nôtre — ne donnent rien de bien nouveau, vu qu'il est dit — avec formules à l'appui — dans Wurtz, dictionnaire de chimie, Paris 1870, tome 1<sup>er</sup>, p. 779, que *les alcalis donnent lieu à des précipités de cellulose cuprique, c'est-à-dire renfermant du cuivre.*

Voyons maintenant quels sont les procédés mécaniques et dispositifs nouveaux qui ont été proposés, ou qui ont reçu une application industrielle :

On a cherché à remplacer les filières en verre par un dispo-

sitif, dans lequel on pressait la cellulose à travers un tuyau ayant la forme d'une pomme d'arrosoir, et percé d'un nombre déterminé d'ouvertures capillaires. Ce dispositif permet de donner au fil en formation un commencement de torsion à la filature, en vue de faciliter le dévidage qui suit.

Le constructeur Mertz est l'inventeur d'une filière qui porte son nom, et qui devait remplacer les distributeurs à capillaires, mais que nous n'avons jamais vue fonctionner. La filière Mertz a plusieurs orifices capillaires, pour la sortie du liquide à la filature, de sorte que chaque filière doit fournir un certain nombre de brins, pouvant être réunis en un fil de soie unique et s'enroulant sur un dispositif renvideur quelconque. Une semblable filière multiple est constituée par un culot, ayant la forme d'un tronc de cône ou de pyramide (*fig. 11 et 12 pl. 2*) et pourvu à son pourtour d'entailles, se terminant en conduits capillaires. Les conduits capillaires de cette filière ont l'avantage de pouvoir être nettoyés très facilement, par exemple en retirant le culot de son enveloppe et en le nettoyant à l'aide d'une brosse ou de toute autre matière convenable, ou encore en exerçant simplement une pression sur la pointe terminale extérieure du culot, pour le repousser à l'intérieur de son enveloppe, afin que le liquide sous pression, s'échappant alors en grande quantité au pourtour du culot, puisse entraîner les impuretés disposées dans ce dernier.

Le nettoyage des filières devient du reste assez rare par l'application de rainures tronconiques longitudinales, et de gorges annulaires à la périphérie des culots ; ces rainures et gorges permettent aux impuretés de s'y accumuler et de ne pas pénétrer aussi facilement dans les conduits capillaires terminaux des filières.

Nous avons également construit un dispositif, en montant les tubes capillaires (*fig. 5 pl. 8*) autour d'un tuyau, ayant la forme de pomme d'arrosoir. Les filières plongent dans un bain de précipitation se trouvant dans une boîte cylindrique à laquelle on peut imprimer un mouvement de rotation, égal à celui de la pomme à capillaires.

C. A. Granquist, de Stockholm a fait connaître un appareil très simple par lequel il obtient une certaine torsion des fils, en faisant passer les brins à retordre *en direction oblique*, sur un cylindre *AA* (*Fig. 3, pl. 9*) qui tourne rapidement. Pour obtenir la torsion, le fil *a*, *a* glisse entre deux guide-fils *B, B*, dont l'un se trouve devant et l'autre derrière le cylindre *A*, mais non pas sur une même ligne.

On arrive également à produire un fil très régulier, en tenant un gros tube capillaire, non recourbé, à quelques centimètres au-dessus d'un liquide précipitant. La solution s'écoule par ce tube en s'amincissant ou en s'étirant en quelque sorte proportionnellement à la hauteur de laquelle elle tombe. Ce filet de solution se trouve précipité dans le bain, sous forme de fil, et s'enroule sur bobine de la manière connue.

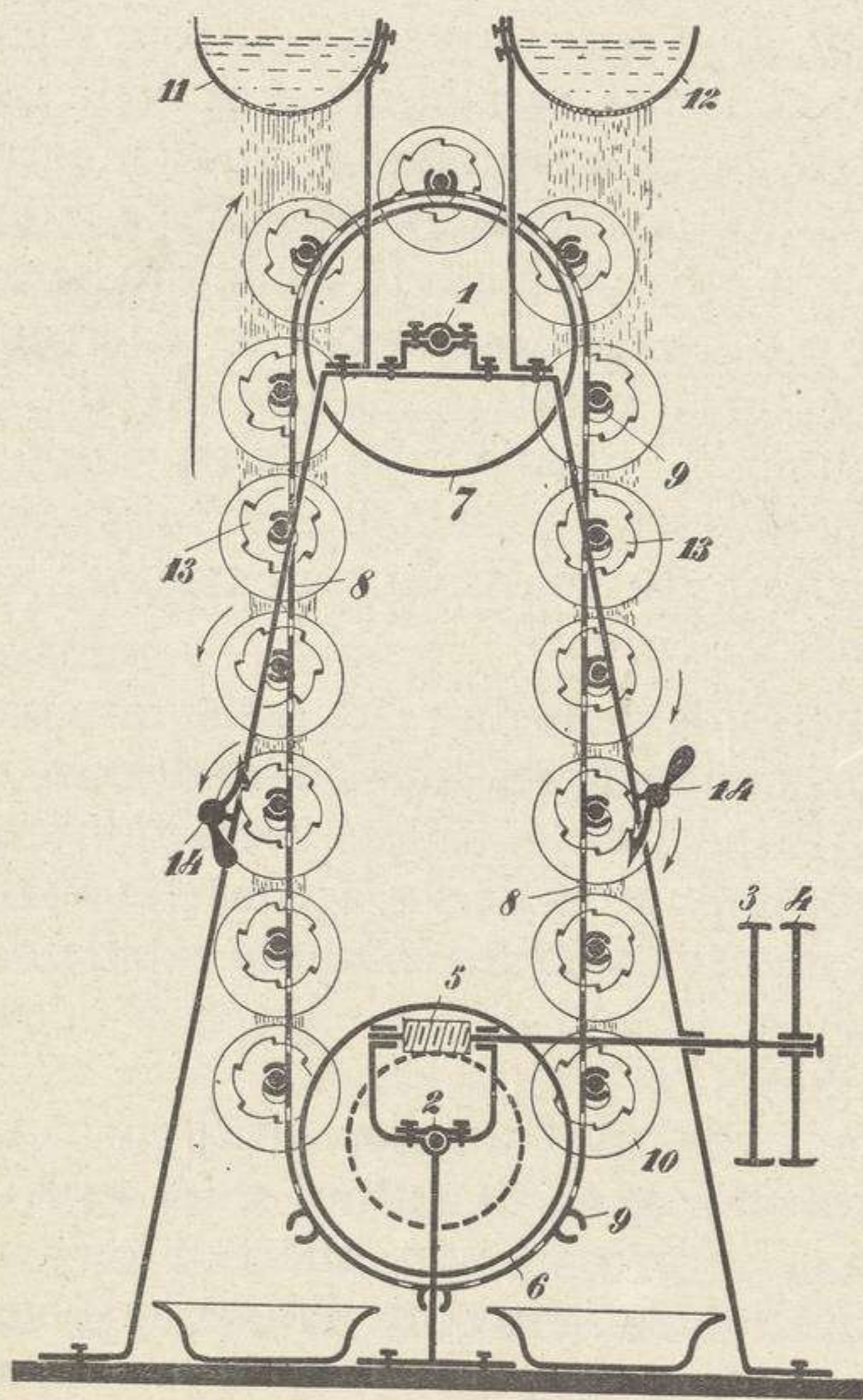


Fig. 9,

LA MACHINE à LAVER, J. FOLTZER. — Nous avons cherché

Dans le chapitre de la description d'une usine nous avons vu comment est lavée la soie sur bobines de filature, par le dispositif des chevalets à gouttières (*Fig. 1 et 2, pl. 6*) Linkmeyer a proposé depuis de filer sur bobines perforées de faire passer un courant d'air ou de vapeur entre les fils enroulés, d'entraîner ainsi une partie du gaz ammoniac, et d'obtenir par suite un décuivrage plus rapide.

à remplacer le lavage sur chevalets par une opération double et continue (voir le dessin ci-joint). Voici comment nous procédons pour le lavage des fils de soie artificielle ou pour les produits similaires, chargés de leur liquide précipitant, au d'autres substances chimiques à éliminer. Notre dispositif consiste à placer les bobines à laver sur deux ou plusieurs chaînes porte-bobines 8 et à les faire passer successivement, tout en les tournant par les cliquets 14, sous deux ou plusieurs rangées de gouttières 11 et 12, afin de débarrasser le fil de toute substance chimique.

Une autre installation de lavage et de décuivrage nous a également donné de très bons résultats. Elle consiste à laver les bobines montées sur wagonnets (*Fig. 10 et 11, pl. 8*), en plaçant ces derniers sous plusieurs rangées de gouttières correspondantes. En avançant le wagonnet après un premier lavage, on arrive sous une autre série de gouttières à bains différents, et ainsi de suite ; ce qui réduit de beaucoup la main d'œuvre.

On pourrait encore décuivrer et laver, en plaçant simplement les bobines dans un bac, dans lequel on ferait barboter un courant d'air, afin d'agiter le liquide décuivreux ou laveur.

Dès le début de la fabrication de la soie artificielle à l'oxyde de cuivre ammoniacal, on avait cherché à supprimer les cylindres en verre comme bobines de filature. Nous avons essayé d'arriver à ce but, en plaçant une série de petites bobines montées sur broches sur un dispositif ou système revolver, adapté en face du distributeur à capillaires, et à la place de la bobine en verre.

Chaque bobine venait à son tour se présenter dans le bac laveur, où elle était entraînée par un galet à friction, pour l'enroulement des fils. Après chaque évolution le fil était simplement entraîné par la nouvelle bobine en rotation. Par ce dispositif on arrivait à supprimer le dévidage intermédiaire, et les petites bobines passaient directement au retordage. Le résultat pratique de cette installation n'a

cependant pas été très satisfaisant.

On peut arriver facilement à supprimer les cylindres en verre en filant sur guindres, ce qui permet de décuivrer, laver et sécher directement les fils. Cependant l'enroulement sur guindres est moins régulier que celui sur bobines, et les fils se rattachent plus difficilement.

Une autre disposition mérite d'être mentionnée. Elle consiste à recevoir les fils dans des récipients dans lesquels ils se déposent, l'enroulement sur bobines est ainsi supprimé.

Toute une série de dispositifs différents ont été brevetés. Les uns proposent, de laisser tomber les fils dans un récipient fixe, qui peut éventl. être perforé pour permettre de décuivrer et de laver avant de renvider le fil. D'autres donnent un mouvement de rotation à ce récipient ou cylindre, en imprimant ainsi une torsion au fil qui se dépose en couches régulières.

Indiquons dans ces détails le dernier des *procédés du Dr Thiele* ; il consiste à recevoir un fil de cellulose relativement gros, dans un bain alcalin très étendu, qui ne provoque qu'une précipitation partielle, et qui permet d'étirer considérablement le fil en formation, de la manière suivante : Le fil qui se dégage des capillaires est reçu dans un entonnoir qui se termine par un tuyau recourbé, relativement long. L'autre bout de ce tuyau est relié à un vase communiquant. L'étirage du fil et sa précipitation se font comme suit : Dans l'entonnoir et dans le tuyau recourbé se trouve un liquide précipitant très étendu, dans lequel s'étire le fil par son propre poids, ou entraîné par le liquide en mouvement ; tandis que dans le vase communiquant qui se trouve relié à l'autre bout du tuyau, le fil est reçu dans un bain concentré de soude ou de potasse, qui précipite la cellulose à fond. La soie est ensuite enroulée sur bobine, ou reçue dans un récipient à fond conique pour éviter l'enchevêtrement des fils. Thiele obtient de cette manière des brins de fil très fins.



## LA FABRICATION DE LA SOIE ARTIFICIELLE SUR MACHINES CONTINUES

---

Tout récemment on s'est occupé à réunir la précipitation, le filage, le décuivrage, les lavages, le retordage, le séchage et la mise en écheveaux dans une même opération, et de produire par un seul et même dispositif, ou sur une seule machine de la soie finie, en partant du liquide dissolvant, et en supprimant par le fait les dévidages intermédiaires.

C'est évidemment un tour de force considérable, qui supprime pour ainsi dire la main d'œuvre, et permet de réduire de beaucoup le prix de revient.

Il nous semble qu'on arrivera un jour à réunir toutes les opérations et tous les dispositifs pour la fabrication de la soie artificielle en deux appareils principaux : l'un relatif aux opérations chimiques, l'autre relatif aux procédés techniques.

Des études auxquelles nous nous sommes livrés, nous permettent d'affirmer que nous pourrions dans un avenir prochain donner de nouveaux procédés, qui par leur simplicité permettront de transformer rapidement cette industrie et de la conduire sûrement dans la voie du progrès.

Le Dr *Lehner* a depuis longtemps construit une petite machine, par laquelle il arrive à produire de la soie finie en partant de la solution (*Fig. 2 pl. 10*) Nous donnons plus loin une description de cette machine, qui a été proposée pour la fabrication de la soie de Chardonnet, mais qui n'a pas reçu d'application industrielle.

*E. W. Friedrich*, à Bruxelles, fait connaître dans un brevet allemand (n° 172.264) un dispositif, d'après lequel il reçoit les fils sur une toile sans fin, au lieu de les enrouler sur bobines à la filature. Cette toile doit pouvoir se charger du liquide de précipitation entraîné par les fils,

liquide qui est exprimé plus loin par des cylindres de pression, tandis que la soie à décuivrer s'enroule sur de petites bobines placées sur la toile, et entraînées par friction.

Nous supposons que c'est le dispositif *Friedrich* qui a donné au *Glanzstoff Fabriken* l'idée de construire une machine continue à toiles sans fin, afin de pouvoir dans une même opération soumettre les fils aux différents bains de précipitation, de décuivrage, de lavage, pour les sécher ensuite sur cylindres ou tambours chauffés, comme l'a déjà recommandé le Dr Pauly, dans son brevet de 1897. D'après un brevet déposé en Allemagne — mais non encore délivré — la machine continue des *Glanzstoff Fabriken* se compose d'une série de toiles sans fin successives, qui reçoivent les fils à la filature, et les conduisent jusqu'aux tambours sécheurs. Ces toiles ne sont pas disposées horizontalement, mais en pente, et les fils qui montent sont exposés aux bains de décuivrage et de lavage correspondants qui coulent en sens contraire. Le défaut de cette disposition est que ces machines occupent une trop grande place et sont peu accessibles vu qu'il faut une toile sans fin spéciale pour chaque liquide. Il faut aussi remarquer que les brins de fils qui peuvent se rompre pendant l'opération, sont entraînés en sens contraire par les liquides. Nous ne savons pas si ce procédé a pu être mis utilement en pratique dans l'industrie.

Entre temps, il nous a été délivré un brevet allemand (n° 209.923) pour un dispositif à filage continu, qui consiste à réunir plusieurs brins de fils à leur sortie du premier liquide précipitant *a* (*fig. 10 pl. 2*) dans un long canal, ou gouttière *b* (éventl. un tuyau). Cette gouttière doit conduire la soie depuis le capillaire *c* jusqu'aux calandres ou tambours sécheurs, en la soumettant aux différents liquides précipitants *d*, décuivreurs *e* et laveurs *f*. Ce canal est à cet effet incliné du capillaire vers le tambour, et disposé de la manière suivante : Supposons qu'il ait une longueur de 2 mètres. De 0 à 0,500 met. coule dans la gouttière un liquide précipitant *d*, qui agit sur le fil, tout en l'entraînant ; à 0,500 met.

le petit canal présente une faible discontinuité *g* par laquelle ce liquide coagulateur s'écoule, tandis qu'un second filet de liquide décuivreur *e* arrive quelques millimètres plus loin entraîne le fil de 0,500 met. à 1 met. et s'écoule. A 1,005 met. arrive un troisième filet *h* qui lave le fil, en le portant du point 1 met. à 1,500 met. -Un dernier *liquide laveur* amène le fil depuis le point 1,500 jusqu'au tambour à sécher. Ce séchage se fait comme pour d'autres fils textiles, c'est-à-dire d'après les méthodes universellement employées dans cette industrie.

Par ce dispositif à gouttières les fils se trouvent précipités, décuivrés et lavés, tandis que les liquides employés sont tenus séparés, et peuvent être mis en circulation continue. On peut toujours rapprocher une série de gouttières, 4 à 5 par ex. ; ou en former un seul canal, de sorte que chaque partie de l'installation devient accessible à l'ouvrier, tandis que la soie peut, en quittant les tambours, être directement retordue et mise en écheveaux par la même machine.

---



## CHAPITRE IV

### AUTRES IMITATIONS DE LA SOIE NATURELLE

---

*Légende de la Machine de filature du Comte de Chardonnet*  
(fig. 1 et 3, pl. 10).

- A* — Tuyau qui amène la solution.
- C* — Grand tuyau qui entoure *A*, et dans lequel circule de l'eau chaude.
- b* — Manchon à filet qui relie le tuyau-capillaire *a* au tuyau fixé sur *C* et qui plonge dans la solution *A*.
- d* — Petit écrou par lequel on règle, par une tige terminée en pointe, la quantité de solution *A* que l'on veut laisser entrer dans le capillaire *a*, suivant le titre que l'on veut produire.
- G* — Manchon qui entoure le capillaire *a* et dans lequel circule de l'eau froide, arrivant d'un réservoir situé plus haut, et passant par la conduite *B*, le robinet *E* et le tuyau *F*.
- H* — Chenal par lequel s'écoule l'eau qui sort des manchons *G*.
- OO* — Fils de soie qui se réunissent quatre à quatre, en passant d'abord par les guide-fils *M* (*tiges en cuivre*) puis par les guide-fils collecteurs *N*, et s'enroulent sur la bobine *P*.
- L* — Système de leviers qui reçoivent leur mouvement d'un appareil placé en dehors de la machine.
- K* — Pincettes spéciales, adaptées aux leviers *L*, et qui rattachent constamment les fils déchirés qui surnagent sur l'eau du manchon *G*. Ces fils sont rattachés de la manière suivante : ils sont pris par des pincettes *K*, entraînées par ces dernières, et montent avec le système des leviers *L* dans la direction de la ligne ponctuée *c*; en passant alors devant la bobine *P* ces fils s'enroulent, entraînés par le frottement.

Ce système a pour but de supprimer les ouvriers rattacheurs, mais les usines de Chardonnet l'ont de nouveau abandonné en partie.

*La machine de Lehner, (fig. 3, pl. 10,)*

- A* — Robinet qui introduit la solution dans le réservoir *B* muni d'un niveau *Q*. Le niveau de la solution dans *B* doit rester à peu près constant.
- C* — Série de tuyaux qui aboutissent dans le réservoir *B*.
- D* — Tuyaux-capillaires qui débouchent dans une cuve étroite *E*, remplie d'huile, de térébenthine, de pétrole etc.. Ce liquide arrive par le tuyau 1 et s'écoule par le tuyau 2; les robinets de ces deux tuyaux doivent être ouverts en conséquence, pour que le niveau du liquide de l'auge *E* soit toujours un peu inférieur au niveau de la solution dans le réservoir *B*, car c'est cette différence de pression seule qui fait sortir la solution par le capillaire *D*. Les fils en sortant des capillaires sont trop gros pour représenter un fil de soie, mais ils sont encore étirés en passant avec une certaine vitesse par le liquide de l'auge *E* pour s'enrouler sur le guindre *L*. L'éther, l'alcool, etc., de la solution *B* se dissolvent en grande partie dans le liquide de l'auge *E*, de sorte que l'on obtient un fil de soie résistant.
- G* — Guide-fil collecteur.
- H* — Appareil qui reçoit son mouvement d'un galet *J* et qui permet le retordage des fils de soie artificielle avec un ou deux fils de soie naturelle, de coton ou de laine, et qui, venant des bobines *SS*, se réunissent au fil de soie artificielle par le guide-fil collecteur *G*.
- K* — Guide-fil qui fait un mouvement de va-et-vient pour l'enroulement croisé du fil sur le grand cylindre *L*. L'espace *F* dans lequel se trouvent les appareils de torsion *H*, les guides-fils *G* et *K* et les cylindres *L*, est autant que possible fermé hermétiquement.
- ZZ* — Couvertures à charnières, contre-balancés par des contre-poids *TT*, et qui permettent l'accès de la machine soit pour rattacher les fils, soit pour remplacer les guindres remplis.

- N* — Système de tuyaux par lesquels circule de l'eau froide, qui condense les vapeurs d'éther, d'alcool etc. Ces vapeurs condensées passent par un serpentin dans une cuve *P*, refroidie par une circulation d'eau froide, qui arrive par le tuyau 3 et s'écoule par le tuyau 4.
- M* — Tuyau de chauffage qui doit sécher en partie les fils qui s'enroulent sur le guindre *L*.
- UU* — Transmission qui met les guindres en mouvement.
- RR* — Système de leviers qui permettent l'arrêt instantané d'un guindre quelconque.
- 

Mentionnons en passant quelques autres procédés d'imitation de la soie naturelle.

C'est d'abord la soie artificielle de *Vivier*, appelée aussi *Soie de France*.

Ce produit s'obtient en faisant dissoudre de la pyroxyle (*cellulose trinitrique*) et de la gélatine dans de l'acide acétique cristallisable. La coagulation de ce composé se produit à la sortie d'un orifice capillaire, et donne naissance à un fil qui parcourt trois baignoires de compositions différentes pour arriver à sa formation complète. Ce fil passe ensuite au cristalliseur, où s'opère sa dessiccation à basse température, et puis aux appareils de dévidage, qui le disposent en écheveaux, que l'on fait séjourner dans l'eau.

Il existe encore le procédé de *Cadoret*, qui fabrique une sorte de soie artificielle avec de vieux chiffons de coton nettoyés à la soude caustique. Le prix de fabrication de cette soie ne revient qu'à 6 fr.50 le kg. Cadoret n'emploie pas une solution liquide, mais une composition plastique qu'il transforme en fils.

LA SOIE SERRET. Nous avons également vu de très beaux échantillons de la soie Serret ; ce produit présente un cachet tout particulier. L'inventeur la fabrique en dissolvant dans des conditions déterminées des déchets de soie naturelle, dans un acide ou un alcali, sans que la substance de cette

soie soit altérée par cette dissolution. A cet effet il neutralise aussitôt la dissolution effectuée, en y ajoutant de l'eau, ou bien en abaissant la température. La transformation en fils se fait d'après les procédés ordinaires.

LE PROCÉDÉ LANGHANS consiste à transformer de la cellulose en une matière plastique d'une homogénéité parfaite, en la soumettant pendant un temps très court à un bain d'acide sulfurique assez étendu pour ne plus la gélatiser. En travaillant à la température de 15° C, il faut employer de l'acide sulfurique à 40—50 %. Immédiatement après on fait agir de l'acide sulfurique assez concentré pour dissoudre la cellulose, en la transformant en sulfo-cellulose; ce qui s'obtient par un acide de 70—80 %, que l'on ajoute petit à petit, en agitant ou en malaxant, jusqu'à obtention d'une gélatine consistante. Pour éviter que la matière gélatineuse obtenue ne se décompose, en attendant qu'elle soit transformée en fils, il faut de nouveau étendre l'acide concentré, en y ajoutant pendant le malaxage un acide sulfurique plus faible. Cet acide qu'on ajoute pour éviter la décomposition peut avoir une concentration de 45—63%.

Langhans dit qu'on pourrait étendre avec l'eau, mais qu'il se produit immédiatement une augmentation nuisible de la température. Quelques essais que nous avons faits d'après ce procédé nous ont montré, qu'on peut très bien étendre avec de l'eau, en travaillant à froid. Cette basse température donne, comme d'ailleurs dans la plupart des autres procédés, d'excellents résultats, quand on l'applique déjà pour le premier mélange d'acide sulfurique, au lieu de travailler à la température ordinaire.

Disons cependant que les fils de soie artificielle obtenus par ce procédé ne peuvent nullement être mis en comparaison avec la soie naturelle, ou avec la soie à l'oxyde de cuivre ammoniacal.

LE PROCÉDÉ des VEREINIGTE KUNSTSEIDE-FABRIKEN à FRANCFORT-s/-M. D'après ce procédé la cellulose hydratée



est dissoute dans une solution étendue de soude ou potasse caustique de 3—4 %, et précipitée dans un acide, sous forme de fils ou de pellicule.

1<sup>er</sup> Exemple : 100 parties de fils de déchet de soie artificielle se dissolvent dans 100 parties d'une solution de soude caustique à la densité de 1,120, et sont de nouveau précipités et transformés en fils dans un acide à concentration moyenne.

2<sup>e</sup> Exemple : 10 parties de coton-cellulose sont rapidement malaxés avec 100 parties d'acide sulfurique à 60 B<sup>e</sup>. Aussitôt que le mélange est uniforme, on le chasse par petites portions dans de l'eau en quantité suffisante. La cellulose hydratée ainsi obtenue est bien lavée, exprimée et dissoute dans 100 parties d'une solution de soude caustique à la densité de 1,120. Dans le but d'augmenter le brillant, l'adhésion et la résistance des fils, on peut dissoudre avec la cellulose hydratée de la soie naturelle, de la caséine, de l'albumine, etc.

Le D<sup>r</sup> TODTENHAUPT a fait connaître un procédé, d'après lequel il produit de la soie artificielle de la manière suivante : A 100 gr. de caséine pure et en poudre, mélangés petit à petit avec 300 gr. d'eau on ajoute 20 gr. d'ammoniaque liquide à 10 %. Le tout est chauffé jusqu'à obtention d'une solution claire et précipité ensuite dans un bain acide.

D'après un procédé plus récent le même inventeur fait dissoudre dans l'alcool la caséine traitée préalablement par les alcalis, et on obtient des solutions de grande viscosité.

Un autre système pour l'imitation de la soie consiste à entourer un fil de coton (n<sup>o</sup> 120 à 200) d'une couche artificielle brillante pareille au brillant de la soie.

A cet effet, les bobines venant d'une filature de coton, sont fixées sur une broche à côté d'une auge remplie du liquide brillant ; le fil en se dévidant passe par un premier guide-fil en verre, puis par un second, qui plonge dans le liquide, et s'enroule ensuite sur une bobine, après avoir

passé par un troisième guide-fil en forme d'un X, et dont les bras entourés de caoutchouc, peuvent être rapprochés ou écartés à volonté, comme les deux branches d'un compas, au moyen d'une petite vis ; cette disposition permet de régler la couche de brillant dont on veut enduire le fil.

Ce procédé qui a été étudié par les fabriques de Chardonnet et par celles qui travaillent à l'oxyde de cuivre ammoniacal, n'a pas donné de résultat pratique ; seule la *Viscose de Stettin* est arrivée à fabriquer de cette manière une sorte de crin artificiel.

*Despeissis*, qui travaillait à l'oxyde de cuivre ammoniacal, a déjà revendiqué ce procédé dans son brevet en 1890.

Voici encore un autre procédé de fabrication qui repose sur la formation des copeaux en fer qu'obtiennent les tourneurs des ateliers de construction.

On emploie à cet effet des cylindres creux, dits calandres que l'on surchauffe et que l'on enduit d'une couche de collodion, mélangée de colle ; quand cette première couche est sèche, on la recouvre d'une seconde et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur voulue. Ces cylindres sont transportés ensuite sur un tour, qui leur imprime un mouvement de rotation, tandis qu'un burin en acier taillé en conséquence, détache des sortes de copeaux fins et ininterrompus, en soie artificielle. On peut de suite mélanger au collodion les couleurs que l'on veut donner au fil, qui aussitôt détaché par le burin s'enroule sur une bobine.

En terminant nous mentionnons encore les appareils et dispositifs de *Robert Wilhelm Strehlenert* qui peuvent surtout trouver leur emploi dans les fabriques de Chardonnet. Le but de ces appareils est 1<sup>o</sup> de permettre le retordage dans le bain de précipitation, en employant une filière multiple qui peut être mise en rotation, et 2<sup>o</sup> de supprimer les ouvriers rattacheurs, en entraînant les brins de fil dans un tuyau recourbé dans lequel circule le liquide coagulateur, comme le fait à peu près Thiele.

## Personnel d'une fabrique de Soie Artificielle.

Pouvant livrer une production de 350 kg. par jour, en comptant 27 gr. de soie par distributeur et par heure de travail, et en admettant que la filature, le lavage et les séchoirs travaillent continuellement c'est-à-dire pendant 24 heures ; et la préparation, le dévidage, le retordage etc. pendant 11 heures seulement.

Il faudra ;

- 1 Directeur.
- 1 Chimiste.
- 1 Sous-directeur.
- 1 Caissier comptable.
- 4 Employés de bureau.
- 1 Contremaître.
- 2 Ouvriers pour la machine à laver : *Salle de préparation et blanchiment.*
- 2 Ouvriers pour la chaudière à bouilleur : *Salle de préparation et blanchiment.*
- 1 Ouvrier pour l'ouvreuse : *Salle de préparation et blanchiment.*
- 2 Ouvriers pour lesessoreuses : *Salle de préparation et blanchiment.*
- 1 Ouvrier pour l'électrolyseur : *Salle de préparation et blanchiment.*
- 1 Contremaître : *pour la préparation de l'oxyde de cuivre, la dissolution du coton et la filtration.*
- 2 Ouvriers : *pour la préparation de l'oxyde de cuivre, la dissolution du coton et la filtration.*
- 1 Contremaître en chef : *pour la filature.*
- 180 Ouvriers en 3 équipes (120 s'il n'y a que 2 équipes) pour la filature
- 30 Ouvriers en 3 équipes (20 s'il n'y a que 2 équipes) pour le lavage et le savonnage.
- 15 Ouvriers en 3 équipes (10 s'il n'y a que 2 équipes) pour les séchoirs.
- 105 Ouvriers pour le dévidage.
- 35 Jeunes ouvriers pour le dévidage.
- 80 Ouvrières : *pour le retordage, guindrage, titrage, chevillage et emballage.*
- 3 Ouvriers pour la fabrique à ammoniac.
- 2 « pour la machine à glace et la pompe à air comprimé
- 2 « pour le lavage et le séchage de la soie en écheveaux.
- 6 « pour l'atelier de réparation et la menuiserie.
- 5 Manœuvres.
- 2 Concierge et Garde de nuit (*se relayant alternativement*).
- 2 Chauffeurs.
- 2 Mécaniciens.
- 1 Électricien.
- 2 Souffleurs de verre.
- 1 Plombier.

---

494 Ouvriers et Ouvrières.

Aujourd'hui on ne compte plus qu'un ouvrier par kilog de soie.

FORCE ABSORBÉE PAR LES MACHINES

2	Pompes à air comprimé .....	8 HP
1	Machine à glace.....	30 »
2	Pompes à eau .....	10 »
2	Malaxeurs .....	6 »
	Atelier de réparation.....	8 »
3	Machines à laver .....	7 »
2	Essoreuses.....	10 »
1	Électrolyseur .....	8 »
6	Machines de filature.....	15 »
8	Machines à dévider .....	16 »
4	Machines à retordre.....	13 »
4	Guindres .....	4 »
4	Ventilateurs pour la filature.....	} 15 »
5	Ventilateurs pour les séchoirs .....	
	Appareils d'humidification .....	
TOTAL .....		150 HP

En travaillant avec la soude et potasse comme liquides précipitants, nous devons compter — vu qu'il faut une ventilation double à la filature et une récupération par électrolyse — avec 30 à 40 HP en plus.

ÉCLAIRAGE :

Filature .....	120	lampes de 16
Lavage, séchoirs et humidification .....	50	» bougies
Dévidage.....	70	»
Retordage, guindrage, titrage, chevillage et emballage.	100	»
Préparation et blanchiment.....	30	»
Malaxeurs et filtration .....	10	»
Fabrique à ammoniacque .....	8	»
Atelier de réparation .....	10	»
Machine à laver les écheveaux, électrolyseur, pompes à air et à eau, machine à glace ...	15	»
Réservoirs de l'acide sulfurique.....	3	»
Bureau, magasins, etc. ....	80	»
Total.....		496 lampes.

EMPLACEMENT des BATIMENTS

Filature et lavage.....	1.100 mq
Séchoirs.....	400 »
Humidification.....	350 »
à reporter	1.850 »

	Report.	1.850 mq
Dévidage.....		750 »
Retordage, Guindrage, chevillage et emballage.		1.500 »
Préparation et blanchiment.....		600 »
Malaxeurs et filtration.....		600 »
Fabrique à ammoniacque.....		250 »
Atelier de réparation.....		250 »
Machine à laver les écheveaux, électrolyseur, pompes à air et à eau, machine à glace..		400 »
Réservoirs d'acide sulfurique.....		80 »
Machine à vapeur, chaudières et accumulateurs.		700 »
Bureau et laboratoire.....		150 »
Magasin, cuisine, réfectoire vestiaire, remise...		1.200 »
Maison du concierge.....		50 »
	Total.....	<u>8.380 »</u>

## De l'établissement d'une Fabrique de Soie artificielle

### Notes générales :

Il est notoire que les fabriques actuelles ne suffisent pas aux besoins de la consommation.

L'industriel qui désire monter une usine, doit d'abord étudier les différentes sortes de fabrication, qui quoique se rapprochant dans leur ensemble, différent dans leurs procédés chimiques. Une fois arrêté sur le mode de fabrication qui lui paraît le plus avantageux, il n'a qu'à demander une licence à la société correspondante — si les brevets ne sont pas tombés dans le domaine public — et commencer son installation.

Deux éléments doivent être acquis pour entreprendre cette fabrication : 1<sup>o</sup> une usine placée dans de bonnes conditions, 2<sup>o</sup> une bonne direction.

L'usine doit être placée sur un cours d'eau ou près d'une source donnant un débit suffisant pour les besoins de la fabrication. Les eaux doivent être exemptes de chaux et de matières étrangères qui nécessiteraient, pour les éliminer, leur filtration sinon leur distillation. Il faut aussi qu'elles ne puissent être polluées par l'établissement d'autres industries qui pourraient se trouver en amont de la fabrique de soie artificielle, ce à quoi l'on est très exposé, lorsqu'on s'établit sur des cours d'eaux importants, susceptibles de pouvoir

donner la force motrice nécessaire.

### PROJET D'ÉTABLISSEMENT

d'une fabrique travaillant à la solution de cuivre, et pouvant produire 100 kg. de soie artificielle par jour, dans des bâtiments existants (avec une force motrice de 50 à 60 HP.)

L'inspection des prix de revient, comparés aux prix de vente dans les divers pays prouve d'une manière irréfutable, que cette industrie est une des plus rémunératrices. Cette fabrication, établie dans de bonnes conditions, avec un système simple, un délai d'installation très court, et des garanties sérieuses de bonne marche, sans période préalable de tâtonnements, donne certainement un rendement excessivement favorable. L'installation complète, tout compris, revient à 200.000 frs.

Avec les prix de revient et de vente d'aujourd'hui, et en supposant même un prix de vente de 10 % inférieur au plus bas cours, on a avec une production de 100 kg. par jour un bénéfice certain de 90.000 frs.

En poussant la production à 300 kg. par jour, le prix de revient s'abaisse de 1, 50 à 2 frs par kg. et même plus.

#### Prix de revient au kilog de soie pour une production de 100 k. par jour ou 2.500 k. par mois

Solution (liquide dissolvant) .....	11.250 fr.
Solution (cellulose).....	2.620 »
Acides .....	1.637 »
Bains de coagulation .....	9.650 »
Charbons .....	2.050 »
Huiles .....	65 »
Pièces de rechange .....	530 »
FRAIS GÉNÉRAUX	
Assurance incendie .....	105 »
Accidents du travail .....	110 »
Contributions diverses .....	105 »
Dépenses diverses .....	120 »
Appointements mensuels et salaires .....	8.780 »
Entretien et réparations .....	95 »
Total.....	<u>37.117 »</u>
<i>A déduire</i> : Sous-produits récupérés .....	4.890 »
Les 100 k. de soie par jour, ou 2500 k. par mois coûtent .....	<u>32.227 fr.</u>

Le prix de revient au kg. de soie est donc :

$$\frac{32.227}{2.500} = 12,90 \text{ fr.}$$

**Devis estimatif des frais d'installation d'une usine pour une production de 100 kilogs par jour.**

Installation de chauffage de l'usine.....	3.500 fr.
Installation d'éclairage.....	3.000 »
Installation électrique.....	12.200 »
Transmissions poulies et courroies.....	3.350 »
Préparation chimique.....	15.700 »
Tuyauterie de toute l'usine, robinets etc.,.....	12.000 »
Installation frigorifique.....	6.950 »
Grande et petite pompe à air.....	5.670 »
Machines de filature.....	17.830 »
Lavage et cuves.....	7.240 »
Dévidage.....	4.500 »
Retordage.....	9.180 »
Guindres.....	7.050 »
Séchoirs.....	8.000 »
Récupération des sous-produits.....	13.000 »
Verrerie.....	17.120 »
Atelier de réparation et laboratoire.....	9.690 »
Transport des bobines — fondations et asphaltage.....	5.200 »
Réservoirs, pompe à eau, ventilation et boiserie.....	25.780 »
Divers et imprévu.....	13.040 »

TOTAL .. 200.000 fr.

**Etablissement d'une fabrique de Soie de Chardonnet.**

Dans l'hypothèse d'une fabrication journalière de 500 k. soit environ 150 000 kgs. par année de 300 jours de travail, il résulte des données ci-dessous, que le coût d'établissement serait d'environ 1.012.500 frs.

D'autre part l'on peut, avec un supplément de 350.000 francs, porter la production de 500 à 1000 kilos par jour.

Terrains et bâtiments.....	200.000 fr.
Force motrice et chaudières.....	75.000 »
Installations électriques.....	35.000 »

A reporter..... 310.000 fr.

*Report:* ..... 310.000 fr.

Acquisition et installation des appareils de fabrication :

Dépôt du mélange des acides .....	28.000 »
Salle de trempage .....	4.500 »
Salle des presses et accumulateurs .....	20.000 »
Salle des piles laveuses .....	15.000 »
Salle desessoreuses .....	4.500 »
Fabrication et filtration du collodion .....	80.000 »
Filature .....	60.000 »
Moulinage .....	50.000 »
Chevillage .....	2.000 »
Lustrage .....	4.500 »
Salle des compresseurs .....	25.000 »
Dénitration .....	10.000 »
Aménagement intérieur des séchoirs .....	6.000 »
Installation des dissolutions .....	4.000 »
Arbres et poulies de transmission .....	16.500 »
Ventilation .....	7.500 »
Moteurs électriques actionnant les transmissions, les machines de la fabrication, les ventilateurs et les pompes .....	45.000 »
Chauffage général .....	30.000 »
Distribution d'eau .....	30.000 »
Imprévus .....	10.000 »
Fonds de roulement pour 2 mois .....	<u>250.000 »</u>
TOTAL ...	1012.500 »

Prix de revient de la soie de Chardonnet:

Les salaires journaliers pour la main-d'œuvre masculine étant de .....	3.80 fr.
Les salaires journaliers pour la main-d'œuvre féminine étant de .....	2.10 »
Le prix de revient du kg. de soie artificielle, dans l'hypothèse du dégrèvement complet des droits de régie sur l'alcool, est de 14 francs, répartis comme il suit :	
Matières premières et accessoires de fabrication.	9.10 »
Main d'œuvre .....	3.05 »
Frais généraux .....	<u>1.85 »</u>
Total....	14.00 fr.



## Supplément

### Caractères distinctifs de la soie naturelle et des soies artificielles

Au microscope, les soies obtenues avec les celluloses constituent des fils amorphes, sans canal central.

Traitées par de l'acide sulfurique et de l'eau iodée, elles donnent la réaction bleue caractéristique des celluloses. Les liqueurs cuproammoniacales dissolvent instantanément les soies cellulosiques, tandis que les fibres végétales se gonflent d'abord et exigent plus ou moins de temps pour se dissoudre.

Les soies préparées avec de la nitrocellulose donnent toutes une coloration bleue quand on les traite par la diphénylamine en présence de l'acide sulfurique.

Une solution ammoniacale de nickel dissout au contraire la soie naturelle, tandis qu'elle est sans action sur la soie artificielle. La réaction est assez nette pour pouvoir être appliquée pour la détermination quantitative.

Les soies artificielles sont souvent animalisées, c'est-à-dire recouvertes d'un vernis préparé avec de la fibroïne ou de l'acide lanigénique, substances constituées par des déchets de soie ou de laine dissous dans les alcalis. (1)

*P. Follet et G. Ditzler*, filateurs à Verviers se sont spécialement occupés de ce procédé et ont déposé en Belgique les brevets suivants :

n° 203.196 du 15 octobre 1907. Procédé de traitement des fils artificiels obtenus au moyen de dissolutions de cellulose ou autres matières analogues dans une solution ammoniacale d'un sel ou oxyde métallique.

n° 189.814 du 2 Février 1906. — Procédé de régénération de la soie.

n° 190.636 du 27 Février 1906. — Dissolvant de matière textile et son application.

(1) *Association des chimistes Belges*, séance du 20 février 1901.

n° 192.328 du 8 mai 1906. — Procédé pour l'obtention de produits en *fibroïne* pure.

n° 195.233 du 16 Octobre 1906. — Procédé de fabrication de fils en *fibroïne* pure.

n° 195.477 du 26 Octobre 1906. — Procédé de traitement des solutions filables de *fibroïne*, cellulose ou autres matières analogues.

n° 195.495, du 27 Octobre 1906. — Perfectionnement : brevet principal n° 195.233. — Procédé de fabrication de fils en *fibroïne* pure.

### Propriétés de la Soie Artificielle.

Le *poids spécifique* de la soie au collodion est de 1,49 (d'après de Chardonnet — compte rendu de 1889, n° 108, p. 962), pour la soie grège de 1,66 — pour la soie bouillie de 1,43. Dans la *Faerberzeitung* de Lehner 1894-95 p. 49 et 50 Herzog donne le poids spécifique de la soie de Chardonnet de 13 % plus élevé que celui de la soie naturelle. — La soie de Lehner serait d'après Silbermann (voir son ouvrage *Die Seide* 1897 vol. 2 p. 148) de 7—8 % plus pesante que la soie naturelle.

La *Oesterreichische Chemiker Zeitung* (1900, p. 269) donne, d'après Hassak, le poids spécifique suivant :

La soie naturelle .....	1.36
La soie de <i>Près de Vaux</i> (Chardonnet) .....	1.52
La soie de <i>Fismes</i> .....	1.52
La soie de <i>Walston</i> .....	1.53
La soie de <i>Glattbrugg</i> (Lehner) .....	1.51
La soie <i>Glanzstoff</i> .....	1.50

Cette même *Oesterreichische Chemiker Zeitung* fait connaître, dans son n° de 1900, p. 268, le degré d'humidité suivant pour les différentes soies, déterminé par Hassack à 110—115°.

Soie naturelle .....	8,71 % d'eau
La soie de <i>Près de Vaux</i> (Chardonnet) .....	11,11 » »
La soie de <i>Fismes</i> .....	10,92 » »
La soie de <i>Walston</i> .....	11,32 » »
La soie de <i>Glattbrugg</i> (Lehner) .....	10,45 » »
La soie <i>Glanzstoff</i> .....	9,20 » »

Dans le chapitre I, « la soie de Chardonnet », nous donnons un tableau sur la résistance et l'élasticité de la nitrocellulose, comparées à celles de la soie naturelle.

Le résultat d'essais faits par MM. Strehlenert et Westergeren, sur la résistance de différentes soies, est donné dans le chapitre sur la *viscose*.

Suivant la *Faerber-Zeitung de Lehner* (1894-95 p. 49 et 50) Herzog donne sur la soie de Chardonnet les déterminations suivantes :

Titre	Résistance	Élasticité
60 deniers	69 gr	155 <sup>mm</sup> par mèt.
65 «	83 gr	171 <sup>mm</sup> par »

L'épaisseur des brins de soie artificielle a été déterminée par Massot (*Leipziger Monatsschrift für Textil Industrie* 1902 et 1905) :

La soie nitrocellulose de Chardonnet à l'air	28,8 $\mu$	dans la glyc.	29,4 $\mu$
—	—	Glattbrugg	— 35,4, »
—	—	La soie Glanzstoff	— 29,5 »
—	—	La soie Viscose	— 30,51 »
—	—	La soie naturelle	— 15 — »

L'épaisseur des brins de soie artificielle augmente dans l'eau de 1/3—1/4 du diamètre primitif.

**BIBLIOGRAPHIE :** *La viscose et le viscoïd* : rapport de M. Ch. Bardy à la société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1900. — *La cellulose*, de Cross et Bevan, bibliothèque de la Revue générale des matières colorantes. — *Emploi de la cellulose pour la fabrication des fils brillants imitant la soie*. Bul. soc. ind. Mulhouse, 1900. — *Die Seide* de Silbermann (1897) *Die Künstliche Seide*, du Dr Karl Süvern (1907) Berlin, libr. Julien Springer — frs. 12,50. — La soie de *Vivier*, Revue industrielle 1890, p. 194 etc. — La soie de *Cadoret*, L'industrie textile 1896, p. 227-229. — *Lehners Faerberzeitung* 1894 etc.

### **Teinture de la Soie artificielle à l'oxyde de cuivre ammoniacal**

Il est bon de mouiller à fond les écheveaux à l'eau chaude, comme cela se fait pour le coton, avant de procéder à la

teinture ; cela se fait le mieux sur une machine à laver avec des cylindres en porcelaine, tournant alternativement dans l'un et l'autre sens.

Il est avantageux, quand on veut teindre en nuances vives, d'ajouter un peu d'ammoniaque ou de carbonate de soude à l'eau servant pour le décreusement et le mouillage.

La sensation produite au toucher après teinture peut être exaltée par un savonnage faible et froid, suivi d'un essorage ou bien par un avivage au savon de grès de soie.

**MATIÈRES COLORANTES BASIQUES.** La teinture avec des matières colorantes basiques doit être précédée d'un mordantage au tannin et à l'émétique tel qu'il est pratiqué pour le coton.

**MORDANÇAGE.** On manipule la soie artificielle pendant 2 à 3 heures dans un bain à 50° ; et suivant l'intensité de la nuance à produire, on emploiera ;

2 à 5 % de tannin	} calculé sur le poids du textile
1 % d'acide chlorhydrique	

On sort ensuite les écheveaux, les essore légèrement pour les débarrasser du liquide en excès, et les laisse pendant 20 minutes dans un bain frais et froid, additionné de 1 à 2 1/2 pour % d'émétique ou d'un autre sel d'antimoine. Enfin, on les rince ou les fait égoutter.

**TEINTURE.** On commence par ajouter au bain froid 2 à 3 % d'acide acétique. Les filés mordancés sont manipulés pendant un moment dans ce bain, puis on ajoute en 2 ou 3 fois la dissolution tamisée de la matière colorante.

**MATIÈRES COLORANTES DIRECTES.** Les additions les plus avantageuses pour les bains de teinture sont les suivantes :

*Pour les nuances claires :*

2 % de savon, 3 à 5 % de phosphate de soude.

*Pour les nuances moyennes :*

2 % de carbonate de soude calciné, 5 à 10 % de sulfate de soude.

On teint à 35° pendant 1/2 à 3/4 d'heure.

*Pour les nuances foncées :*

2 % de carbonate de soude calcidé, 15 à 20 % de sulfate de soude.

On teint pendant 1 heure à 60°.

Le nuançage au moyen de colorants basiques se fait dans un bain frais et froid, acidulé d'acide acétique.

MATIÈRES COLORANTES DU GROUPE DE L'ÉOSINE.:

Éosine, Rose, Bengale, etc.,

On teint pendant une heure 1/2 dans un bain tiède en y ajoutant 20 gr. de sel ordinaire par litre de bain ; on fait égoutter, on essore et on sèche sans rincer préalablement.

INDIGO PUR : La teinture en indigo se fait comme pour le coton, le mieux sur cuve hydrosulfitique.

ROUGE TURC : La teinture en rouge-turc s'exécute comme pour le coton.

*Noir d'aniline* : Un beau noir d'aniline est obtenu par exemple, quand on manipule les écheveaux pendant quelque temps à fond dans un mélange froid et fraîchement préparé des trois solutions ci-après I, II, III, à parties égales, qu'on essore ensuite, qu'on vaporise pendant quelques minutes au Mather Platt, en passant finalement les écheveaux dans un bain de bichromate de potasse 1,50 % et à 60°.

Ces opérations doivent être suivies d'un lavage à fond d'un essorage et d'un séchage sur perches à une température pas trop élevée.

### Formules\* des solutions à employer

I. —	{ Chlorate de potasse . . . . .	1,200 kil.
	{ Eau . . . . .	12 litres.
II. —	{ Prussiate jaune . . . . .	2,160 kil.
	{ Eau . . . . .	11, 00 litres.
III. —	{ Sel d'aniline cristallisé . . . . .	3,360 kil.
	{ Eau . . . . .	8,800 litres.

(1) Fabrique de produits chimiques de Mulhouse et de Thann, Alsace.

Comme la soie artificielle Glanzstoff n'est composée que de cellulose, on pourrait croire, que grâce à l'homogénéité de cette composition, on devrait obtenir, même pour les nuances les plus délicates, une teinture parfaitement égale. Malheureusement cela ne s'obtient que pour un fil à titre strictement uniforme, et l'on remarque dans un écheveau où le titre s'écarte de la constante, des nuances qui diffèrent d'autant plus que le titre varie plus ou moins pour ce même écheveau. Naturellement le défaut n'est pas à chercher dans la teinture, mais bien à la filature ; aussi les fabriques de soie artificielle ont-elles fait, dans ces derniers temps, pour obvier à cet inconvénient, des progrès réels.

L'emmagasinage des fils se fait de préférence dans un endroit sec et aéré, et il n'y a aucun danger d'explosion, contrairement à la soie insuffisamment dénitée du Comte de Chardonnet.

---

## CONCLUSION DE LA PREMIÈRE ÉDITION

*Ce petit livre a pour but de donner un aperçu de l'industrie de la SOIE ARTIFICIELLE, en indiquant sommairement la fabrication de ce nouveau produit.*

*Il serait peut-être intéressant en terminant, de jeter un coup d'œil général sur l'avenir possible et probable de la soie artificielle, et d'en tirer quelques pronostics, quoique ce soit une tâche difficile et incertaine.*

*La soie artificielle et la soie naturelle ne produisent en général que des articles de luxe, d'un prix ordinairement élevé. Quoique la première ne soit pas une substitution de la seconde, elle est du moins une imitation très réussie, et par le fait une concurrente de cette dernière. Nous devons donc, avant de tirer quelques conclusions sur l'avenir de ce nouveau produit, voir quel avenir est réservé à l'industrie de la soie naturelle.*

*Les 25 millions de kg. de soie naturelle que tous les continents se disputent chaque année, proviennent en grande partie de l'Asie occidentale, et il est probable que ce pays fournira d'ici quelques années une production bien plus grande encore. De même que l'on a commencé en ces derniers temps, à planter dans l'Ile de Madagascar une sorte de coton que les filateurs savent apprécier, de même on finira par trouver que les colonies de l'Afrique septentrionale où la civilisation fait tant de progrès, se prêtent parfaitement à la culture de la soie, L'Amérique et l'Australie semblent moins s'y prêter, quoique le sol soit très favorable à cette culture : les Américains ne se familiariseront pas facilement avec cette industrie ils produiront plutôt un article nouveau, et tourneront les yeux vers la soie artificielle ; cependant comme la main d'œuvre est fort élevée, il leur faudra un procédé très simple et bien étudié, à machines continues par exemple. Quand aux Australiens, c'est un peuple disséminé, qui ne nous fera pas encore concurrence dans le courant de ce siècle. Pour ce qui concerne l'Europe, il est à prévoir que le progrès de la soie naturelle n'aura rien à attendre d'elle dans l'avenir ; cependant vu la qualité supé-*

*rieure de la soie très recherchée d'Europe, cette dernière pourra encore d'ici longtemps tenir tête à la concurrence, mais encore une fois, ici ce n'est pas de la quantité, c'est de la qualité qu'il est question. Mais une époque viendra où l'on saura apprécier la soie d'autres pays, qui produiront une qualité sinon supérieure, du moins aussi bonne que la nôtre, et alors notre population se verra obligée de se livrer à une autre culture. Cependant la soie artificielle, si elle fait son chemin, pourra retarder ce développement de la soie naturelle dans d'autres continents ; elle livrera aux marchés un fil aussi beau et à peu de chose près aussi bon, et surtout bien meilleur marché que la soie naturelle ; donc, quoique la première ne sorte pas victorieuse du combat, elle aura porté à sa concurrente une blessure qui ne se cicatrisera jamais. Il n'y a que la Chine, et surtout le Japon avec son esprit d'imitation, qui pourront lutter avec cette nouvelle industrie, rivaliser avec la soie artificielle, et donner libre cours au progrès de la culture de la soie naturelle, car ils auront toujours un débouché facile, vu que chez eux la main-d'œuvre est beaucoup plus basse que chez nous.*

FIN



## TABLE DES MATIÈRES

---

PRÉFACES .....	5
Machine MERTZ pour la soie artificielle .....	8
Observations photo-microscopiques .....	9
Notions générales .....	12
CHAPITRE I. — LA CELLULOSE.....	12
Propriétés de la cellulose .....	15
Le mercerisage .....	17
Le celluloid .....	23
Origine de la soie artificielle .....	25
La soie artificielle du Comte de Chardonnet .....	27
Fabrication de la soie de Chardonnet. — Ancien procédé. — Nouveau procédé .....	27
Observations sur la résistance et l'élasticité des fils .....	31
CHAPITRE II. <i>La soie Despeissis et sa fabrication</i> .....	38
Description d'une usine. Matière première .....	40
<i>Préparation.</i> Le coton mercerisé, dégraissage, blanchiment .....	40
<i>Dissolution.</i> Dissolution de l'oxyde de cuivre dans l'ammoniaque .....	43
Les fibres de coton dans l'oxyde de cuivre ammoniacal .....	44
Dissolution du coton, malaxeur .....	45
PLANCHE I(dans le texte) .....	48
Filtration et filtre presse .....	49
Les réservoirs monte jus .....	51
La filature .....	54
Analyse de l'acide sulfurique .....	57
Les tuyaux capillaires et leur nettoyage .....	59
Le lavage .....	61
Filtration de l'eau .....	63
Le savonnage .....	64
Les séchoirs .....	65
L'humidification .....	66
L'humecteur pulvérisateur Mertz .....	67
La ventilation .....	68
Le dévidage .....	70
Le retordage et le guindrage .....	70
Le titrage .....	72
Le déchet .....	73
Les différentes sortes de déchet .....	74
<i>La viscose</i> .....	76
La résistance et l'élasticité des fils d'après Strehlenert .....	79
Les fabriques de soie Viscose .....	80
Procédés de la soc. française de la viscose .....	80
Procédé de la Viscose de Stettin.....	81
Autres applications de la viscose .....	82
Le fil artificiel brillant produit par une solution de cellulose dans le chlorure de zinc .....	84

<i>La fabrication des produits similaires</i> .....	86
Le crin artificiel .....	87
La lame ou paille artificielle, le ruban .....	88
Le cuir artificiel .....	88
La pellicule .....	89
<i>La récupération des sous-produits</i> .....	90
Petit appareil pour obtenir et concentrer l'ammoniaque ...	92
CHAPITRE III <i>Les procédés plus récents.</i>	
Le procédé Glanzstoff, préparation de la cellulose .....	94
Le procédé Fremery et Urban .....	95
La préparation de la cellulose d'après Foltzer .....	97
<i>La dissolution de la cellulose et la préparation des liquides</i>	
<i>dissolvants:</i> .....	99
Le procédé Despeissis .....	100
Le procédé du Dr Pauly .....	104
Le procédé Glanzstoff et le procédé Linkmeyer .....	106
Le procédé des Soieries Nouvelles de Bruxelles .....	107
Le procédé de la société générale pour la fabrication des matières plastiques .....	108
Le procédé Prud'homme .....	108
Les procédés Bernstein .....	110
<i>Les liquides précipitants, le décuivrage, le lavage, le séchage</i>	
<i>des fils</i> .....	110
Le procédé Glanzstoff .....	111
Les procédés Linkmeyer .....	112
Le procédé Foltzer et Vermesch .....	112
Le procédé des Farbwerke de Meister Lucius à Hoechst a M ..	113
La filière Mertz .....	114
L'appareil Grandquist .....	115
La machine à laver de J. Foltzer .....	115
Le procédé de précipitation du Dr Thiele .....	117
La fabrication de la soie artificielle sur machines continues ..	118
Le dispositif Friedrich .....	118
La machine à toiles sans fin des Glanzstoff Fabriken .....	119
Le dispositif continu Foltzer .....	119
CHAPITRE IV <i>Autres imitations de la soie naturelle</i> .....	122
La machine de filature de Chardonnet .....	122
La machine de filature de Lehner .....	123
La soie de Vivier ou « Soie de France » .....	124
Le procédé Cadoret .....	124
La soie Serret .....	124
Le procédé Langhans .....	125
Le procédé des Vereinigte Kunstseide Fabriken de Francfort.	125
Les procédés du Dr Todtenhaupt .....	126
Le crin artificiel de la Viscose de Stettin .....	127
Les appareils et dispositifs Strehlenert .....	127
Personnel d'une fabrique de soie artificielle .....	128
Force absorbée par les machines .....	129
Éclairage .....	129
Emplacement des bâtiments .....	129

Notes générales sur l'établissement d'une fabrique de soie artificielle: .....	130
Projet d'établissement d'une fabrique travaillant à la solution de cuivre .....	131
Un prix de revient .....	131
Devis estimatif des frais d'installation d'une usine .....	132
Établissement d'une fabrique de soie de Chardonnet .....	132
Prix de revient de la soie de Chardonnet .....	133
SUPPLÉMENT. — Caractères distinctifs de la soie naturelle et des soies artificielles .....	134
Propriétés de la soie artificielle .....	135
Bibliographie .....	136
Teinture de la soie artificielle.....	136
Formules des solutions à employer .....	138
CONCLUSION .....	140

---





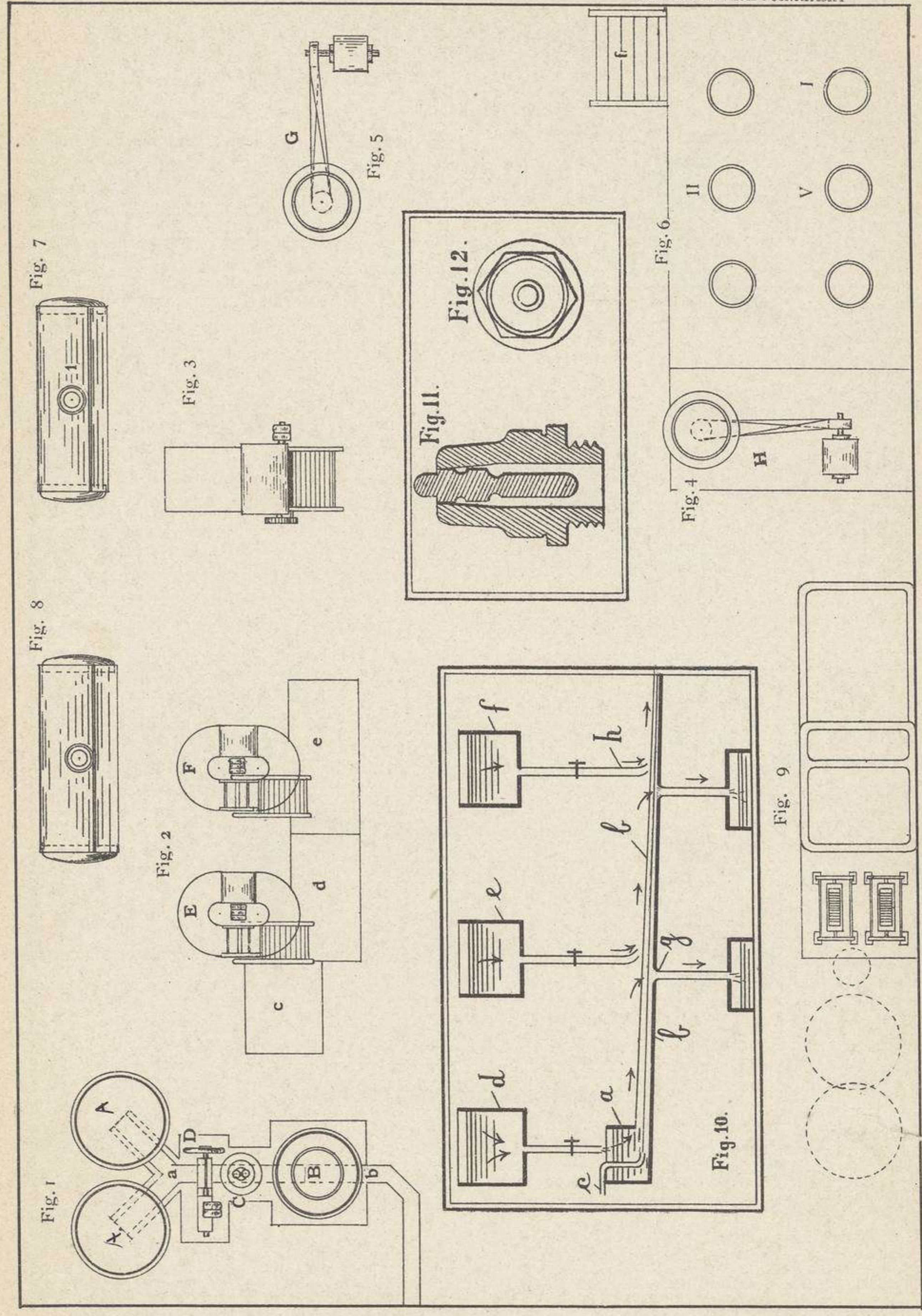






# PLANCHE 2

IMP. GIROMPAIRE . CORNIMONT





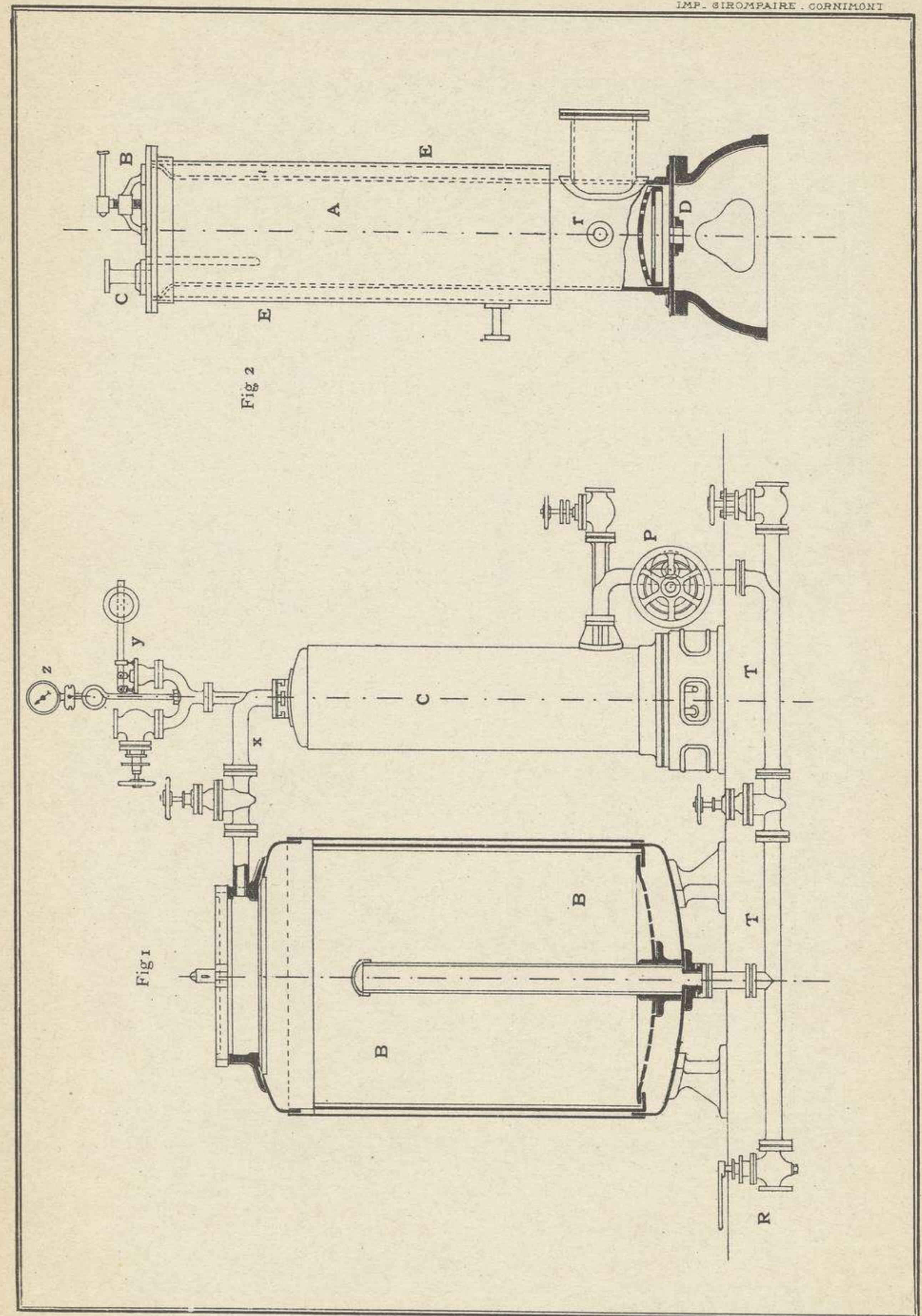






# PLANCHE 3

IMP. GIROMPAIRE . CORNIMONT









# PLANCHE 4

IMP. GIROMPAIRE CORNIMONT

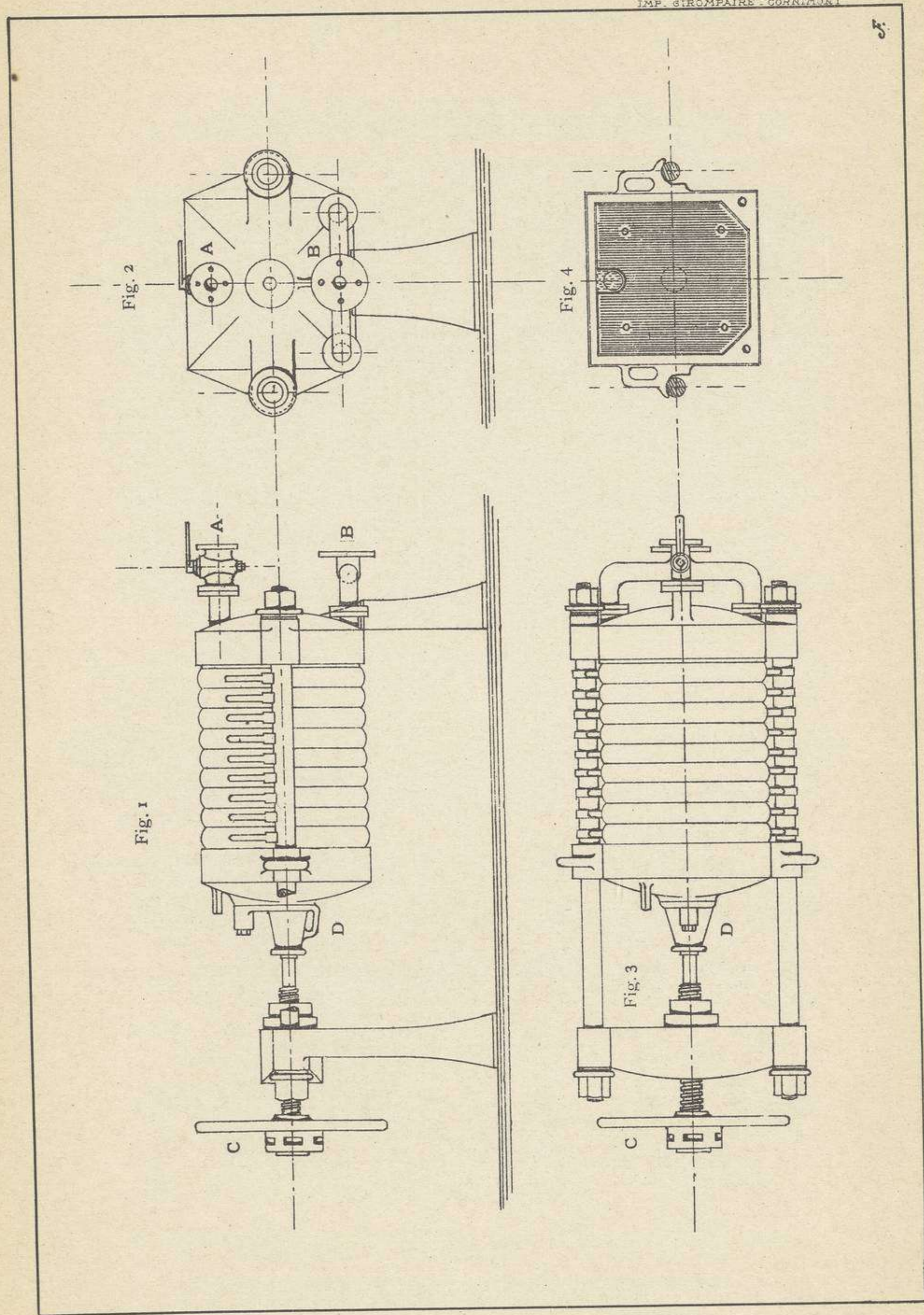










PLANCHE 5

IMP. SIROMPAIRE CORNIMONT

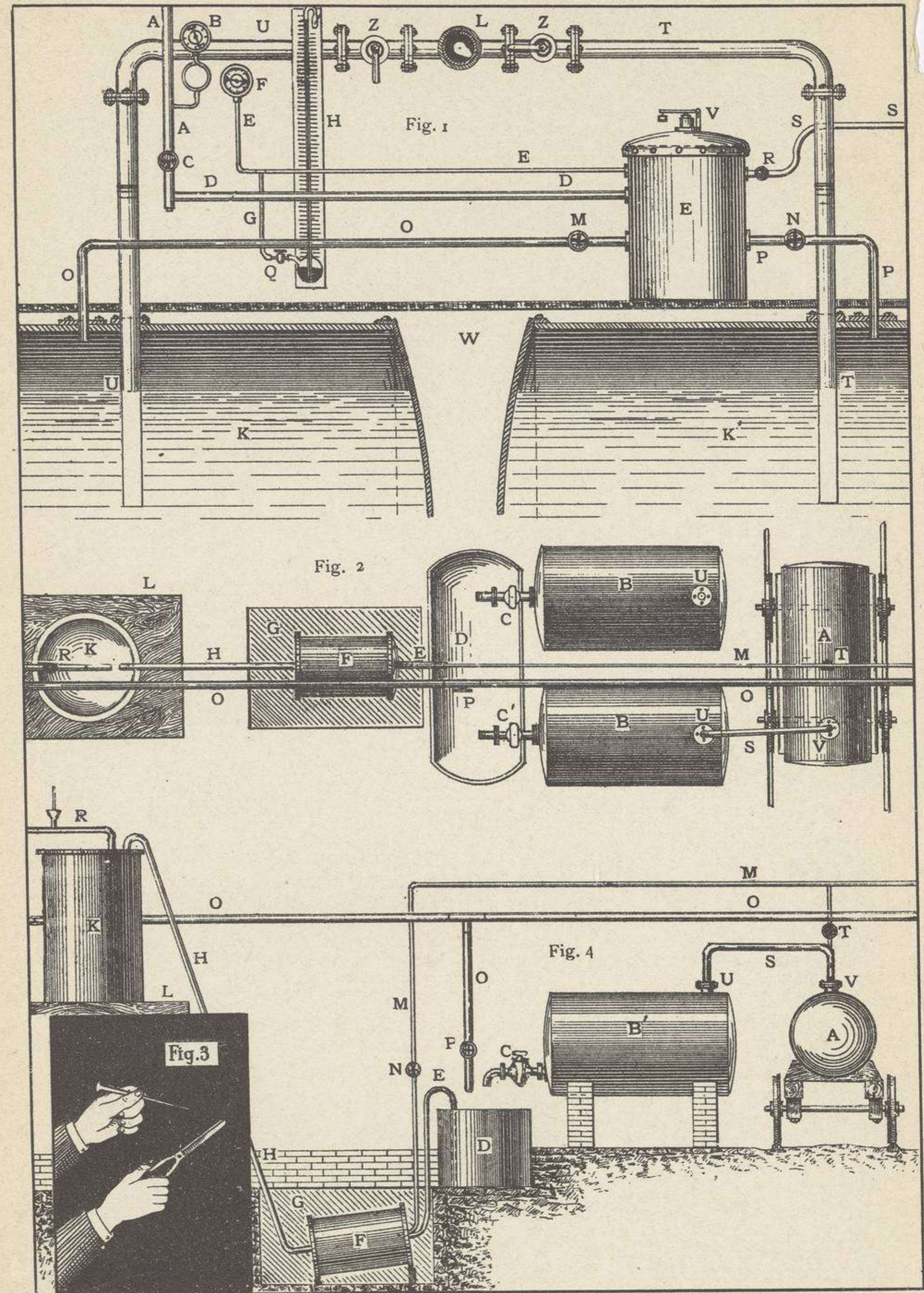


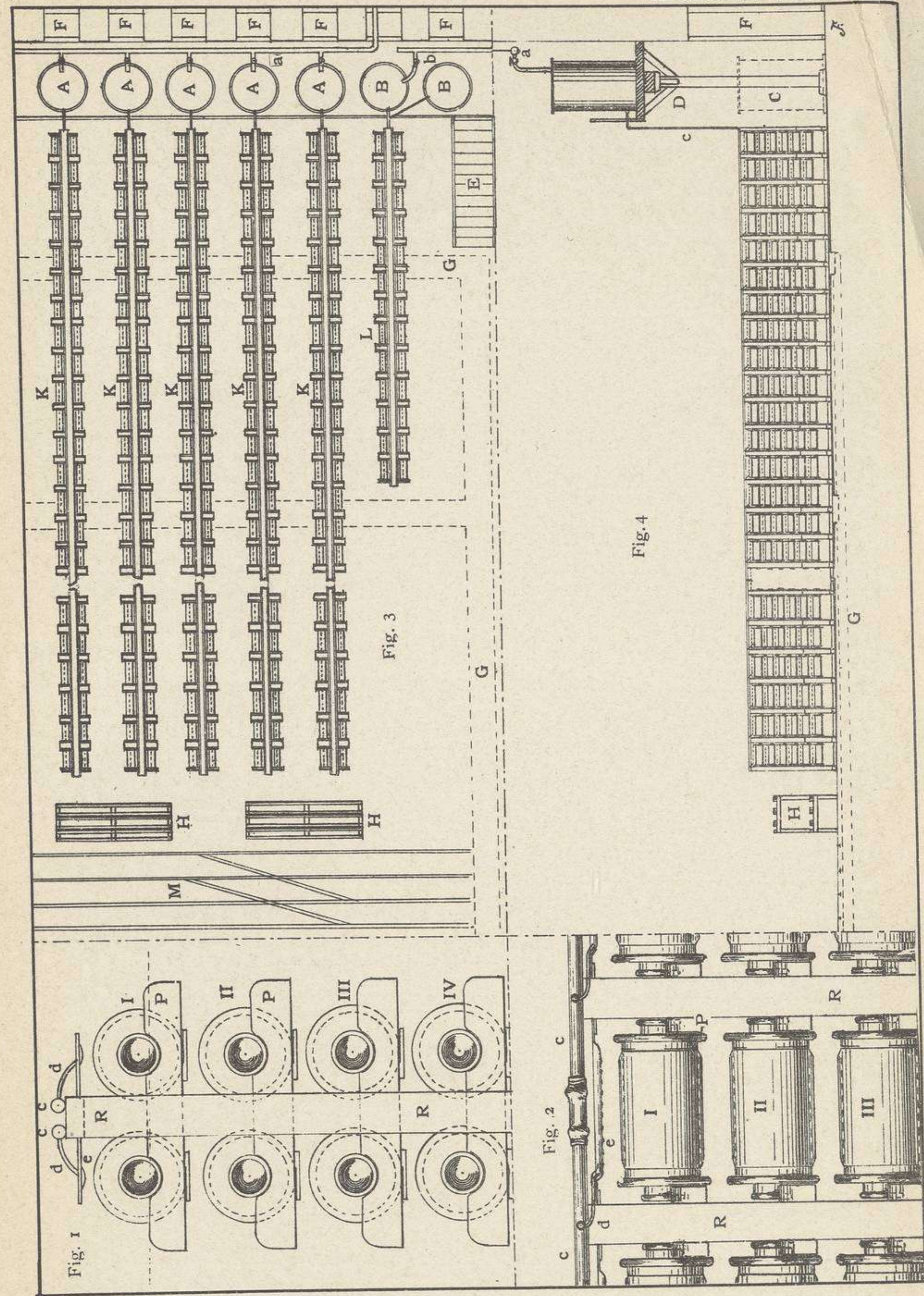






PLANCHE 6

M.P. SIROMPAIRE CORINTHON





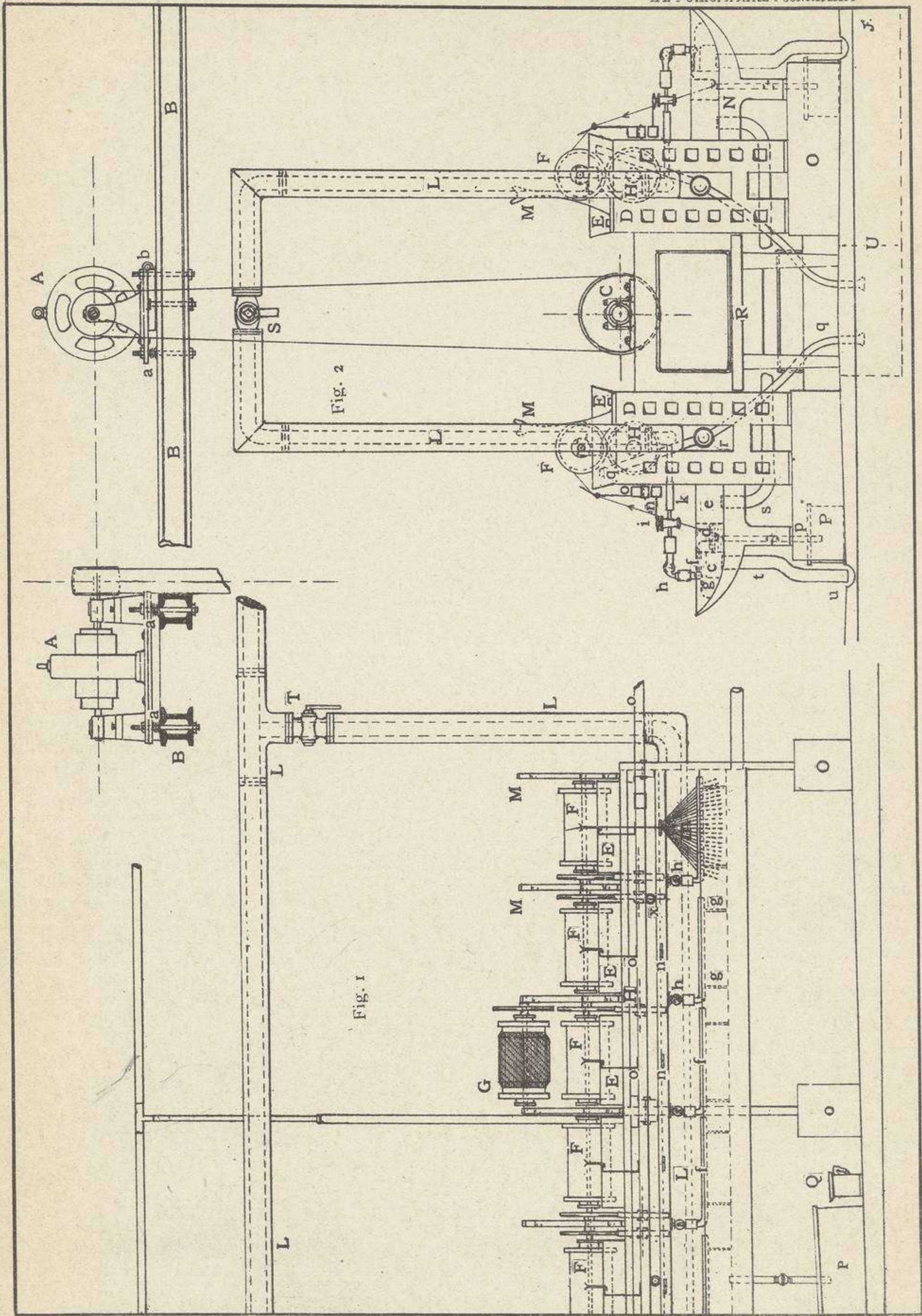






# PLANCHE 7

IMP. GIROMPAIRE . GORNIMONT









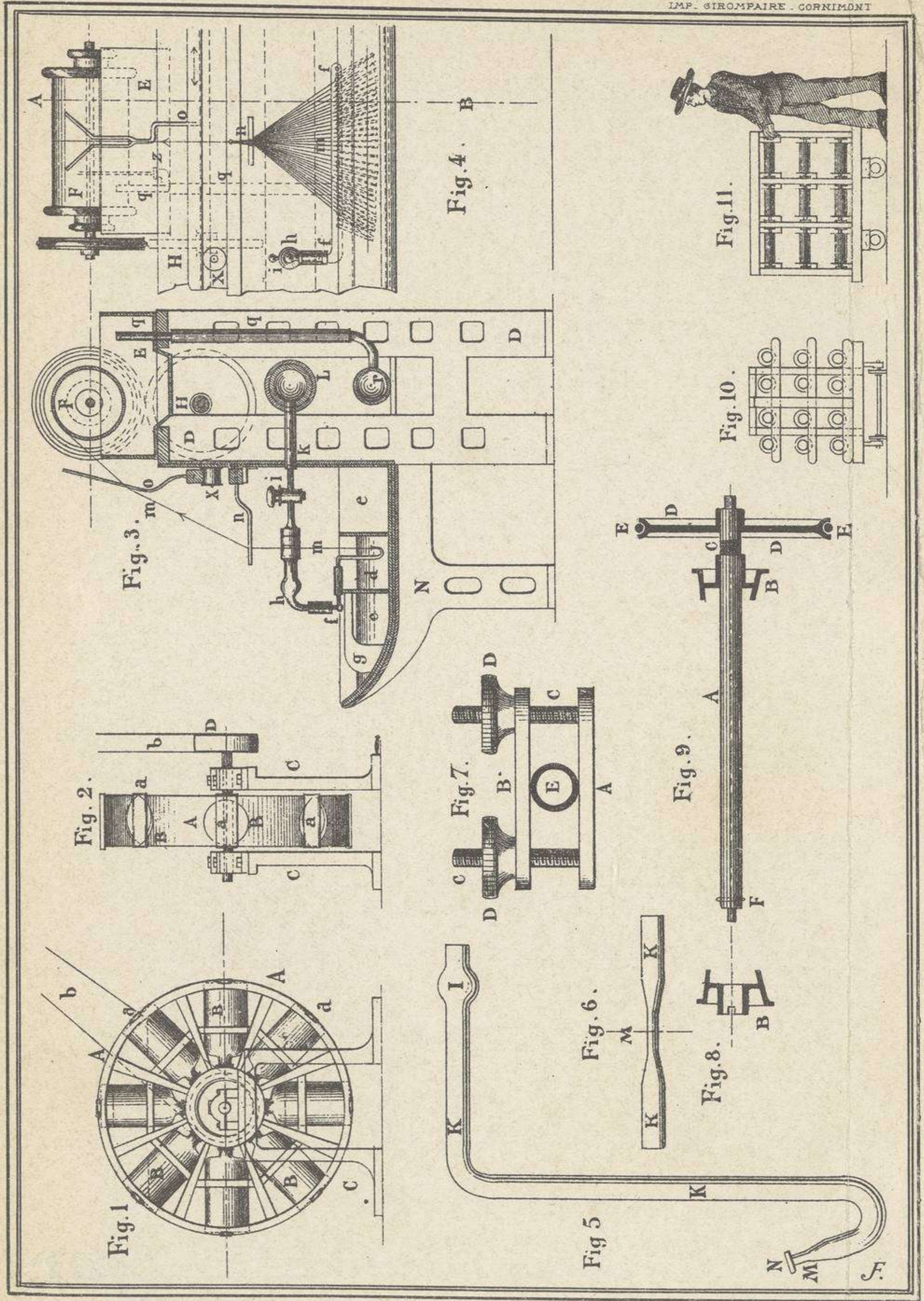












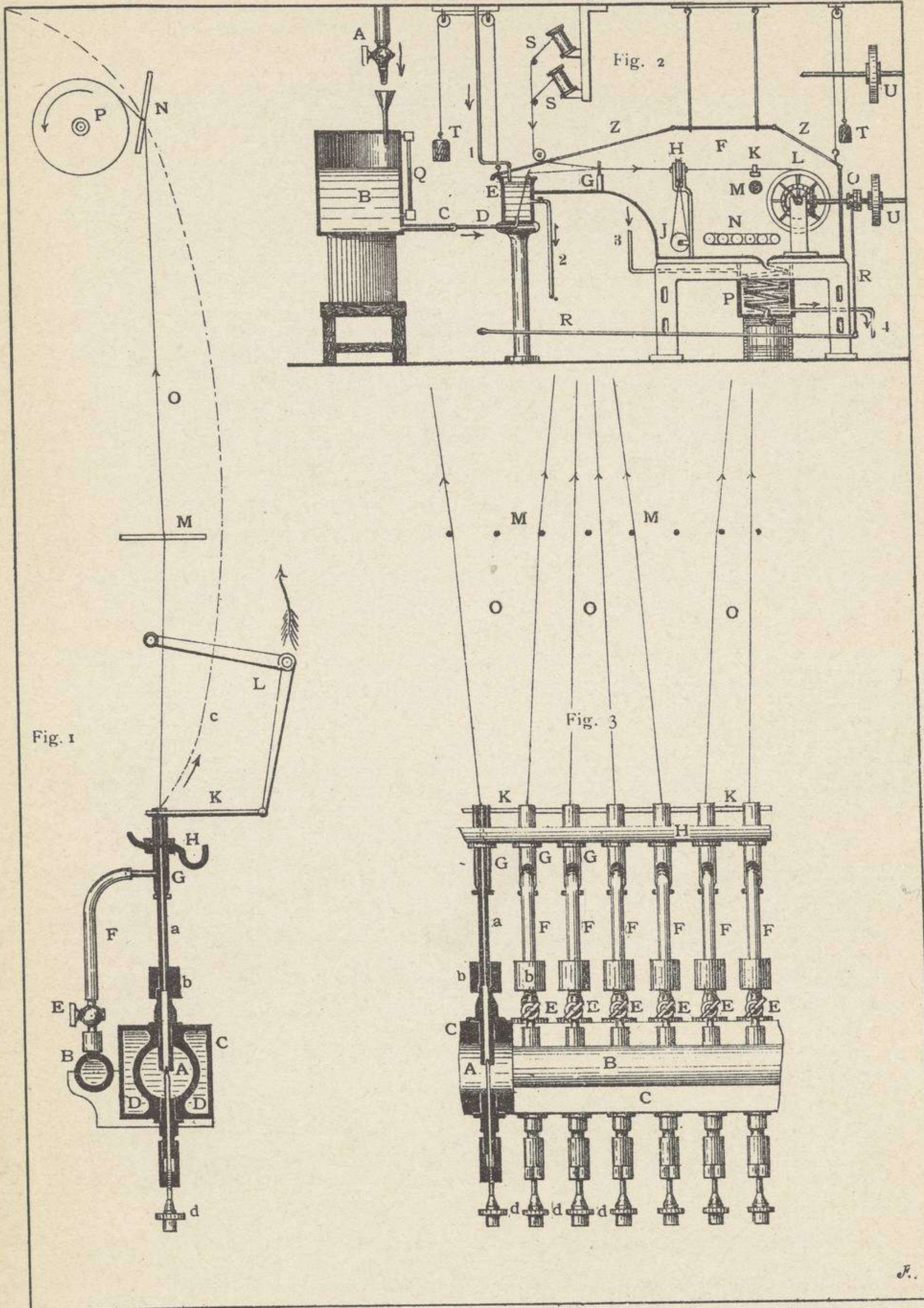






PLANCHE 10

IMP. GIROMPAIRE - CORNIMONT



J.









# PLANCHE 11

IMP. SIROMPAIRE . CORNIMONT

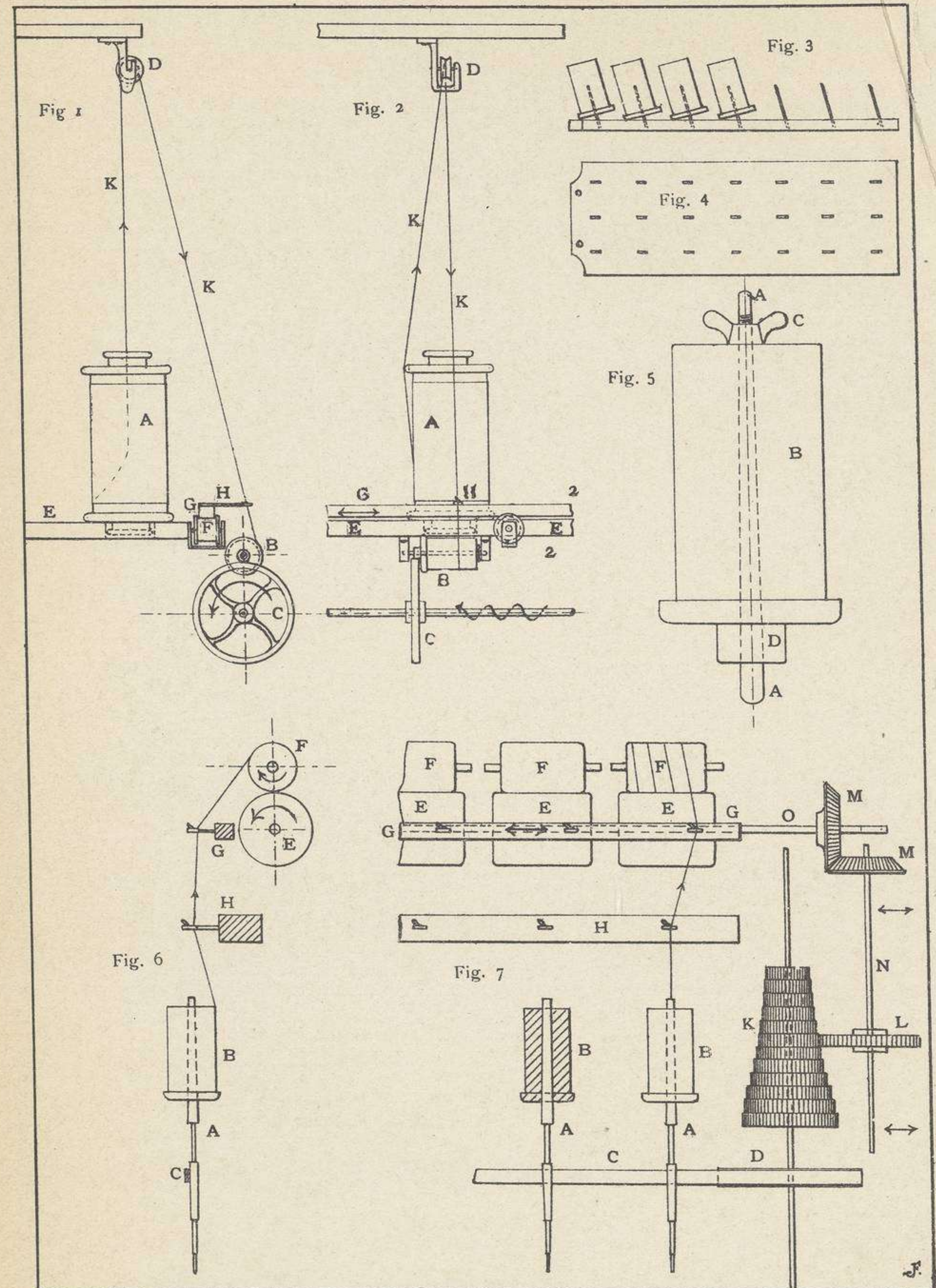








Fig. 1

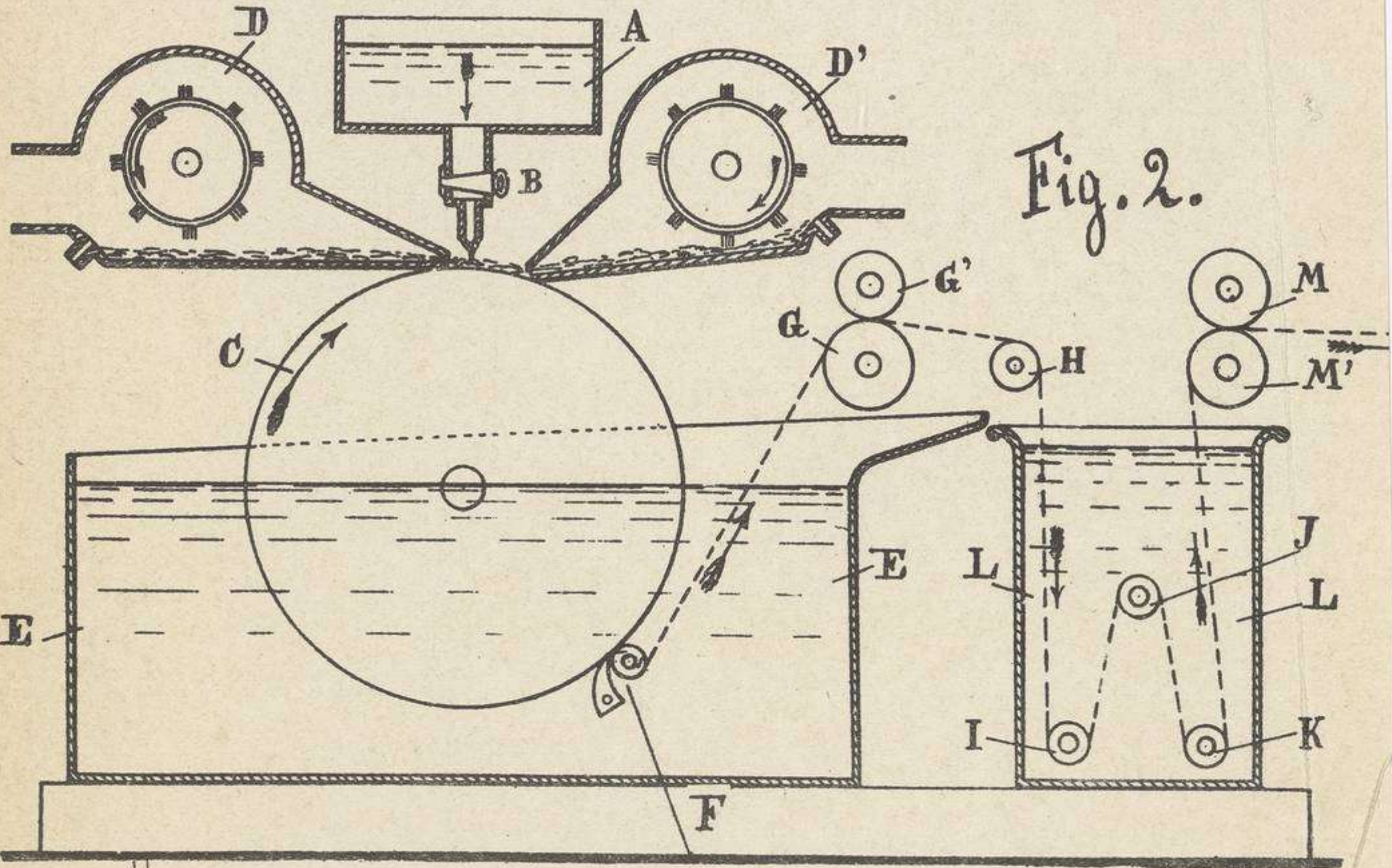
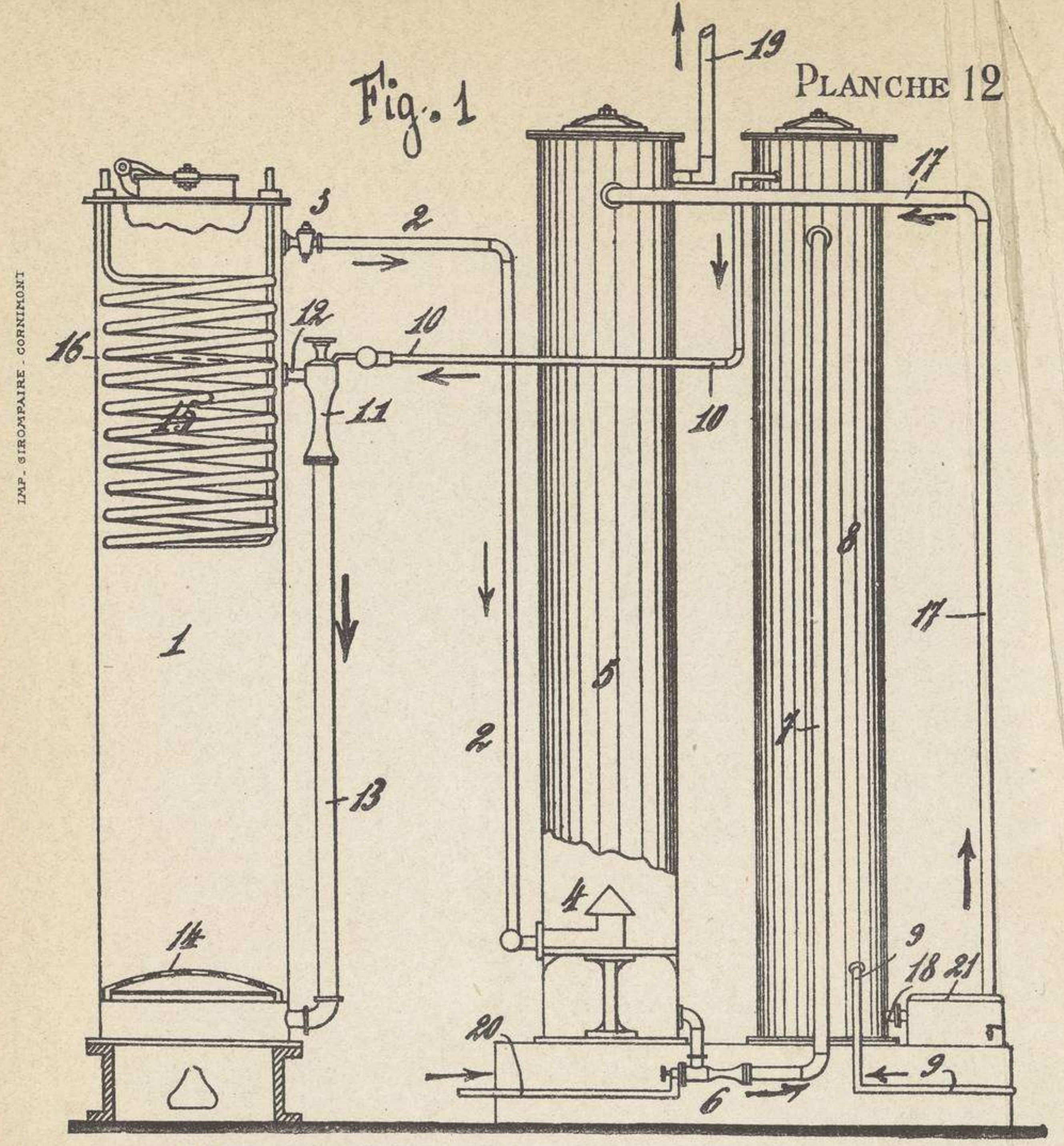


Fig. 2.

IMP. SIROMPAIRE CORNINGONT







**QUIRI &**



**ie**

«

**S. à r. l.**

**CONSTRUCTEURS**

**SCHILTIGHEIM - (ALSACE)**

**SPÉCIALITÉ :**

**INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES**

**SYSTÈME QUIRI-RAU**

**pour toutes Industries**

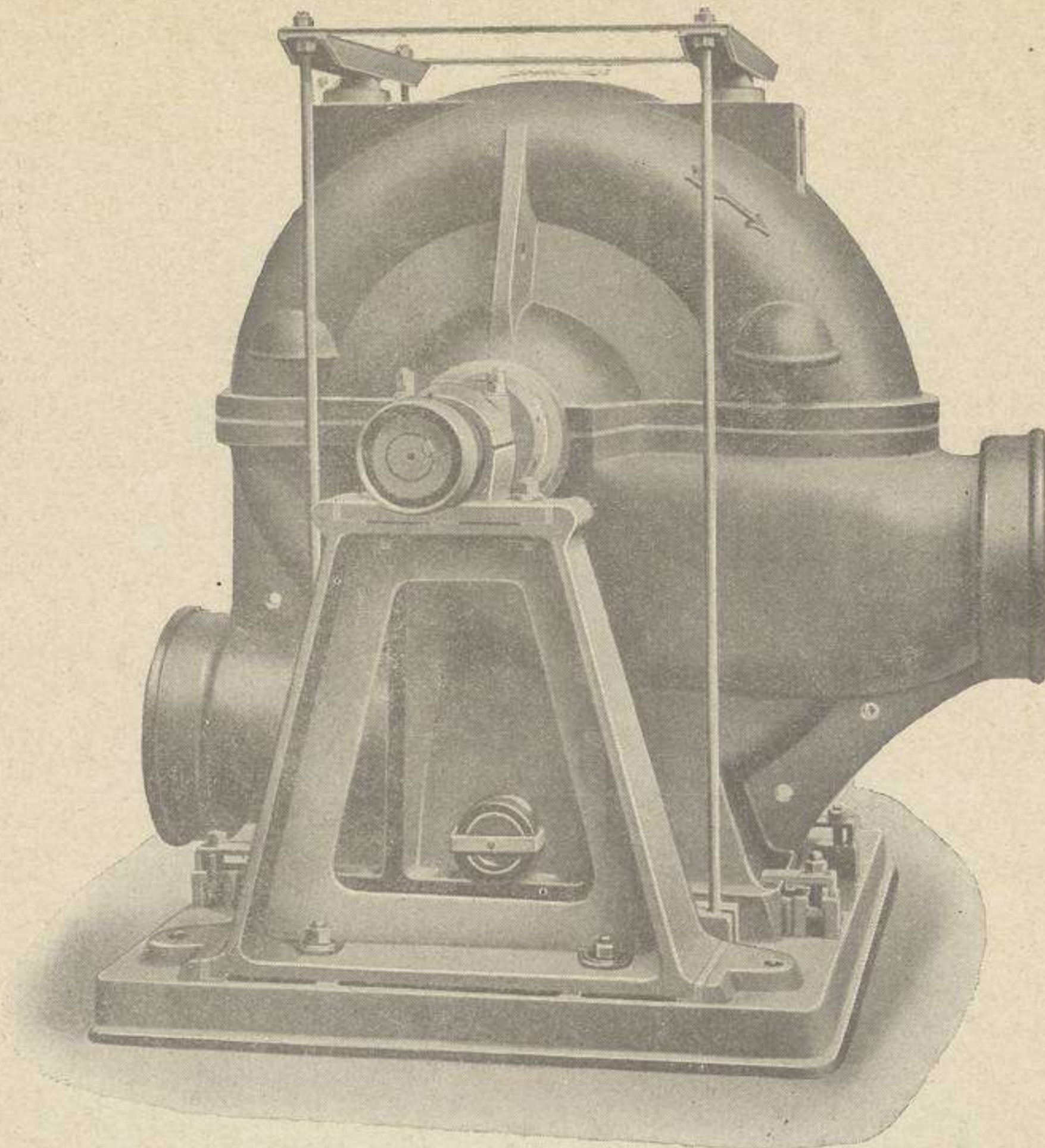
**MACHINES A GLACE**

**Plus de 900 Applications**

parmi lesquelles :

la Fabrique de Soie artificielle à <i>Niedermorschwiller-Alsace</i>	: 2	Machines de 2 × 60000 calories
la société de la Soie artificielle à <i>Izieux (Loire)</i>	: 2	« 2 × 40000 «
M. E. Crumière, & C <sup>ie</sup> Fabrique de Soie art <sup>le</sup> à <i>Flaviac (Ardèche)</i>	: 1	« 15000 «
la Hœlsteiner Kunsttextilfabrik à <i>Hœlstein (Suisse)</i>	: 1	« 2000 «
L. Crumière & C <sup>ie</sup> <i>Le Pouzin (Ardèche)</i>	: 1	« 5000 «

**DEUTSCHE STEINZEUGWAARENFABRIK**  
für Canalisation und Chemische Industrie  
**FRIEDRICHSFELD IN BADEN.**



**KOMPLETTE NITRIERANLAGEN**

in Verbindung mit Anlagen zur Wiedergewinnung der verbrauchten Salpeter- und Schwefelsäure oder zur Vernichtung der nitrosen Dämpfe.

**EINZELAPPARATE** als :

Exhaustoren, Injectoren, Condensationstürme mit modernen Füllungen, und Berieselungseinrichtungen mittels Druckautomaten oder Pumpen, Gas- und Säureleitungen, auch eisen- und bleiarmiert, **ABSPERRVORRICHTUNGEN** wie Absperrschieber, Drosselklappen, Ventile, Hähne, letztere auch eisen- und bleiarmiert, Säurebehälter in jeder Grösse und Form

aus

unserem bekannten, säurebeständigen Steinzeugmaterial.

**INSTALLATIONS COMPLÈTES**

**DE NITRATION** combinées avec des installations pour la récupération des acides nitrique et sulfurique employés, ou pour la destruction des vapeurs dégagées.

**APPAREILS SPÉCIAUX**

Ventilateurs, Injecteurs, Tours de condensation à remplissage moderne, et dispositif de ruisselage automatique par Montejus automatiques ou pompes; Tuyauterie en grès résistant aux acides, aussi armées de plomb et de fer.

**DISPOSITIFS D'ARRÊT**

comme vannes, soupapes et robinets, ces derniers aussi armés de plomb et de fer, réservoirs à acide de toute grandeur et de toute forme,

en notre grès spécial,

bien connu et résistant aux acides.









22



THE  
HISTORY  
OF  
THE  
CITY  
OF  
NEW  
YORK  
FROM  
1624  
TO  
1898  
BY  
JOHN  
BURNETT  
AND  
JAMES  
MORSE

22108