

---

LES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES  
DU  
**COMTE DE CHARDONNET**  
ET  
L'INVENTION DE LA SOIE ARTIFICIELLE

---

DISCOURS PRONONCÉ

PAR

**M. GABRIEL BERTRAND**

Membre de l'Académie des Sciences.

A L'OCCASION DU CINQUANTENAIRE DE LA SOIE ARTIFICIELLE

A BESANÇON

le jeudi 28 mai 1936.

---

Louis-Marie-Hilaire Bernigaud, comte de Chardonnet de Grange, naquit à Besançon le 1<sup>er</sup> mai 1839. Sa famille était originaire de Lyon, d'où elle vint s'établir en Bourgogne au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Il fit ses premières études dans la maison et sous la direction de son père, puis travailla à la Faculté des Sciences de Besançon où il

eut comme professeurs Resal pour la Mécanique, Person pour la Physique, et Loir, beau-frère de Pasteur, pour la Chimie.

Tout en poursuivant ses études scientifiques, il cultivait les beaux-arts. Ses dessins et ses enluminures étaient remarquables et il jouait du piano d'une façon délicieuse.

En 1859, il fut admis à l'École Polytechnique, sans avoir passé par aucune école préparatoire et au grand étonnement de son entourage. Il était très mondain et l'on pensait qu'il donnait trop peu de temps au travail pour parvenir à quelque chose. Il sortit de l'École dans le corps des Ponts et Chaussées et donna bientôt sa démission pour des raisons de famille.

Après avoir voyagé à l'étranger, il épousa, en 1865, Mademoiselle de Ruolz-Montchal, nièce de l'inventeur de la dorure galvanique. A l'exemple de son oncle par alliance, il installa un laboratoire particulier, dans sa maison de famille, à Besançon, et se consacra dès lors à la recherche scientifique.

Muni de connaissances très étendues, observateur passionné de la Nature au milieu de laquelle il vivait, doué d'une imagination sans cesse en mouvement, acharné au travail, s'intéressant à la fois aux problèmes purement spéculatifs et aux questions du domaine le plus pratique, il a consacré, avec un rare bonheur, tous les moyens dont il disposait à de très nombreuses recherches.

Les premières eurent pour objet d'élucider le rôle si important joué dans les êtres vivants par les rayons ultraviolets.

Quand le rayonnement du Soleil est décomposé par l'effet d'un prisme, des gouttelettes d'un nuage ou d'un jet d'eau, il apparaît ce que les physiciens appellent un spectre lumineux, ce que tout le monde connaît sous le nom d'arc-en-ciel. Les magnifiques couleurs qui caractérisent ce spectre vont du rouge au violet, en passant par l'orangé, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo. Mais la décomposition ne s'arrête pas à ce que notre œil perçoit. C'est ainsi qu'au-delà du violet, il y a des radiations très actives sur la plaque photographique. Ce sont elles que l'on désigne sous les noms de rayons ultraviolets ou de rayons chimiques.

Les rayons ultraviolets provoquent un très grand nombre de phénomènes, en particulier des fluorescences et des transformations chimiques.

Chardonnet a d'abord étudié, au moyen d'un dispositif optique imaginé par lui, l'absorption de tels rayons par les liquides d'origine végétale. Ces liquides paraissent tous avides de rayons chimiques, ils les retiennent comme un écran, même en faible épaisseur: la sève printanière de la vigne, le vin blanc et le vin rouge, un grand nombre de décoctions de racines, de tiges, de feuilles, de fleurs et de fruits, présentent cette remarquable faculté d'absorption. Les résultats sont plus variés avec les liquides d'origine animale; ainsi le sang, même dilué, est un absorbant énergique, tandis que le blanc d'œuf n'a presque aucune action.

Chardonnet a mesuré ensuite l'absorption élective exercée sur les rayons ultraviolets par les milieux de l'œil.

Il a utilisé, pour ces recherches, non seulement les radiations du Soleil, mais encore celles produites par l'arc électrique dont la partie ultraviolette est plus étendue que celle émanée de la source naturelle.

Ses observations ont porté sur les yeux humains, sur ceux de mammifères, tels que le chat, le bœuf, le lièvre, d'oiseaux, tels que l'épervier, le dindon, la chouette, enfin sur ceux de la carpe et de la grenouille.

Chardonnet a trouvé que les divers milieux de l'œil, à l'exception du cristallin, sont plus ou moins transparents aux radiations ultraviolette d'origine solaire, mais qu'ils ne se laissent pas traverser par celles qui sont produites en outre par l'arc électrique. Le cristallin, en particulier celui de l'homme, ceux aussi du bœuf et de la grenouille, sont complètement opaques aux rayons ultraviolets, aussi bien ceux du soleil que ceux de l'arc électrique. Il servirait ainsi d'écran contre l'action chimique de la lumière et la rétine, dans les circonstances ordinaires, ne serait impressionnée que par les radiations purement lumineuses.

Chardonnet s'est alors demandé ce qui arrive chez les individus auxquels le cristallin a été enlevé par l'opération de la cataracte. Théoriquement, ils pourraient percevoir la partie des rayons ultraviolets qui n'est pas absorbée par les autres milieux de l'œil. Pour trouver la solution du problème, il a eu recours au témoignage de deux malades opérés par le Dr Saillard, professeur distingué de la Clinique chirurgicale de l'École de Médecine de Besançon. Les opérations avaient été réalisées avec un plein succès depuis plusieurs années. Chardonnet produisit un arc électrique dans une lanterne dont l'ouverture était fermée par une double glace argentée de Foucault qui ne laisse passer que des rayons ultraviolets. Il a constaté avec le Dr Saillard que les deux opérés percevaient très bien l'image de l'arc électrique; cette image invisible pour les personnes normales, leur apparaissait teintée en bleu clair.

A la suite de la communication à l'Académie des Sciences des faits ci-dessus, une discussion s'est engagée dans les Annales d'Ophtalmologie sur la question de savoir si les opérés de la cataracte voient bleu. Plusieurs praticiens distingués ont répondu affirmativement.

Laissez-moi vous citer à ce sujet un épisode de la vie de Chardonnet qui met bien en valeur son caractère de savant, toujours avide de rechercher la vérité et qui ne néglige aucune occasion de la découvrir. En 1895, une douzaine d'années après les recherches que je viens de vous rapporter, Chardonnet fut atteint lui-même de cataracte. Il fallut attendre jusqu'en 1900 pour réaliser l'opération. La certitude d'une affection qui allait le rendre pendant dix-huit mois presque complètement aveugle ne lui enleva rien de sa sérénité. Il pensa seulement qu'il allait avoir l'occasion de vérifier les particularités de vision qu'il avait observées autrefois sur les opérés de la cataracte et d'élucider par lui-même la question. Il a pu constater effectivement, après avoir subi l'opération, en regardant une surface blanche, un drap de lit, par exemple, qu'il la voyait teintée en bleu pâle, comme du linge trop fortement bleuté au blanchissage. Cette sensation s'affaiblit d'ailleurs après quelques mois, soit par l'habitude, soit parce que les liquides de l'œil s'opacifient.

Au cours de ses études sur la transparence des milieux visuels, Chardonnet avait constaté que l'œil des oiseaux de nuit est plus transparent que tout autre pour les rayons ultraviolets. Et cependant, ces animaux ne réagissent nullement quand on les fait passer, même brusquement, de l'obscurité à la lumière du soleil ou de l'arc électrique. Cette insensibilité apparente lui a fait penser qu'un organe, dont on ne connaissait pas jusqu'alors la fonction, pourrait bien intervenir dans la circonstance.

En disséquant l'œil des oiseaux, les anatomistes y avaient découvert un organe spécial qu'ils avaient appelé: le peigne. Cet organe a la forme d'une membrane mince, noire, opaque, repliée à la manière d'un dessus d'ombrelle, et dont le centre est inséré sur la rétine, au point où le nerf optique pénètre dans l'œil. A l'état fermé, cet organe a son axe dirigé vers le centre du cristallin: il ne peut alors intercepter beaucoup de lumière, ni empêcher la formation de l'image sur la rétine. Quand au contraire il est déployé, il fait office d'écran et la rétine est dans l'obscurité. Le peigne, dont le rôle physiologique était méconnu avant Chardonnet, sert donc à protéger la rétine de l'oiseau contre une lumière trop vive. Si l'aigle peut diriger son regard vers le soleil, c'est parce qu'il en arrête les rayons en déployant cet organe.

Chardonnet n'était pas seulement un théoricien, c'était aussi un esprit pratique.

Poursuivant ses recherches sur l'œil et se plaçant alors au point de vue de l'hygiène de la vue, il a comparé entre eux divers éclairages et, notamment, celui fourni par la lampe Edison; c'était en 1883. Il est arrivé ainsi à la conclusion que « ce dernier genre de lumière doit être préféré dans les ateliers, les bureaux, les écoles surtout, partout où l'homme, travaillant longtemps à la lumière artificielle, doit ménager à tout prix le plus précieux de ses sens. »

Ces prévisions ont reçu, comme vous savez, la sanction d'une pratique longue et décisive.

J'ai dit que Chardonnet s'était servi, pour ses expériences sur les opérés de la cataracte, d'une lanterne électrique dont la fenêtre était

fermée par des glaces argentées. L'astrophysicien Foucault plaçait au-devant de ses lunettes une glace plane recouverte d'une couche d'argent excessivement mince qui laissait encore passer la lumière, mais qui, réfléchissant les radiations obscures, préservait les instruments.

Chardonnet a étudié d'une façon plus complète les propriétés de ces glaces argentées de Foucault. Il a vu que la couche métallique, à mesure qu'elle est plus épaisse, ne laisse passer, jusqu'à une certaine limite, que des radiations de plus en plus courtes. Il en a préparé d'une épaisseur telle que toutes les radiations lumineuses soient réfléchies, mais que les ultraviolettes puissent encore traverser. Et c'est avec des glaces de cette sorte que Chardonnet a fermé les fenêtres de sa lanterne. Il en est résulté qu'au jugement de notre œil, sa lanterne, cependant munie d'un arc électrique, n'éclairait pas. Allumée dans une chambre complètement noire, elle n'y apportait pas la moindre lueur. Et cependant, si on la dirigeait vers une statue de marbre, par exemple, devant laquelle était braqué un appareil photographique, on obtenait, grâce au faisceau de radiations ultraviolettes, une photographie de la statue presque aussi facilement que si on avait opéré en plein jour. Cette curieuse expérience, comme celles que je vous ai précédemment décrites, montre à la fois l'esprit d'observation, l'originalité et l'ingéniosité de Chardonnet.

Nous allons retrouver ces qualités et d'autres encore dans la grande œuvre qu'il a mise au point et qui l'a rendu célèbre dans le monde entier, je veux dire la fabrication industrielle du fil de cellulose, plus connue sous le nom de soie artificielle ou bien encore de rayonne.

Avez-vous jamais observé des vers à soie et surtout les avez-vous regardés tissant leur cocon? C'est un spectacle plein d'attrait.

Comme tous les insectes de l'ordre des Papillons ou Lépidoptères, le Bombyx du mûrier, dont le ver à soie est la larve, subit, au cours de son existence, plusieurs transformations: au sortir de l'œuf, il ressemble à un petit ver noir de quelques millimètres. Doué d'un appétit insatiable, ce ver dévore des quantités relativement énormes de feuilles de mûrier et grandit en l'espace de 4 à 5 semaines jusqu'à attein-

dre 8 à 9 centimètres. C'est alors une chenille de la grosseur du petit doigt et de couleur blanche.

Une once de graines de vers à soie, c'est-à-dire 30 grammes d'œufs, donnent naissance à une poignée de petits vers d'abord très faciles à nourrir. Mais ces petits vers sont au nombre d'environ 35.000; en grandissant, ils arrivent, vers la fin, à consommer journellement jusqu'à une centaine de kilog. de feuilles fraîchement cueillies; aussi faut-il alors toute l'activité d'une famille d'éducateurs pour satisfaire leur fringale.

Enfin, les vers sont mûrs et prêts à filer. On met à leur disposition des rameaux de bruyère, de bouleau ou de genêt. Et voici qu'ils montent et choisissent chacun, entre quelques brindilles, un endroit commode pour construire leur cocon.

Ils commencent par attacher et étendre en tous sens un filament, sans doute gommeux au moment où il sort de la filière, située près de la bouche, qui sèche aussitôt fixé. Ce filament est destiné à maintenir le cocon. L'animal continue à filer, mais seulement au centre de la place; il balance sans arrêt la tête d'un côté à l'autre, tout en se retournant d'un mouvement très curieux qui lui permet de former des enveloppes successives, appliquées les unes à l'intérieur des autres, jusqu'à l'obtention finale d'une coque dans laquelle il reste enfermé et se transforme, d'abord en chrysalide, puis en papillon.

Pour la filature, on n'attend pas cette dernière transformation car, pour sortir, le papillon perce les couches du cocon et la soie est en grande partie perdue. On rassemble les cocons dès que les vers sont chrysalidés, on les débarrasse de la bourre extérieure, formée par les premières parties du filament de l'insecte et on dévide les fils de soie qui, d'une seule pièce, les constituent.

La longueur du fil de soie tiré d'un cocon varie avec la race du ver et les circonstances de l'éducation. Elle est considérable, car on l'estime comprise entre 500 et 1500 mètres, soit, en moyenne, environ un kilomètre. Le poids du fil est seulement d'un tiers de gramme. Il en résulte que son diamètre est très petit. Suivant les races et aussi la portion considérée, car le fil s'amincit vers la fin,

ce diamètre est seulement de 2 et 3 centièmes de millimètre. Malgré cette extrême finesse, il est très résistant. La soie est même de toutes les fibres textiles la plus tenace. Pour déterminer la rupture d'un fil de soie mouliné de 1 millimètre carré de section, obtenu en associant plusieurs fils originaux, il faut un poids de 43 kilogrammes. La soie est également très élastique, ce qui lui permet de s'allonger beaucoup avant de rompre. Elle est mauvaise conductrice de la chaleur et, par conséquent, protège très bien contre le froid. Elle est très facile à teindre et conserve solidement les couleurs les plus variées. Enfin, et surtout, elle est douée d'un magnifique éclat qui, joint à toutes ses autres qualités, en font une fibre textile vraiment idéale.

On comprend, après cette rapide évocation de la vie du Bombyx et de sa curieuse industrie, que des observateurs imaginatifs, frappés à la fois par le spectacle de la confection du cocon et par les qualités incomparables de la soie, aient songé à produire, d'une manière artificielle, un fil ressemblant à celui secrété, après tant de labeur, par la larve de l'insecte.

Déjà en 1665, un naturaliste anglais, Robert Hooke, a suggéré aux lecteurs de sa *Micrografia* l'idée de préparer à partir des glutens, une solution gélatineuse ayant des propriétés semblables et même supérieures à celle de la substance produite par le ver à soie. Il serait alors facile, selon lui, d'obtenir des fils fins pouvant rapporter de gros bénéfices à son inventeur.

En 1734, le célèbre Réaumur, examinant, comme il l'appelle « la liqueur à soye », contenue dans les glandes-réservoirs du ver, la compare, dans le premier volume de son « Histoire des Insectes », à une sorte de vernis ou de gomme liquide que la chenille peut faire sortir de sa filière pendant qu'elle est encore gluante et qui se dessèche aussitôt. Il se demande, en conséquence, pourquoi nous ne pourrions pas nous-mêmes faire de la soie avec nos gommes et nos résines. « Cette idée, ajoute-t-il, qui pourrait d'abord paraître chimérique, ne semblera pas telle lorsqu'on viendra à l'approfondir », et il va jusqu'à rappeler « les procédés simples au moyen desquels on parvient

à faire des écheveaux de fils de verre, la plus raide et la plus cassante de toutes les matières que nous connaissons.»

Mais il y a loin de la suggestion à la réalisation, de la théorie à la pratique. Le premier brevet sur la fabrication de la soie artificielle n'apparut qu'en 1855. Il est dû à Audemars, de Lausanne, qui tenta de transformer les fibres des branches de mûrier en fil textile par un procédé chimique. Il mit à profit, pour cela, les découvertes de Braconnot, de Pelouze et de Ménard sur la nitration de l'amidon et de la cellulose.

Braconnot avait obtenu, en 1833, une substance gommeuse et très inflammable, « la xyloïdine », en traitant l'amidon, les fibres ligneuses et d'autres substances analogues, par l'acide nitrique. Cinq années plus tard, Pelouze prépara une substance très voisine avec le papier et avec le coton. Il appela ce produit « pyroxyline » et proposa d'en faire des gargousses.

Enfin, en 1846, Louis Ménard, plus connu comme peintre, écrivain et poète que comme chimiste, découvrit, en collaboration avec Florès Domonte, la solubilité de la pyroxyline ou nitrocellulose dans un mélange d'alcool et d'éther. La solution épaisse ainsi obtenue a été employée, plus tard, sous le nom de collodion, en chirurgie, puis en photographie.

Audemars fit dissoudre le produit de la nitration des fibres du mûrier, avec un peu de caoutchouc, dans un mélange d'alcool et d'éther; il plongea dans la solution épaisse une pointe d'acier et obtint, en retirant celle-ci, des filaments doués de consistance après dessiccation à l'air. Mais, comme il est facile de le comprendre, ce procédé primitif n'avait rien d'industriel.

En 1862, Ozanam proposa de se servir pour le filage des solutions visqueuses d'une sorte de filière à plusieurs trous, pensant imiter mieux ainsi le ver à soie, mais sa publication, comme les précédentes, fut sans suite pratique et tomba dans l'oubli.

La découverte de l'éclairage à incandescence par la lampe à filament de charbon d'Edison ramena l'attention des inventeurs sur les

suggestions et les expériences que je viens de vous rapporter. Le filament de charbon était préparé, à l'origine, par chauffage au rouge de la fibre de bambou; on n'obtenait ainsi que très difficilement un produit régulier. On songea alors à remplacer les fibres du bambou par de gros fils obtenus à l'aide de solutions épaisses de cellulose dans le réactif au cuivre de Schweitzer ou de nitrocellulose dans un mélange d'alcool et d'éther. C'était un premier pas sérieux vers la fabrication d'un textile artificiel. Il fut donné au comte de Chardonnet d'étudier scientifiquement cette fabrication et, chose vraiment admirable, de la réaliser, malgré les innombrables difficultés qui se présentèrent, jusqu'au succès le plus triomphant.

Comme beaucoup d'entre nous, Chardonnet avait eu l'occasion, au temps de sa jeunesse, de pratiquer l'éducation des vers à soie. Il avait observé, raconte-t-il lui-même, que si le liquide contenu dans les organes de la soie de l'insecte se solidifie instantanément aussitôt qu'il est projeté à l'air, c'est grâce à son contact avec un autre liquide sécrété par les lèvres des filières; le premier forme le brin de soie proprement dite, tandis que le second se fige à la surface et colle ensemble les deux filaments ou brins, simultanément émis par l'animal.

Cherchant à imiter la Nature, Chardonnet essaya de lancer à travers la pointe effilée d'un tube de verre un mince filet d'une solution cellulosique au sein d'un liquide coagulant. Le résultat fut conforme à ses prévisions; il obtint un fil suffisamment solide. Mais, après quelques minutes, du liquide coagulant pénétrait dans la pointe de verre et bouchait l'ouverture.

Encouragé par le succès partiel de cette première expérience, Chardonnet se mit sérieusement à l'œuvre; il y consacra plus de trente années d'efforts.

Le but industriel était, en effet, particulièrement difficile à atteindre. Loin d'être simple, il comportait un grand nombre de problèmes qu'il fallait résoudre successivement, sans en oublier un seul, sous peine de rendre tout l'ensemble inutilisable.

Se proposant tout d'abord d'imiter l'éclat soyeux, il fallait en

rechercher les conditions scientifiques. Chardonnet reconnut que le fil doit être fin, homogène et transparent, de façon que la lumière joue dans l'intérieur comme dans un diamant: les fils de verre, de gélatine, de sucre même présentent cette propriété. Mais il faut aussi que ces filaments offrent une solidité, sinon égale, au moins comparable à celle de la soie. Chardonnet a essayé patiemment toutes les catégories de substances filables connues, depuis le verre jusqu'au sérum du sang; il n'a rencontré les qualités requises que chez les fils de collodion, liquide visqueux obtenu, comme je vous l'ai dit, en dissolvant de la nitrocellulose dans un mélange d'alcool et d'éther. Chardonnet s'est donc forcément attaché à l'utilisation de cette substance.

Or, à cette époque, on savait très mal ce qu'était la nitrocellulose. La composition et les propriétés de ce produit de laboratoire variaient beaucoup avec les circonstances de sa préparation; c'est ainsi, en particulier, que la nitrocellulose était plus ou moins soluble, parfois même insoluble dans le mélange d'alcool et d'éther. Elle était aussi très instable et se décomposait spontanément. Chardonnet a dû reprendre en détail la préparation des nitrocelluloses. Au cours de cette essentielle et patiente étude, il a résolu non seulement le problème qui l'intéressait personnellement, mais encore celui de la fabrication du fulmicoton à l'usage de la pyrotechnie. Il a fait profiter généreusement de ses résultats le Ministère de la Guerre et a reçu, à cette occasion, la croix de la Légion d'Honneur.

Toutes les celluloses ne se prêtent pas aisément à la nitration: leur structure, les impuretés qu'elles renferment, s'opposent plus ou moins à l'action des réactifs ou la rendent irrégulière; elles influent aussi sur la conservation du produit nitré. Chardonnet a résolu le problème en s'adressant aux linters, c'est-à-dire aux poils courts qui recouvrent les graines de cotonnier. Les poils longs sont employés en filature; les linters, ayant moins de 25 millimètres, ne peuvent servir à cet effet et sont meilleur marché. Ils représentent, en même temps une matière première d'une assez grande régularité.

La cellulose peut être nitrée à des degrés divers. Très peu nitrée, elle ne se dissout pas encore dans le mélange d'alcool et d'éther et n'est pour ainsi dire pas explosive. Nitrée à fond, elle n'est pas non plus soluble, mais elle constitue un explosif puissant, le coton-poudre ou fulmicoton. Pour préparer une bonne solution de nitrocellulose, il est nécessaire d'arrêter la nitration à un degré très précis; ni trop en dessous, sans cela la dissolution serait imparfaite, ni trop en dessus, parce qu'alors la consistance serait trop faible et le fil obtenu moins résistant.

Si l'on songe que le degré de nitration dépend des moindres variations de la matière première, de la concentration des acides, de la température et de la durée du contact, etc., on se demande comment Chardonnet a pu réaliser cette partie délicate et importante de la fabrication et la rendre pour ainsi dire indépendante des conditions si diverses qui tendent à empêcher sa réussite industrielle.

Chardonnet y est parvenu à l'aide d'une méthode de surveillance extrêmement ingénieuse et d'une grande simplicité. Il a reconnu, contrairement d'ailleurs à ce que l'on pensait, que la nitration s'accomplit, non pas d'une manière continue, mais par étapes brusques et, ce qui est très précieux, que chaque étape peut se reconnaître à une couleur différente de la fibre nitrée, lorsqu'on examine celle-ci au microscope polarisant. Ce point étant parfaitement établi, on suit la nitration au microscope et on l'arrête quand apparaît la couleur correspondant au meilleur résultat attendu. Chardonnet a aussi découvert que l'hydrate de nitrocellulose est particulièrement favorable à la préparation du collodion.

Je passe sur une quantité de détails, sur les soins pris par Chardonnet pour mettre les ouvriers à l'abri des vapeurs nitreuses, qui occasionnent trop souvent des accidents dans les usines où l'on produit du fulmicoton (poudreries, fabriques de celluloid, etc.) et j'arrive au filage de la nitrocellulose.

Chardonnet avait été très gêné, au début de ses recherches, par l'obturation rapide du tube étiré à travers lequel il forçait la solution

cellulosique à sortir. Il lui a donc fallu trouver un bec qui permit de filer indéfiniment sans interruption. Il y a réussi, après de nombreux essais, en soudant un tube capillaire en verre sur un autre tube de verre plus large. Le bec ainsi construit, véritable ver à soie artificiel, bien étudié quant à sa forme et à ses dimensions, a été présenté à l'Académie des Sciences dans sa séance du 29 avril 1889. Il a si bien rempli depuis son office qu'à des milliers d'exemplaires il a servi dans toutes les usines fondées par Chardonnet, sans qu'on ait pu en trouver un meilleur.

Grâce à ce bec et à l'emploi de la nitrocellulose hydratée, qui introduit dans la composition du collodion même l'élément coagulant indispensable, il a été possible de supprimer l'eau baignant l'orifice de la filière et de faire déboucher le collodion directement à l'air libre: les solvants s'évaporent et la nitrocellulose reste sous forme de fil. La machine à filer est devenue de ce fait plus simple et plus maniable.

La dissolution de la nitrocellulose se fait dans des malaxeurs analogues aux pétrins mécaniques, mais de forme spéciale. Cette solution est épaisse et visqueuse; il faut cependant la filtrer de manière à n'y laisser ni bulle d'air, ni particule indissoute, sous peine de couper le fil ou de boucher la filière. C'est une opération délicate. Chardonnet a réalisé, avec des filtres très ingénieux, des collodions assez purs pour étirer des fils ininterrompus de plus de 40 kilomètres.

Il est curieux de remarquer que dans les trois jours employés par le ver à soie à filer environ un millier de mètres, la filière de Chardonnet en produit 100.000. Encore la larve du Bombyx n'opère-t-elle qu'une fois, au cours du mois de juin, tandis que la filière industrielle travaille toute l'année sans arrêt.

La finesse de la soie artificielle était au commencement beaucoup moins grande que celle de la soie naturelle. Elle n'a pu être diminuée que progressivement. En outre, elle était irrégulière. Pendant des années, il a même été impossible de satisfaire sur ce point le désir de l'acheteur. La moitié du produit répondait à la demande, le reste constituait des écarts qu'il fallait mettre en stock et vendre à

part. Ces irrégularités entraînaient des difficultés commerciales et une augmentation du fond de roulement.

Après de grands efforts, Chardonnet a triomphé de ces nouveaux obstacles par une combinaison de pompes et de régulateurs qui fournissait uniformément une quantité de solution proportionnelle à la longueur du filament à atteindre et calculée pour obtenir rigoureusement la finesse voulue.

Au sortir des filières, les filaments sont réunis par groupes et tordus ensemble, pour constituer le fil proprement dit que l'on enroule sur une bobine, comme pour la soie naturelle.

A cet état, le fil est chimiquement encore formé de nitrocellulose; il est donc, sinon explosif, du moins beaucoup trop inflammable pour être pratiquement employé. Il faut le dénitrer, le ramener à la forme primitive de cellulose. On y parvient en traitant le fil en bobine par une solution tiède d'un sulfure alcalin. La nitration n'a été nécessaire que pour rendre le coton temporairement soluble et permettre de le filer.

Lorsque le fil est bien dénitré, il n'est pas plus combustible que le coton ordinaire; il a acquis une solidité analogue à celles des soies d'Extrême-Orient et possède un éclat supérieur à celui du textile naturel. Par contre, en raison de sa constitution physico-chimique, il ne jouit pas des autres qualités de la soie et il exige, pour être teint, les mêmes traitements que le coton. C'est à cause de ces différences et pour éviter des confusions parfois abusives que l'on désigne à présent le produit industriel par le nom de « rayonne », nom qui rappelle d'ailleurs son magnifique éclat.

L'invention dont je viens d'essayer de donner, très succinctement, les principales caractéristiques, a pris, comme elle le méritait, un développement prodigieux. En quelques années, Chardonnet a fondé et mis en mouvement non seulement les usines de Besançon, mais celles de Spreitenbach (Suisse), de Tubize et d'Obourg (Belgique), de Padoue (Italie), de Sarvar (Hongrie), de Kirklees (Angleterre), etc.

Il est difficile de savoir quelle quantité de soie artificielle était fa-

briquée par toutes ces usines; j'ai seulement trouvé qu'en 1909 trois d'entre elles arrivaient ensemble à produire 2.400 tonnes et qu'en 1927-28, époque de la plus grande prospérité, la seule usine de Tubize filait chaque jour 6.000 kg., c'est-à-dire dans une année plus de 2.000 tonnes.

Pendant assez longtemps, l'invention de Chardonnet a régné en maîtresse, mais le progrès appelant le progrès et le succès la concurrence, de nouveaux procédés de fabrication ont peu à peu vu le jour, notamment le procédé au cuivre, celui à la viscosse et celui à l'acétate. Grâce à une marge suffisante entre les prix de revient et de vente, le procédé au collodion a résisté tant que les droits sur l'alcool et sur l'éther sont restés supportables. Aujourd'hui, malgré la méthode de récupération des vapeurs de solvants imaginée par Chardonnet, cela n'est plus possible et, en dépit de la belle qualité de sa fibre, le procédé au collodion a dû laisser la place à ses concurrents. Mais il reste encore au grand inventeur bisontin le mérite d'avoir provoqué leur éclosion et doté la Chimie industrielle de l'un de ses plus beaux fleurons.

Lorsque l'Académie des Sciences s'augmenta, au sortir de la Grande Guerre, d'une section consacrée aux applications de la science à l'industrie, elle s'adjoignit en la personne de Chardonnet un véritable savant doublé d'un grand inventeur. Le nouvel élu, nommé le 12 mai 1919, siégea dans la section de l'un des deux autres grands savants et grands inventeurs que nous célébrons aussi en cette journée mémorable, à côté de Louis Lumière.

Quelques années plus tard, c'était en 1924, Chardonnet me fit part, après une séance de l'Académie, de pensées qui le hantaient: il se sentait avancé en âge, il avait accumulé au cours de sa longue carrière une quantité d'observations encore inédites, de tours de mains qu'il était seul à posséder. Il ne se croyait pas capable de les décrire et de les publier; cependant, il ne voulait pas que ce fut perdu pour tout le monde. Il me demanda si j'accepterais de m'en charger; dans ce cas, il répéterait les expériences devant moi, me donnerait toutes les explications; et, quand je serais bien documenté, je n'aurais plus qu'à

m'en servir ou à les publier. Il ne m'était pas possible de refuser cette proposition généreuse. Il fut alors convenu qu'il viendrait à mon laboratoire autant de fois que cela serait nécessaire. Nous n'eûmes que trois de ces réunions. Tout était prêt pour la suivante, qui devait avoir lieu le 11 mai. J'attendis inutilement; mon illustre Confrère, malade depuis quelques jours, ne vint pas; ce fut l'annonce de sa mort presque subite qui m'arriva.

Agé de 85 ans, le comte Hilaire Bernigaud de Chardonnet avait donné, jusqu'à la dernière heure de sa vie, l'exemple du travail et du dévouement à la Science.

---