

<u>APPLICATIONS TEXTILE : LA RAYONNE.....</u>	<u>1</u>
<u>Cross, Bevan, Beadle: la découverte de la viscose.....</u>	<u>1</u>
<u>La mission de Bardy.....</u>	<u>2</u>
<u>Clysol et Fibrol.....</u>	<u>3</u>
<u>Création de la Société Française de la Viscose.....</u>	<u>3</u>
<u>Préparation de la viscose et filature.....</u>	<u>7</u>
<u>Les applications non textiles.....</u>	<u>8</u>
<u>La création du C.T.A.....</u>	<u>9</u>
<u>La fibranne.....</u>	<u>10</u>
<u>Le développement des sociétés textiles.....</u>	<u>11</u>
<u>Après 1930.....</u>	<u>17</u>
<u>Nouvelles Rayonnes.....</u>	<u>18</u>
<u>Prospectives.....</u>	<u>24</u>
<u>La fin des activités textiles viscose en France.....</u>	<u>24</u>
<u>Les produits dérivés de la viscose.....</u>	<u>25</u>
<u>Références générales.....</u>	<u>26</u>
<u>Document 1 - Propriétés comparées des soies naturelles et artificielles.....</u>	<u>27</u>
<u>Document 2 - Production mondiale des soies artificielles.....</u>	<u>27</u>
<u>Document 3 - Tableau récapitulatif des usines et des principales sociétés textiles de viscose.....</u>	<u>28</u>

LA VISCOSE

APPLICATIONS TEXTILE : LA RAYONNE

Cross, Bevan, Beadle: la découverte de la viscose

En 1892, Cross, Bevan et Beadle déposent à Londres un brevet sur une nouvelle substance issue de la cellulose, qu'ils baptisent "viscose". En France, c'est le brevet 227.034 du 5 avril 1893, "*Nouveau mode de production de cellulose soluble*". Les inventeurs étudient depuis longtemps la cellulose. Déjà, en 1881, ils sont réunis pour travailler sur ce sujet dans le laboratoire du gouvernement du Royal Botanic Garden à Kew, près de Londres. Au sein de cet établissement ou dans le cadre d'une activité d'ingénieur-conseil à New Court, ils poursuivent leurs activités: recherches, expertise, assistance aux sociétés utilisant la matière cellulosique, en particulier les papeteries. Ils étudient le moyen de préparer la cellulose à partir du bois (en relation avec Ekman, inventeur du procédé au sulfite) et s'intéressent particulièrement aux moyens de solubiliser la cellulose par des procédés chimiques ou physiques. La cellulose est un polyol qui n'est soluble ni dans l'eau, ni dans les solvants organiques connus à cette époque : en 1869, "*on ne connaît qu'un seul réactif susceptible de la gonfler et de la dissoudre*", le réactif de Schweitzer. Les fonctions OH, on le sait, peuvent être nitrées, acétylées : elles doivent donc aussi présenter les autres caractères de la fonction alcool, en particulier celui de réagir avec la soude caustique pour donner des alcoolates de sodium qui, on le sait aussi à cette époque, sont susceptibles de s'associer aux molécules de sulfure de carbone pour former des xanthates (ou xanthogénates). Cross et Bevan vérifient que la cellulose réagit bien avec la soude pour former l'alcali-cellulose et que celle-ci additionne le sulfure de carbone en formant une combinaison soluble dans les solutions alcalines, dont le caractère le plus évident est une viscosité "extraordinaire". Aussi dénomment-ils ce nouveau produit "*viscose*".



Cette viscose, solution de xanthate de cellulose dont la concentration ne dépasse pas 10 à 20 %, présente aussi la propriété de régénérer la cellulose facilement, sous certaines conditions, car elle est peu stable. Le passage au xanthate est donc un moyen de solubiliser la cellulose et de la restituer sous la forme et dans les conditions souhaitées.

Quel intérêt industriel peut présenter cette découverte ? Le texte du brevet précédent mentionne en particulier la fabrication de pellicules et d'apprêts. Afin de supporter, promouvoir et développer leurs recherches avec l'aide d'industriels comme Pears, fabricant de savon, Alfred Nobel et autres, ils fondent en 1894 pour l'Angleterre la Viscose Syndicate C°, au capital de 12.000 livres, détentrice des droits des inventeurs. Pears en est le président. Dans un atelier très modeste, "*un peu plus qu'un cabanon*", est installée à Erith une petite fabrication de viscosse destinée à échantillonner d'éventuels utilisateurs. Pour l'Europe, les droits sont acquis par le prince de Donnersmarck dans le cadre de la Continental Viscose G.M.B.H. de Breslau et Berlin. Pour l'Amérique et le Canada, ils sont cédés à un groupe auquel participe Arthur D. Little¹ : un petit atelier est installé à Waltham (Massachusetts).

La mission de Bardy

Quelques années après sa découverte, quelles sont les applications réelles ou escomptées de la viscosse ? Elles sont rassemblées dans un document rédigé par Charles Bardyⁱⁱⁱ. A la suite d'un exposé de E. Thomas, directeur à Paris de la Continental Viscose, en date du 11 avril 1899, Bardy, mandaté comme rapporteur, a "*jugé nécessaire, eu égard à l'importance du sujet, de (se) transporter à Londres afin de pouvoir suivre de visu les diverses phases de la fabrication de la viscosse*". Il a visité "*dans tous leurs détails*", les installations d'Erith pour la fabrication du viscoïd, de Kew pour la filature de la viscosse et de Manchester pour les dérivés acétylés (car Cross étudie aussi l'acétate de cellulose). La relation de Bardy est le témoignage d'un observateur compétent ; c'est un document original, cité en référence par Cross et repris par plusieurs compilateurs les années suivantes.

Les applications de la viscosse découlent de deux propriétés :

- la capacité d'adhésion sur des surfaces minérales ou organiques, expression d'un pouvoir liant, pouvoir susceptible d'être mis à profit dans de nombreuses industries : colles, peintures, apprêts.
- l'aptitude à la transformation d'une substance soluble en milieu aqueux en une substance solide, filmogène, qu'un traitement simple suffit à rendre insoluble dans l'eau et les solvants organiques

Pratiquement, les applications déclarées sont les suivantes :

- la fabrication d'objets par moulage. La viscosse, en solution aqueuse régénère la cellulose par une réaction spontanée ou provoquée par des conditions particulières, chauffage, ajout d'additif déstabilisants. Lorsque la solution de viscosse est abandonnée dans un moule pendant un temps long (plusieurs jours), elle se transforme en un coagulum de cellulose régénérée, gonflée, occupant tout le volume du récipient et qui, après séchage "*se retire peu à peu et se présente sous la forme d'un corps grisâtre ou noirâtre, ressemblant à de la corne, se travaillant avec une extrême facilité et susceptible de prendre un beau poli*". La solution de viscosse peut être chargée avec différentes substances minérales ou organiques et la pâte obtenue, moulée, puis chauffée sans déformation pour compléter la transformation. Sont ainsi fabriqués des culots de lampes à incandescence, manches et poignées divers, ronds de serviette, boules de billard. C'est le Viscoïd fabriqué à Erith, en Angleterre, à la British Viscoïd C°, société dirigée par Beadle.

- l'industrie papetière. La viscosse est utilisable pour le couchage des papiers (papiers d'art) et surtout dans la fabrication des papiers d'emballage et du carton. L'incorporation de viscosse dans la pâte papetière apporte de nombreuses qualités : meilleures propriétés mécaniques, moindre sensibilité à l'eau chaude et froide. La technique est exploitée en Angleterre, mais également en Allemagne dans l'usine du prince Guido Henckel von Donnersmarck.

- l'industrie textile. Elle trouve sa place dans l'ennoblissement, l'apprêtage (bien supérieur, dit-on, à celui que confère l'amidon), le couchage des étoffes (avec ou sans charge, donc transparent

¹ A.D.Little est ingénieur-consultant pour l'industrie de la cellulose. Il est en relation avec Cross et Bevan, dont il suit les travaux, depuis 1892. C'est un des premiers artisans du développement de la viscosse aux Etats-Unis. Il est l'auteur d'un volumineux rapport de la mission qu'il a effectué en Europe avec Daniel C. Spruance, en 1899, sur "*The Technical Development of Viscose on the Continent of Europe and in Great Britain*". (Cité par C.H.Ward-Jackson, The Cellophane Story)

ou opaque), pour assurer des fonctions de protection (résistance aux traitements ultérieurs de blanchiment et savonnage) ou de décoration (effet damassé, papier cuir ou maroquin). Ces applications sont développées par les établissements Grafton d'Accrington et Manchester.

- l'industrie des peintures. La viscosse est une base de peinture grâce à son adhérence sur les supports bois, plâtre, pierre, les couches de peintures à l'huile.

- la production de pellicules. Par coulée sur une table de verre, puis séchage et décollage par immersion dans l'eau, on obtient des pellicules continues, transparentes, tenaces, imperméables aux graisses. Elles sont utilisées à l'époque pour la fabrication de fleurs et feuillages artificiels. Ces pellicules, teintées, gaufrées, grainées peuvent être collées sur des supports textiles et servir pour l'imitation du cuir (produit étudié par la maison Williamson de Lancaster) ou être employées comme membranes osmotiques (elles seront adoptées par l'Institut Pasteur).

- la fabrication de fils textile. Le filage, récemment découvert par Stearn, permet d'obtenir "*des fils de toute nature*".

En 1902, 22 sociétés avaient acquis en Angleterre une licence d'exploitation du procédé viscosse^{iv}. Ses applications commencent à faire l'objet d'articles dans les revues techniques^v.

Clysol et Fibrol

Pour la France, c'est à MM. Decauville et Olivier que sont cédés par la Continental Viscose G.m.b.h. les droits des brevets de Cross, Bevan et Beadle sur la viscosse et ses applications. L'accord a été vraisemblablement signé en 1897 ou 1898. Il ne concerne pas les brevets récents de Stearn sur le filage. Qui sont Decauville et Olivier ? Quel est leur domaine d'intérêt ? Nous l'ignorons. Il semble que ce soit le même Olivier qui a déposé le 9 avril 1898 un brevet "*sur un produit d'imperméabilisation et ses applications aux étoffes, tissus, papier, plumes et fourrures*". Ce texte – qui concerne l'utilisation de cire et caoutchouc, mais ne mentionne pas la viscosse – laisse deviner le domaine professionnel d'Olivier. Les maigres renseignements dont nous disposons sur les débuts de la viscosse en France nous sont apportés par Robert. Selon ce dernier, après la cession de licence, Decauville et Olivier auraient installé un petit atelier d'essais rue de Lappe d'abord, puis au 35 rue Belliard (Paris-18^e). L'*Annuaire* de Paris nous indique, par ailleurs, que la Continental Viscose (directeur Edouard Thomas) est installée au 15 rue d'Enghien (Paris-10^e) à partir de 1899. L'année suivante, on y trouve la société Olivier (M), Clysol et Fibrol. En 1901, la désignation est sensiblement modifiée : Olivier (M), "Produits à base de cellulose". Le nom de Maurice Olivier est présent dans deux brevets relatifs à la viscosse, l'un, concernant le bois-cérame (BF 306895, *Produit industriel imitant le bois, le marbre, la pierre veinée et rubanée, jaspée, dit bois cérame*) ; l'autre aux côtés de Edouard Thomas et de Jean Bonavita (BF 290605, *Nouveau produit industriel, son procédé de fabrication et ses applications en particulier à la peinture industrielle, au couchage*). Plusieurs brevets codéposés par Bonavita en Angleterre (et l'un également en France) avec Thomas ou d'autres laissent penser que la plupart sont le fruit des travaux anglais. Les marques précitées de Clysol et Fibrol témoignent que la première application dont l'exploitation est tentée par Olivier est celle de la peinture. Le Fibrol est une peinture à l'eau à base de viscosse. Additionnée d'huile minérale ou végétale, elle présente une propriété intéressante : appliquée sur des couches anciennes de vernis gras, la pellicule obtenue après séchage se détache du support en entraînant avec elle la vieille couche désagrégée. Le système joue un rôle de décapant. Sous le nom de Clysol, on essayera d'y intéresser la Marine Nationale. Olivier est présent à l'Exposition universelle de 1900 où il expose "*de l'alcali-cellulose, de la viscosse, du fibrol et du viscoïd*". Un grand prix lui est décerné.

Création de la Société Française de la Viscose

Pour examiner les applications éventuelles de la viscosse dans le domaine des lampes à incandescence dont la fabrication des fils suscite toujours un grand intérêt et fait l'objet d'actives recherches, Cross s'adresse à Stearn qui travaille pour le compte et dans les laboratoires de la société Zurich Incandescent Lamp. Stearn est un ancien collaborateur de Swan, un pionnier, qui dès 1877 travaillait à la fabrication des filaments de lampes. Stearn, aidé par un technicien de valeur, Topham,

dont le nom reste attaché à des innovations technologiques de premier plan, conclut à l'intérêt de la viscosse, mais, stimulé par la réussite de Chardonnet, il poursuit ses recherches en vue de fabriquer des fils aptes aux emplois textiles. Il y réussit et, en 1898, dépose un brevet en Angleterre (équivalent français BF 282.200), fonde avec Cross et Bevan The Viscose Spinning Syndicate Ltd consacré aux recherches sur filage et monte une installation expérimentale de filature à Kew.

La logique des choses eût voulu qu'Olivier et Decauville soient, en France, les premiers à s'intéresser aux progrès réalisés par les Anglais dans toutes les applications de la viscosse. Il n'en fut apparemment pas ainsi.

Un industriel dieppois, Lucien Poullard, spécialisé dans le filage de la schappe de soie (fibres courtes et déchets de soie), a connaissance des travaux de Stearn. Il dépêche auprès de lui son directeur, Augustin Pellerin, en vue d'en acquérir une option d'achat. A ce stade, un troisième homme intervient, un certain Duros dont nous ignorons les tenants et les aboutissants et qui semble avoir joué un rôle de devancier ou d'intermédiaire. Il est en relation avec la Viscose Spinning Syndicate et c'est à lui que sont vendues, pour une somme dérisoire, les licences exclusives d'exploitation en France, des brevets de Charles Henry Stearn (BF 292.200 du 17 octobre 1898), de Charles Frédéric Topham (BF 309741 du 8 juillet 1901) et de Cross, Bevan, Beadle (BF 227.034 du 18 janvier 1893), résultat d'un accord sous seing privé entre ces derniers et le Viscose Spinning Syndicate en date du 12 décembre 1902.

Nous ignorons quel tissu de relations et d'intérêts a conduit Augustin Pellerin et Duros à s'associer et à proposer à un groupe d'investisseurs de se lancer dans une opération industrielle. Bronnert, expert en matière de filage de la soie artificielle, n'écrivait-il pas, en 1903, qu'il était réservé quant à l'intérêt du procédé de Stearn ?

Toujours est-il que Pellerin et Duros fondent la Société Française de la Viscose.

" MM Pellerin et Duros font apport à la Société présentement formée de tous les droits de M. Duros sur la propriété d'exploiter en France les brevets de M. Charles Henri Stearn (BF 282.200 du 13 janvier 1899), tous les droits de M. Duros sur le brevet délivré en France à M. Topham sous le N° 309.541, la licence exclusive pour la France, colonies et protectorats pour l'emploi de la viscosse à la fabrication de filament d'après le brevet accordé en France à MM. Cross, Bevan et Beadle le 10 janvier 1893, BF227.034, pour un nouveau procédé de fabrication de cellulose soluble et pour l'emploi de ce corps dans la production de filaments continus sans fin telle que dite licence qui a été cédée à M. Duros par la Société à responsabilité limitée dite Viscose Spinning Syndicate Ltd dont le siège est à Londres Victoria Street 47 résultant d'un contrat sous signature privée en date du 12 décembre 1902 à Londres, intervenu entre elle d'une part et MM Charles Frédéric Cross, Edouard John Bevan et Clayton Beadle, chimistes conseil et essayeur, tous domiciliés 4 New Court, Lincoln'inn, Comté de Londres d'autre part.

M. Duros s'est rendu acquéreur sur l'indication de M. Pellerin et en exécution d'une promesse de vente consentie à ce dernier moyennant un prix de 625.000 F, payé comptant suivant contrat reçu par Maître Lavoignat, notaire à Paris, le 5 mars 1903 :

- les machines diverses avec tous accessoires et échantillons, se trouvant déposés chez M. Bardy, ingénieur chimiste, rue de Miromesnil, 30, cédées à M. Duros par le Viscose Spinning Syndicate selon le contrat reçu par M. Lavoignat,

- la promesse de vente tenue par M. Pellerin à la suite des négociations et consultations au nom de M. Duros par la société propriétaire concernant un terrain situé à Arques-la-Bataille,

- le bénéfice du versement effectué par M. Duros pour la libération intégrale des deux brevets Stearn et Topham, pour l'acquit des brevets ou de la licence auprès de la Viscose Spinning Syndicate Ltd,

- la faculté, si bon semble à la présente société, mais sans engagement de sa part, de se rendre cessionnaire des accords intervenus entre M. Pellerin et MM. Olivier- Decauville relativement à la

viscose et par suite de sa substitution selon qu'il avisera aux avantages et aux charges pouvant résulter de ces accords.

Les apports de MM Pellerin et Duros sont ainsi faits moyennant l'attribution de 1.000 actions de 500 francs chacune entièrement libérées dont 800 pour M. Pellerin et 200 pour Duros, le paiement en espèces d'une somme de 1.210.000 francs dont 450.000 pour Pellerin et 760.000 pour Duros"

Ce texte ne permet pas d'expliquer tout le déroulement de l'affaire. Mais il met en évidence la fonction centrale de Duros, la présence discrète de Bardy², chimiste et technicien, dont le rôle n'aura pas été limité à celui de rapporteur des travaux anglais, l'existence d'un accord entre Olivier-Decauville, détenteurs des droits français sur la viscose via la Continental Viscose GMBH, et Pellerin-Duros, propriétaires des droits français sur la viscose et son filage via le Viscose Spinning Syndicate.

Le fonds social de la nouvelle société est de 2.200.000 F, divisé en 4.000 actions de 500 F, dont 1.000 pour Pellerin et Duros, les 3.400 restantes étant souscrites en numéraire, intégralement par un groupe de financiers, approché par Poullard, selon certains, par Olivier selon d'autres, qui prend la direction de la Société Française de la Viscose. Par la suite, on n'entendra plus parler de Duros. Quant à Pellerin, il sera nommé directeur de l'usine d'Arques pour quelques mois avant d'être congédié. Son cheminement dans l'histoire de la fibre cellulosique, toutefois, ne s'arrêtera pas là.

Le 11 avril 1903 est fondée la Société Française de la Viscose dont les financiers prennent la direction : Ernest Carnot est président (c'est le fils du Président de la République Sadi Carnot, assassiné à Lyon en 1894), Paul Defaucamberge, administrateur délégué ; François Carnot, Georges Chiris (producteur d'huiles essentielles), Rouland sont membres du conseil. Le siège est, au départ, 55 rue Belliard, à Paris.

La décision est confirmée d'installer la fabrication de fil continu dans l'usine dont Pellerin avait apporté la promesse de vente. On ne s'étonnera pas qu'elle soit située à Arques-la-Bataille, à un jet de pierre de l'usine Poullard de Dieppe³. On a justifié aussi le choix de cette région en évoquant une main-d'œuvre abondante et les facilités d'approvisionnement en charbon, L'usine est une chaiserie récemment construite, n'ayant fonctionné qu'une seule année⁴. Elle commence à produire du fil au début de 1904, sur la base d'une production prévisionnelle bien modeste : 50 kg par jour^{vi}.

La nouvelle société française doit régler l'imbroglie des relations croisées avec le Viscose Syndicate, la Viscose Spinning C°, la Continental Viscose G.m.b.h. La chose est, paraît-il, compliquée avec cette dernière, mais une forme de désintéressement est trouvée : un accord est signé le 22 mars 1904, soit 3 mois après le démarrage de l'atelier de filage à Arques-la-Bataille. Maintenant les droits d'exploitation pour la France de toutes les applications de la viscose sont réunis dans la même main, celle de la Société Française de la Viscose.

² Bardy avait suivi la tentative de fabrication de fil selon le procédé du Vivier dans les ateliers de la Société Générale pour la Fabrication des Matières Plastiques, à La Rivière-Saint-Sauveur en 1894. A ce titre, il avait une certaine connaissance de la filature. Les deux brevets qu'il a déposés en 1901 sur le filage de la viscose (BF 313.464 et 314.554) confirment son implication personnelle dans cette affaire de viscose. Affaire de viscose. On trouve le nom de Bardy à la Direction du Laboratoire Central des Contributions directe et également dans différentes instances. Bardy est vice-Président de la Société Française de Photographie de 1878 à 1912. Il fait partie du jury des expositions universelles. A titre d'expert il évalue l'apport de Chardonnet lors de la constitution de la Société de Besançon. Il joue un rôle actif à la Société Générale pour la fabrication des Matières Plastique. Bardy décède le 29 décembre 1922.

³ Poullard n'apparaît pas dans la liste des premiers administrateurs, mais on le trouve quelques années plus tard administrateur délégué en poste à Dieppe, alors que Defaucamberge est administrateur délégué à Paris

⁴ Cette usine exploitait un brevet allemand (brevet Terlinden). Les banquiers allemands avaient pris l'engagement de rembourser les actionnaires si le dividende n'atteignait pas 6 %. Ce qui fut le cas. L'usine, n'ayant fonctionné qu'un an, fut fermée et mise en vente (Document de la Viscose Française, publié à l'occasion du cinquantenaire de la fondation de l'usine d'Arques-la-Bataille).

C'est dans l'atelier situé 55 rue Beillard à Paris, succédant au laboratoire d'essai installé en 1899 rue de Lappe, que furent étudiées les applications industrielles de la viscosse. Vraisemblablement, c'était, à l'origine, l'atelier d'Olivier et Decauville où étaient étudiés le Clysol et ses applications peintures, le Viscolith. Robert^{vii} n'apporte pas d'éléments historiques précis, mais on peut penser qu'à la suite des accords signés entre Pellerin et Olivier, c'est là que furent réalisés les premiers essais de filage (peut-être avec Bardy). Après la fondation de la Société Française de la Viscose, la rue Beillard fonctionnera encore comme atelier d'expérimentation pour toutes les applications de la viscosse avant le transfert de ses activités, en 1906, à l'usine d'Arques.

Le démarrage industriel à Arques est difficile. A Kew, Stearn et Topham poursuivent leurs travaux de mise au point de laboratoire : les conditions de mûrissement, la boîte de filature⁵, la filière... etc. Mais, à l'échelle d'Arques, les problèmes sont évidemment bien plus compliqués : c'est pratiquement la première unité industrielle au monde à tenter le filage de la viscosse. Une partie importante de la technique est à inventer ou à adapter : la série de brevets déposés, surtout la première année, est probablement une illustration de l'effort consenti et des innovations technologiques qui ont dû être apportées. L'un de ces problèmes importants, celui des pompes, est résolu en 1905 avec les pompes à engrenages de Girard et Petit, de Lyon. Difficultés techniques et technologiques (il n'est pas rare au début que le titre passe de 100 deniers à 300 deniers sur un même fil), difficultés d'organisation (il faudra assez rapidement changer la direction de l'usine et introduire des ingénieurs de valeur comme les frères Pinel), difficultés commerciales (un rédacteur de la *Revue de l'Industrie Textile* s'interroge, en 1906 : "*Les fabriques de soie artificielles ne deviennent-elles pas trop nombreuses ?*") et, par conséquent, difficultés financières et recours aux banques. Les soucis ne manquent pas. Et puis il y a les dissensions entre Defaucambergue et Pellerin qui quitte la Société. Malgré ce climat morose, une fois l'usine d'Arques modestement démarrée, les dirigeants de la société s'empressent de tisser un réseau de relations industrielles par accords, sous-licences, prises de participation, saisissant toutes les initiatives ou les provoquant pour y participer et les contrôler. La liste de ces engagements au cours des années 1904-1905 est édifiante :

- Juin 1904. Accord avec Auguste Delubac, ancien directeur de l'usine de Besançon, fondateur de la Société Ardéchoise pour la fabrication de la Soie Viscose (24 février 1905), usine à Vals-les-Bains, et cession de licence contre participation.

- Septembre 1904. Accord avec Paul Girard, qui fonde à Lyon, le 15 mai 1905, la Société Italienne de la Viscose (usine de Venaria-Reale). Paul Girard apporte les droits d'exploitation des brevets déposés en Italie par le Viscose Spinning Syndicate et le Continental Viscose Syndicate et le bénéficie d'un traité d'échange et de non-concurrence avec la Société Française de la Viscose. Le capital est souscrit par des industriels italiens et français (Defaucambergue, Delubac).

- Juin 1905. Accord avec Paul Girard également, fondateur à Paris de la Société Suisse de la Viscose (usine à Emmenbrücke, près de Lucerne), qui apporte la licence des brevets suisses de Stearn et Topham. Le capital est souscrit, pour l'essentiel, par des membres du conseil d'administration de la Société Française de la Viscose. Ernest Carnot est président.

Dès février 1904, un accord est signé avec la Maison Courtauld, par lequel la Société Française de la Viscose s'engage à apporter son concours technique et les deux sociétés à échanger des renseignements de tous ordres. En mars de la même année, la Société Française de Viscose, cède au prince de Donnersmarck, pour l'Allemagne, les droits qu'elle a acquis sur les crins artificiels Chorient. En 1908, elle entre, avec Courtauld, dans le capital de la Société Générale de Soie Artificielle par le procédé Viscose (usine d'Alost, en Belgique) alors en difficultés financières et techniques⁶.

⁵ La boîte de filature est un progrès considérable : le fil de viscosse sortant du bain entre dans une boîte cylindrique tournant à grande vitesse ; le fil est plaqué contre la paroi et en même temps retordu ; la bobine grossit par l'intérieur

⁶ A l'étranger les brevets de Cross, Bevan, Stearn sont concédés :

- pour le Royaume-Uni, en 1904 à la société Samuel Courtauld. Usine à Commentry.
- pour l'Allemagne, en 1902 au prince von Donnersmarck (Fürst Guido Donnersmarckshe Kuntseid und Aceta Werke. Usine à Sydowsaue près de Stettin.

Il faut attendre 1907 pour trouver un exercice légèrement positif. La production croît régulièrement :

1905	75-100 kg par jour
1906	200 kg par jour
1907	300 kg par jour

En 1907, la décision est prise de porter la production au niveau de 1.200 kg par jour, chiffre qui sera atteint au mois d'octobre 1908. . L'opération exige une augmentation du capital de 2.500.000 francs facilitée par la garantie apportée par madame Chiris. L'usine d'Arques occupe alors 350 ouvriers. Quatorze métiers sont en fonctionnement.

Préparation de la viscosse et filature

La matière première est la pâte de bois de conifère au bisulfite de chaux, blanchie à l'hypochlorite. Elle est importée. L'usine la reçoit sous forme de feuilles épaisses⁷. Celles-ci sont traitées par une solution concentrée de soude à 17 % environ dans des cuves spéciales construites en grès. La solution de soude immerge totalement les feuilles durant quelques heures à 18-20 °C. On estime alors que la totalité de la cellulose est transformée en alcoolate de sodium, c'est l'alcali cellulose (cellulose : 25 %, soude caustique : 15 %, eau : 60 %). L'excès de soude est éliminé par pressage : on obtient un gâteau. Ultérieurement les fonctions de trempage et pressage seront assurées dans le même équipement.

Les feuilles d'alcali-cellulose sont déchiquetées dans un appareil équipé d'une double enveloppe pour pouvoir refroidir si nécessaire afin d'éviter tout échauffement ; la masse floconneuse, ayant conservé son aspect fibreux, est transférée dans des récipients en tôle, fermés, où le produit séjourne à 20 °C environ durant 50 à 60 heures. C'est le mûrissage, opération découverte par Stearn et Topham, au cours duquel la cellulose se modifie. A l'usine d'Arques, on désigne l'opération sous le nom scientifique de dépolymérisation. La réaction est particulièrement sensible à la présence d'air qui réagit avec la soude. En outre, si la température est trop élevée, la dégradation devient trop importante avec, comme conséquence, une perte des propriétés mécaniques de matériau final.

L'étape suivante est la sulfuration. Elle consiste à traiter l'alcali-cellulose précédente par le sulfure de carbone pour fabriquer le xanthate. C'est une réaction chimique facile. Elle est conduite dans un mélangeur de forme hexagonale tournant autour de son axe horizontal ou dans une sorte de baratte, équipée d'un tuyau interne pour l'arrivée du sulfure de carbone. Au début de l'opération, l'appareil est mis sous vide pour extraire l'air occlus et faciliter la pénétration du réactif. La quantité de sulfure de carbone correspond environ à 30-50 % du poids de la cellulose⁸. La réaction, légèrement exothermique, dure de trente minutes à deux heures ; elle est contrôlée par l'évolution de la couleur de la matière qui passe progressivement à l'orange foncé lorsque la réaction est terminée. La température ne doit pas dépasser 20 à 25 °C. Outre la température, il faut contrôler la qualité du mélange et éviter la formation de tout grumeau. Lorsque la réaction est considérée comme terminée, on dilue par addition d'une solution de soude caustique à 4 % : c'est l'opération dite de mixage. Ensuite la solution de xanthate est abandonnée pour un second mûrissement de quelques jours, à 20 °C environ, durant lequel elle subit un traitement de dégazage pour éliminer le sulfure de carbone n'ayant pas réagi et l'air occlus, puis une série de filtrations à travers des filtres équipés de tissus filtrants de finesse croissante. C'est la maturation. La durée de cette étape est définie en fonction du procédé de filtration et de la qualité du fil à produire. La viscosse est alors un liquide couleur jaune miel, visqueux, titrant de l'ordre de 8 % de cellulose et 7 % d'alcali.

- pour la Belgique, en 1904 à Augustin Pellerin (cité précédemment) et Maes qui fondent la Société Générale de Soie Artificielle par le Procédé Viscose. Usine à Alost.

⁷ La qualité de la pâte de bois est importante. Les caractéristiques majeures sont : le pourcentage d'alpha cellulose, la teneur en hémicellulose, l'indice de cuivre (oxycellulose), le pourcentage de cendres, de lignine, la viscosité en solution.

⁸ Elle est, au maximum, de 1,5 molécule de sulfure de carbone par motif élémentaire.

La solution de viscosse est prête pour le filage. Elle est envoyée sous une pression de 20 bars environ dans la filière, sorte de pomme d'arrosage en platine (ou autre alliage ou métal précieux), percée de trous de 5/100 à 12/100 mm de diamètre, en nombre fonction du titre souhaité (qui n'est pas inférieur à 120 deniers). Après passage dans la filière, le filet de viscosse plonge dans un bain constitué, par exemple, d'acide sulfurique dilué, de sulfate de soude, de glucose (les premiers bains de Stearn étaient des solutions de chlorure d'ammonium, puis de sulfate d'ammonium). Par la suite, on découvrira l'intérêt des sels métalliques, en particulier du sulfate de zinc. La cellulose est régénérée sous forme d'un filament sans propriétés mécaniques qui est soit recueilli sur une bobine d'où il est repris pour être retordu, soit dans un pot tournant où le fil subit la torsion au cours de l'enroulement (pot Topham). Le fil de viscosse obtenu est d'une couleur jaune sale ; il est transparent et sans éclat. Sous forme d'écheveaux, il doit subir diverses opérations de finissage (lavage, désulfuration par traitement avec une solution de sulfure de sodium pour éliminer les dépôts de soufre, traitement à l'hypochlorite, etc.) avant de pouvoir être commercialisé.

Les applications non textiles

L'emploi de la viscosse dans le domaine du filage n'était que l'une des applications de la viscosse recensées en 1900. C'est elle qui, avec la pellicule, s'est révélée la plus féconde et la plus fructueuse au niveau économique. Mais les autres ne sont pas abandonnées. Rappelons, d'abord, que le laboratoire de la rue Belliard est transféré à Arques-la-Bataille en 1906.

- L'emploi de la viscosse en peinture, probablement l'objectif initial d'Olivier, semble avoir fait long feu.

- Les apprêts pour tissus ont donné lieu au dépôt d'un brevet dont la licence a été cédée à la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon (BF 335598).

- L'étude du couchage des tissus, en particulier en vue de la fabrication de tissus enduits, est également traitée dans le cadre d'un contrat avec la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon. Le développement industriel a-t-il été significatif ? Aucun chiffre ne permet de l'estimer. Toutefois, la pratique industrielle semble confirmée par Gabillon qui mentionne en 1931 la fabrication de cuir artificiel par coagulation de xanthate de cellulose sur un tissu.

- Les capes pour fermeture de flacons et bouteilles. La mise au point industrielle a été réalisée à Arques en 1905-1906 et l'exploitation à l'usine de Cires-lès-Mello (Oise). La licence du procédé, couverte par le BF 361.681, est vendue à la Viscose Development en 1907. La fabrication des capes comporte les étapes suivantes :

- trempage d'un tube de verre dans un bain de viscosse ; l'extrémité arrondie du tube est recouverte d'une couche de la solution visqueuse.

- égouttage, séchage.

- coagulation en plongeant le tube dans un bain de sulfate d'ammonium, acide sulfurique, sulfate de soude.

- rinçage.

Les tubes sont alors recouverts d'une pellicule de cellulose régénérée ayant la forme d'un doigt de gant. Par trempage dans l'eau, la cape gonfle et se détache. La matière peut être colorée, chargée en pigments ou poudres métalliques. Les capes servent à boucher hermétiquement les flacons de produits pharmaceutiques ou de parfums, à remplacer la capsule d'étain pour le bouchage des bouteilles de vin : la cape est trempée dans l'eau où elle gonfle, puis enfoncée dans le goulot. Par séchage, elle épouse la géométrie du goulot et assure une étanchéité excellente. A partir de 1908-1909, les capes sont fabriquées industriellement à Cires-lès-Mello, puis à Beauvais (Saint-Just-des-Marais).

Les produits du type Viscoïd suscitent au début beaucoup d'espairs. Olivier en avait breveté le cas particulier de la viscosse chargée de sciure de bois, appelé « bois cérame ». On fabrique du Viscoïd, à Arques à partir de 1906. La production, alors de l'ordre de 50 kg par jour, reste expérimentale. Le produit est baptisé ici Viscolith. Il est fabriqué sous forme de gros bâtons, de tubes et de plaques. Plus tard, on signale des produits plus élaborés, des engrenages (1910). Un brevet est vendu aux Etats-Unis. La lecture de ce brevet (BF 351.089 en date du 28 août 1905) permet de comprendre les difficultés

rencontrées jusqu'alors : produit fragile, alvéolé, se moulant mal, usant les outils. On tente de s'affranchir de ces défauts en recourant à une nouvelle procédure. Le xanthate n'est plus simplement abandonné dans le moule, mais il subit une série de traitements : mûrissement, broyage entre cylindres jusqu'à obtention d'une pâte lisse, nouveau mûrissement, passage dans une boudineuse hélicoïdale qui comprime la matière dans le moule où la cellulose est ensuite régénérée et fixée par un maintien à 30 °C durant 25 à 35 heures. La procédure de fabrication est parfois longue. Le séchage du produit de forte épaisseur peut atteindre trois mois, période durant laquelle il faut remettre les blocs sous pression pour éviter qu'ils se déforment. Le Viscolith n'est pas un succès ; le produit n'est pas justiciable des techniques de moulage classiquement pratiquées pour transformer le celluloïd (pressage, soufflage ...). Ce n'est pas un thermoplastique. Son comportement est voisin de celui de la caséine durcie (qui commence à se développer à cette époque). Le remplacement du nom de Viscoïd, qui rappelle celui du celluloïd, par Viscolith, voisin de galalith (caséine durcie), est probablement significatif. Pour Main et Chaplet, les Viscoïd et Viscolith (également appelé Monite), "*substitut du celluloïd pour la tabletterie, furent délaissés, malgré leur faible prix de revient parce que cassants et trop sensibles à l'humidité*"ⁱⁱⁱⁱ, même si l'on tente de remédier à cette fragilité en incorporant des substances diverses dont le caoutchouc. Faute de disposer de données précises sur les propriétés physiques, thermomécaniques et l'économie du produit, on en restera là.

Mis à part les capes en viscose, les autres applications envisagées tout au début de l'histoire de la viscose ne trouvent pas de débouchés significatifs. Par contre, plusieurs découvertes ultérieures prendront de l'importance. C'est d'abord chronologiquement la pellicule de cellulose régénérée connue sous le nom de cellophane. Vu son importance, elle fait l'objet d'un chapitre particulier. C'est ensuite, beaucoup plus tard, d'autres produits qui seront mentionnés plus loin.

La création du C.T.A.

En 1910, à côté des sociétés du groupe de la viscose, les sociétés concurrentes dans l'industrie de la soie artificielle sont, en France, la soie de Chardonnet (Besançon, filature du collodion de nitrocellulose), l'association Lumière-Planchon à Feyzin (filature du collodion de nitrocellulose), la Soie Artificielle (Usine de Givet) et la Soie Artificielle d'Izieux qui, toutes deux, exploitent le procédé "au cuivre" en coopération, et la société Crumière qui, à La Voulte (Ardèche), travaille aussi selon le procédé au cuivre. Entre le groupe "cuivre" (dit aussi Gillet-Berhneim) et celui de la Société Française de la Viscose (dit Carnot-Chiris) et ses sociétés rattachées (la Société Ardéchoise et la Société du Crin Chorier), une entente est conclue. Chacun garde ses usines, mais une structure est créée pour vendre les produits des sociétés adhérentes, assurer la solidité financière et la politique des ventes. C'est le Comptoir des Textiles Artificiels (C.T.A.), fondé le 1^{er} avril 1911, fruit de discussions déjà engagées un an auparavant. Le siège social, ainsi que ceux des sociétés membres, est installé 16 rue du Louvre, à Paris. Il est l'interlocuteur des sociétés textiles vis-à-vis de l'extérieur. Il organise la production et la répartition des ventes des sociétés et de leurs filiales. Le Comptoir détient une partie du portefeuille du groupe, en particulier les participations étrangères. C'est un organisme financier qui procure aux sociétés les fonds qui leur sont nécessaires ; elles n'ont de dette qu'envers lui. Par la suite, son rôle évoluera sensiblement, jouant parfois directement un rôle d'opérateur industriel. On note que sa direction est assurée uniquement par des financiers, sauf Joseph Gillet, le seul homme de terrain ayant l'expérience concrète de l'industrie textile. Même si elles conservent leur raison sociale, les sociétés perdent leur indépendance, mais le C.T.A. dispose d'une importante puissance financière et technique qui en fera un opérateur industriel dominant et incontournable dans la profession.

L'idée de regroupement des activités de textiles artificiels n'était pas nouvelle, malgré – ou à cause de – la jeunesse de cette industrie. En 1907, une tentative de fusion de toutes les sociétés françaises avait été envisagée, mais s'était soldée par un échec en raison de l'attitude intransigeante de la société de Besançon, exigeant de fixer les répartitions au prorata des capacités de production existantes sans tenir compte des travaux d'extension prévus.

Les premières décisions visent à conforter le pré-carré du nouveau groupe. Le C.T.A. :

- achète l'outil industriel de Crumière à La Voulte. Crumière y exploite le procédé au cuivre ; il cède son usine pour aller s'intéresser un peu plus loin, à Flaviac, à la fabrication des pellicules photographiques. La Soie Artificielle de La Voulte est fondée en 1912. Le procédé au cuivre est remplacé par la viscose. La nouvelle fabrication entre en production à partir de 1914, connaît un arrêt temporaire et reprend en 1916.

- introduit une action en justice contre Paul Girard qui prétend en 1912 installer à Saint-Chamond une filature de viscose. L'affaire se fera quand même, mais la Soie de Saint-Chamond entrera plus tard dans le giron du C.T.A...

- en 1912, intègre la société de Besançon (qui cherchait, par elle-même, à convertir une partie de sa fabrication en viscose, cf. BF 430.445, 1910). Elle devient la Société des Soies Artificielles de Besançon pour produire du fil viscose. La guerre empêche le démarrage du nouvel atelier, l'usine étant réquisitionnée par l'armée. La production ne débute qu'en 1919.

- en 1912, acquiert la Compagnie Française des Applications de la Cellulose. Cette société, lyonnaise d'origine, s'est spécialisée dans la fabrication de tulle artificiel par coulée de la solution cellulosique (collodion nitrocellulosique et solutions cupriammoniacales) sur un cylindre gravé. Elle a déposé plusieurs brevets sur le sujet – comme les Etablissements Pervilhac, également de Lyon – (cf. BF 417.599, 422.565, 429.841, 440.776). La Compagnie Française des Applications de la Cellulose transfère ses activités à Fresnoy-la-Grande (Oise). Détruite durant la guerre, l'usine sera reconstruite à Gauchy (Soie Artificielle de Gauchy) où seront produites des fibres de spécialité (fibres creuses Delta).

- en Italie, il s'associe avec le baron Frassini pour fonder la Seta Artificiale di Padova par reprise de la Cines Seta Artificiale.

La fibranne

L'utilisation de fibres de viscose coupées pour mélange aux fibres naturelles (la laine et le coton) a été brevetée en France par Paul Girard (BF 438.131, 1911) et par Augustin Pellerin (BF 410.776 du 28-12-1909, BF 442.022 du 01-08-12, BF 466.292 du 20-11-1913). Girard a fondé une société pour exploiter le procédé, la Société Franco-suisse des Textiles Chimiques, qui a suscité quelque intérêt de la part du C.T.A., mais n'a pas duré. Dans son procédé, les filaments sont enroulés sur une bobine ou une guindre de diamètre variable suivant la longueur que l'on veut donner ultérieurement aux nappes et brins. On coupe suivant une ou plusieurs génératrices. Le procédé est exploité industriellement, mais la production ne dépasse pas 50 kg/jour. Pellerin, lui, reçoit directement dans le bain coagulant les fils de viscose obtenus par filtration à travers une toile. Il obtient un "coagulum filamenteux" dont les fils de taille variable peuvent être mélangés à la laine et au coton, puis cardés et filés. On fabrique ainsi une schappe artificielle. L'intérêt économique du mélange n'était pas manifeste à cette époque. Durant la guerre de 1914-1918, en Allemagne, on a fabriqué des fibres de viscose coupées pour mélange à la laine et au coton dont l'approvisionnement était devenu difficile. A Arques-la-Bataille, un atelier de 200 kg/jour fonctionne à partir de janvier 1918. Plusieurs tentatives de production de schappe artificielle, dans les années 20, font long feu (Société Française des Textiles Néosoie et Néolaine de Lille, les Textiles Synthétiques de Montluçon). C'est surtout après 1930, sous le nom de fibranne, que le développement des fibres coupées prend réellement une très grande ampleur, comme en témoignent les chiffres reportés sur le tableau ci-dessous. Certaines usines se sont spécialisées dans la fabrication de fibranne. Ce sont, en 1948, celles de Roanne (Textiles Artificiels du Centre, C.T.A.), de Bezons (La Fibranne de Bezons, C.T.A.), de Gauchy (Société Nationale de la Viscose, C.T.A.), de Vaulx-en-Velin (Textiles Artificiels du Sud-est, C.T.A.), de Valenciennes (SOFIRA, C.T.A.), d'Odomez (Etablissements Kuhlmann), de Pont-du-Leu (Les Filés de Calais).

Le procédé de fabrication de la fibranne diffère de celui de la rayonne à partir de l'opération de filage : la filière comporte un très grand nombre de trous (de 2.250 trous en 10/100 à 8.400 en 7/100, voire à 18.000 trous pour les fils très fins). Le diamètre des trous est plus gros.

La filière est plongée dans le bain de coagulation, comme pour la rayonne, mais, après filage, les faisceaux de brins issus de différentes filières sont réunis en rubans, étirés, essorés, lavés, désulfurés,

ensimés, séchés et coupés en fibres de 30 à 60 mm qui subissent les traitements de battage, cardage, étirage et laminage. La fibranne peut être travaillée directement sur les équipements des transformateurs de laine ou de coton.

La fibranne permet d'accéder à de nouveaux marchés. Le fil de rayonne présente une surface lisse, propre à la fabrication de satins, taffetas ; le filé de fibranne est duveteux. La fibranne peut être mélangée à la laine et au coton pour la fabrication de filés mixtes^x. La production mondiale a progressé très rapidement. En 1929, elle était de 2.874 tonnes ; dix ans plus tard, elle atteignait le chiffre de 491.500 tonnes, chiffre considérable si on le compare à la seule et très modeste production française, 8.680 tonnes.

Durant la guerre, la pénurie de coton a favorisé la production de la fibranne, mais au détriment de la qualité. Au nom de fibranne, considérée comme un "ersatz", sont associées une connotation péjorative et une image négative que les années suivantes auront du mal à effacer.

Production annuelle française de textiles artificiels de 1900 à 1942 ^x (tonnes métriques)			
	Rayonne	Fibranne	Total
1900			200
1905			1.000
1910			1.200
1920			1.550
1925			8.000
1930			23.000
1931			20.000
1932			22.000
1933			25.000
1934	25.000 env.		26.000
1935	28.000 env.		28.000
1936	26.750	4.500	31.250
1937	30.189	6.962	37.151
1938	27.810	6.645	34.455
1939	25.506	8.680	34.186
1940	19.146	9.122	28.268
1941	31.924	19.828	51.852
1942	31.215	25.678	56.893

Le développement des sociétés textiles^{xi}

Le Groupe C.T.A.

Le C.T.A. poursuit son expansion, construit de nouvelles filatures, fonde une société dédiée à la construction du matériel de filature pour les sociétés du groupe et leurs licenciés (La Société de Construction Mécanique de Stains)⁹, participe avec la Société Chimique des Usines du Rhône à la constitution de la société Rhodiaceta pour la fabrication de fil continu en acétate de cellulose. En janvier 1920, le C.T.A. cède les droits d'exploitation de son procédé pour les Etats-Unis à la société Du Pont de Nemours et participe, à hauteur de 40 %, au capital de la Du Pont Fibersilk Cy, devenu par la suite Du Pont Rayon Cy. Edmond Gillet y dispose d'un siège d'administrateur. La participation est rachetée par Du Pont en 1928.

⁹ Cette société construit les machines et les pièces (pompes, filières) destinées à l'équipement des usines françaises et étrangères (belge, espagnole, anglaise) du groupe et aux sociétés étrangères auxquelles le Comptoir a cédé des licences.

Dans la continuité des travaux financés par la Société Française de la Viscose, le C.T.A. s'intéresse à la pellicule cellulosique. A la suite des résultats particulièrement intéressants obtenus par Brandenberger à la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon, il fonde en 1913 la Société La Cellophane et démarre en 1915 un atelier de fabrication à Bezons.

Sociétés	Fondation	Production (tonnes/ jour)
<i>Sociétés fondatrices</i>		
Société Française de la Viscose	1903	3
Société Ardéchoise de la Viscose	1905	2
Soie Artificielle d'Izieux	1904	3,5
Soie Artificielle de Givet	1902	3
<i>Participations françaises soie artificielle</i>		
Société Française de Crins Artificiels	1908	1,5
La Soie Artificielle du Sud Est	1912	4
La Voulte	1916	
Vaulx-en-Velin	1925	
La Soie Artificielle de Besançon	1914	2
La Société Albigeoise de la Viscose	1921	2
La Société Nouvelle de Soie Artificielle (Saint Aubin les Elbeuf)	1922	2
La Soie Artificielle de Gauchy	1920	2
La Soie Artificielle d'Alsace	1924	4
La Soie Artificielle de Saint Chamond	1912	1
La Société Nationale de Viscose	1925	8-12
La société Cuprotextile (soie au cuivre Bemberg)	1926	2
Rhodiaseta (soie acétate)	1922	5
<i>Autres participations françaises</i>		
La Cellophane	1913	
La Société des Constructions mécaniques de Stains		
La Société Cape Viscose		
<i>Participations à l'étranger</i>		
Société Générale de Soie Artificielle par le procédé Viscose	1904	3-5
Deutsche Celta AG		
Deutsche Acetat Kunstseide	1927	0,5
Société Suisse de la Viscose	1905	12
Societa Rhodiaceta Italiana		5
Societa Generale Italiana della Viscosa	1923	8

On a vu précédemment l'importance des participations industrielles du C.T.A. Ce dernier est un organisme puissant et complexe. C'est la société holding de gestion financière détentrice de parts d'actifs industriels. En 1936, son conseil d'administration est constitué par :

- la Société Anonyme de Participations Industrielles et Minières (SAPIEM), représentée par Ernest Carnot,
- la Société de Participation Industrielle et de Recherches (SPIR), représentée par François Carnot,
- la société Textil, représentée par Charles Gillet,

- la société de Participation et d'Etudes de Sociétés, représentée par Jules Chiris,
- la société Bernarc, représentée par Bernheim.

Les relations qui unissent les sociétés morales sont complexes, comme en témoigne la répartition du capital entre les sociétés participantes en 1950 :

A	Givet-Izieux	En totalité dans le public
B	Viscose Française	
C	Textiles Artificiels du Sud-Est	25 % A
		25 % B
D	Société Nationale de Viscose	20 % A
		20 % B
		20 % C
E	Société des Filature de Rayonne (SOFIRA)	65 % C
F	Filatures de Bezons	9,772 % A
		9,772 % B
		12,203 % C
		9,465 % D
		8,787 % E

En ce qui concerne la production, le C.T.A. domine le marché français. Sa capacité de production est estimée à 10t/jour, en 1923, 30t/jour en 1925, 70 t/jour en 1929, 90 t/jour en 1938.

Sociétés hors C.T.A.

Les brevets d'origine étant tombés dans le domaine public, on assiste, à partir de 1920 à un développement explosif de l'industrie des textiles artificiels. En 1928, on dénombre en France 32 usines disséminées sur tout le territoire national^{xii}. Près du tiers ne résistera pas à la crise économique. La production nationale passe de 1.500 tonnes en 1920 à 23.000 tonnes en 1930. Cette croissance vertigineuse est un phénomène mondial.

*** Sociétés françaises**

Le poids du C.T.A. dans l'industrie française de la soie artificielle viscose est considérable. Sa part de production nationale est difficile à estimer : elle est au moins de 50 %. Certains avancent 85-87

%^{xiii}. Son poids économique dépasse celui de la simple branche d'activité du filage de la viscosse ; il embrasse également l'industrie chimique par les liens multiples et croisés, tissés par les Gillet. C'est un groupe avec lequel les autres industriels, si puissants soient-ils, doivent compter dans leurs projets^{xiv}. Au conseil de Saint-Gobain ne parle-t-on pas de "*la politique extrêmement militante de la part du Groupe Gillet qui combat, par tous les moyens, les affaires nouvelles*"^{xv}.

Le fait que le C.T.A. occupe une position majoritaire écrasante ne doit cependant pas occulter la présence d'autres opérateurs industriels. On trouvera dans le tableau des documents en fin de texte la liste, certainement non exhaustive, des sociétés nombreuses, d'importance inégale, parfois éphémères, qui se sont fondées en marge du C.T.A. Mais il faut mentionner particulièrement les sociétés chimiques françaises, et plus précisément les plus importantes de chimie minérale, Kuhlmann et Saint-Gobain, toutes deux productrices de soude, d'acide sulfurique, voire de sulfure de carbone, et les filiales de sociétés de textile étrangères.

- Kuhlmann.

En 1923, une petite société, la Borvisk Française, est constituée pour exploiter les procédés de fabrication mis au point par Benno Borzykowski¹⁰. Une fabrication est installée dans une petite usine située à Nevers, mais les difficultés de mise au point et la mévente entraînent l'arrêt de la production en 1927. La société entre alors dans le groupe de la Société des Textiles du Nord et de l'Est, qui vient d'allier, en décembre 1927, les Etablissements Kuhlmann¹¹ et des industriels du textile : la Société de Perrenchies (Agache fils) et Dolfuss Mieg. Donat Agache, président de la Société Kuhlmann est aussi président de la Société de Perrenchies. Une usine est construite à Odomez (Nord) pour exploiter le procédé Borzykowski de la Borvisk Française. En avril 1929, cette dernière devient la Société des Textiles du Centre (où se retrouvent les administrateurs de la Société des Textiles du Nord et de l'Est), qui est liquidée en 1931 en raison de ses mauvais résultats. L'usine de Nevers est fermée^{xvi}

- Saint-Gobain.

Le déroulement historique est plus complexe. À partir de 1924, Saint-Gobain souhaite s'engager dans une politique d'élargissement de ses domaines d'activités et, en particulier, manifeste la volonté de pénétrer dans le domaine de la cellulose et de ses applications, par le biais de participations financières.

Il n'y a pas de production française de cellulose. À côté des linters, chers et réservés à quelques produits et, de toute façon, importés, la cellulose consommée en France pour les applications papetières et chimiques – le textile en particulier – est extraite du bois, essentiellement des résineux, qu'on fait venir de l'étranger (pays nordiques, URSS, Canada). La France possède un important gisement avec la forêt landaise de pin maritime, mais il est jusqu'alors mal valorisé. Ce bois est trop résineux et les traitements chimiques connus ne permettent pas d'en extraire une cellulose blanche. Pour éliminer la résine, le traitement au sulfite de calcium est insuffisant ; il faut opérer avec la soude et le sulfate, mais la pâte obtenue n'est pas blanche : elle conserve une teinte brune qui limite son emploi à la préparation de pâte pour papier kraft. Bref, nul ne sait produire de la cellulose blanche avec les résineux des Landes. La Société de Saint-Gobain vise l'objectif ambitieux de résoudre ce problème technique et de doter la France d'une industrie nationale de la cellulose. Parallèlement, elle entend prendre des participations dans des entreprises de filage de viscosse. Pour réaliser ses projets

¹⁰ Benno Borzykowski a déposé de nombreux brevets, à partir de 1911 environ, dont plusieurs en France, à son nom ou à celui du Borvisk Syndicate Ltd. Le brevet BF 520.715 du 19 juin 1920 (priorité américaine de 1917) concerne la fabrication de fils fins. D'après Worden, il aurait monté avant 1916 une entreprise en Angleterre, la Boroid Ltd pour fabriquer une matière plastique à base d'acétate de cellulose, le Boroid, des pellicules ininflammables et de la soie artificielle (acétate ou/et viscosse ?) (Worden Technology of cellulosic esters Van Nostrand, 1916).

¹¹ Les Etablissements Kuhlmann, outre l'acide sulfurique et la soude, fabriquent du sulfure de carbone dans le cadre de la nouvelle société Progil-Kuhlmann, créée avec le Groupe Gillet (usines à Wattrelos dans le Nord et à l'Estaque, près de Marseille).

industriels, elle s'associe à la Société des Papeteries de Navarre et au C.T.A. Les frères Navarre contrôlent la Société des Papeteries de Navarre, holding regroupant une quinzaine d'usines, et la Société Calaisienne de Pâte à Papier.

Le projet comporte trois volets :

- 1 - la prise de participation de Saint-Gobain et de C.T.A. dans la Société Calaisienne de Pâte à Papier par une augmentation de capital permettant de monter la production de 20.000 à 25.000 tonnes ;
- 2 - la création d'une société nouvelle pour la fabrication de cellulose à partir de résineux des Landes ;
- 3 - des arrangements avec le C.T.A. prévoyant une participation minoritaire de Saint-Gobain dans de futures sociétés de textile artificiel.

Le premier volet est exécuté. Concernant le second, la société la Cellulose du Pin est fondée (président, Robert de Vogüé, administrateur à Saint-Gobain ; administrateur délégué, Edmond Delage, directeur des usines à Saint-Gobain), le capital étant souscrit aux 2/3 par Saint-Gobain, 1/3 par le C.T.A., Une usine est installée à Facture dans les Landes. Pratiquement, elle fonctionnera seulement en papeterie en produisant uniquement de la pâte kraft, sans parvenir à mettre au point une cellulose blanche¹². Il faudra attendre de nombreuses années pour que l'objectif initial soit atteint. Un atelier expérimental est installé à Tartas dans les Landes en 1945 au nom de la Société Landaise de Cellulose (50 % Saint-Gobain, 50 % C.T.A.) qui fusionnera en 1960 avec la Cellulose du Pin¹³. Une usine plus importante lui fera suite au cours des années 1950, qui sera capable d'alimenter certaines usines du groupe C.T.A., notamment celle de Roanne. Quant au troisième point, c'est-à-dire l'entrée dans le tour de table de nouvelles sociétés textiles, Saint-Gobain ne reçoit aucune proposition du C.T.A. notamment lors de la création de l'importante Société Nationale de la Viscose de Grenoble. Vers 1928, *"l'impression qui se dégage du côté Saint-Gobain, est que les partenaires ne sont guère francs ni honnêtes"*^{xvii}. Le C.T.A. n'ayant pas respecté ses promesses d'association dans des affaires de viscose, Saint-Gobain se sent libérée *"de ses engagements de ne pas entrer dans les affaires textiles sans leur accord"*^{xviii}. Dans la pratique, elle en tient quand même sérieusement compte¹⁴, mais poursuit seule son projet en s'intéressant à deux affaires : la Soie de Valenciennes et la Société d'Etudes de Textiles Nouveaux

¹² Dès 1871, on avait cherché à valoriser le pin maritime des Landes dans la fabrication de la pâte à papier, mais sans succès, la présence de résine présentant un handicap jugé rédhibitoire. En 1919, la Société des Papeteries de Navarre (usine de Montfourat) reprend l'étude et obtient une pâte blanchie par le procédé à la soude. C'est sur la base de ces résultats, exploités en partie en 1924, que Saint-Gobain forme le projet d'une fabrication de pâte à papier, mais aussi et surtout de cellulose blanche comme matière première des industries cellulosiques (viscose, esters cellulosique. Dans ce dernier cas, la blancheur doit être obtenue sans dégradation importante de la cellulose, une exigence beaucoup plus forte que dans l'industrie papetière (*Bulletin de l'Institut du Pin*, 15 janvier 1928).

¹³ Faute de pouvoir fabriquer une cellulose apte aux applications chimiques, la Cellulose du Pin se limite à la fabrication de pâte kraft. Cependant les recherches continuaient dans le groupe Navarre ; les essais sont repris et un procédé enfin mis au point qui donne satisfaction :

- le bois, préalablement stocké plusieurs mois pour faciliter l'oxydation de la résine, est traité par un bisulfite alcalin.

- la résine est éliminée par addition d'une petite quantité de soude dans le défibreur ; la résine, dispersée, est entraînée au lavage.

- la pâte est blanchie par trois traitements successifs : chloration, sodation, traitement à l'hypochlorite. Le procédé est exploité industriellement à Tartas dans les Landes.

¹⁴ On mesure le poids du C.T.A. aux commentaires du conseil d'administration de Saint-Gobain qui, manifestement, ne s'engage pas sans prudence dans les chasses gardées du Comptoir. A propos de la fondation de la Soie d'Alsace par Bronnert, pour laquelle la participation de la Société est sollicitée, le conseil décline, car cet engagement *"serait inamical"* vis-à-vis du C.T.A.. Concernant l'entrée de Saint-Gobain dans le capital de la Société d'Etudes des Textiles Nouveaux, on note : *"Vu Gillet qui déclare ne voir aucun inconvénient à ce que Saint-Gobain s'intéresse à l'affaire"*. Il est vrai qu'il s'agit là d'un projet industriel, les fibres coupées, dont l'avenir est peut-être encore incertain. Dix ans plus tard, le succès de la fibranne suscitera l'hostilité du C.T.A. à l'égard de cette entreprise, une des raisons de la cessation des travaux de la S.E.T.N.

La Société Française de la Soie de Valenciennes est fondée en septembre 1929. Dix ans plus tôt, la société La Soie de Valenciennes avait été créée par la Soie Artificielle Belge et la société N. W. Hollandsche Kunstzijde Industrie, usine à Bréda, siège à Bréda, puis à Bruxelles. C'est une entreprise qui fonctionne bien, avec un procédé qui a fait ses preuves. En 1929, Saint-Gobain entre dans la nouvelle société française en rachetant la participation de la société hollandaise tandis que la société belge apporte l'usine de Valenciennes. C'est théoriquement, pour Saint-Gobain, le moyen d'acquérir la culture technique dont elle aura besoin pour mener à bien la seconde affaire. En pratique, l'encadrement de l'usine reste hollandais et la société verrière ne conservera sa participation financière qu'une dizaine d'années. La Soie de Valenciennes devient la Rayonne de Valenciennes en 1934. Vers 1930-1932, une partie importante de la production (les $\frac{3}{4}$ environ, soit 600 t sur 800 t/mois) est constituée par la fibranne. Au début de la guerre, l'usine passe dans le giron du C.T.A.. Après la guerre, l'usine est fermée dans le courant des années 1950.

La Société d'Etudes de Textiles Nouveaux est constituée le 10 janvier 1929 en vue de "*l'étude et l'exploitation de tous procédés ou inventions ayant trait à la laine, au coton artificiel et tous textiles*". En bref, il s'agit de monter une fabrication de laine artificielle (c'est-à-dire de fibres coupées). Saint-Gobain participe à la fondation. Les origines des apports sont les suivants :

- Augustin Pellerin. On retrouve le fondateur de la Société Française de Viscose et de la Société Générale de Soie Artificielle par le Procédé Viscose, en Belgique. Mais il est ici en tant qu'inventeur de procédé de fabrication de la fibre coupée. Il apporte ses brevets anciens (BF 410.776, 417.568, 442.022, 466.292), mais aussi un brevet récent (BF 620.985, 20 décembre 1928), concernant "*un procédé de fabrication d'un produit ayant l'aspect de la laine*". Ce brevet décrit un procédé comportant deux étapes : la fabrication d'un fil continu frisé, ayant des propriétés de souplesse et d'élasticité, la coupe de ce fil continu en fibres "*à la longueur convenable afin de rendre cette laine artificielle apte à subir toutes les opérations de filature et tissage de la laine naturelle*".

- Michel Dassonville. C'est un industriel des textiles du Nord. Il a déposé un brevet (BF 639.807, 30 juillet 1927) sur un dispositif mécanique applicable aux gills (peignes d'étirage) permettant de traiter les fils continus en combinant le travail des aiguilles ordinaires avec des aiguilles spéciales coupantes.

- la Soyeuse Française (société fondée le 3 novembre 1922). Elle apporte son fonds de fabrication de soie artificielle et son usine sise à Rantigny (Oise)

L'objectif est ambitieux, hardi et risqué. De nouveaux brevets sont déposés (BF 663.171, 669.841, 692.665, 733.717)^{xix}. Il faudra huit ans pour arriver à des résultats industrialisables. Mais, en 1937, la politique de la Société a changé : l'affaire est abandonnée pour laisser place à une usine de fibre de verre. Du plan initial de Saint-Gobain ne perdure, en définitive, après bien des difficultés et des péripéties, que l'affaire de la cellulose avec la Cellulose du Pin.

- Autres sociétés importantes

- La Société Lyonnaise de Soie Artificielle s'est constituée en 1923 autour du procédé apporté par la société hollandaise Enka, avec la participation de banquiers et d'industriels du Nord (Vanoutryve, Thiriez), de Lyon (Henry Lumière, fils du co-inventeur du cinéma, et Henry Morel-Journal) et de l'Aube (Mauchauffée et Cie), des Chambres de Commerce de Roubaix, Lille, Lyon et le concours technique de Maurice Cuzin. La fabrication est installée à Décines (Isère) dans un bâtiment de la Société Lyonnaise de Commandes Industrielles et Textiles. En 1928, la Société Enka se retire de l'affaire qui devient donc entièrement française. Une seconde usine est construite à Saint-Maurice-de-Beynost (Ain), non loin de celle de Décines. A noter que Paul Cousin, frère de Maurice, est à la création, en 1928, de la Soie Artificielle du Rhône, usine à Neuville-sur-Saône (Rhône), avec divers industriels du Nord et du Rhône.

- La Soie Artificielle de Calais (qui deviendra Les Filés de Calais) est fondée en 1927 par la Courtauld limited anglaise (siège à Pont-de-Leu, près de Calais). La Société Samuel Courtauld avait

acheté en 1904 les droits d'exploitation du procédé viscosé pour le Royaume-Uni et, en 1909, pour les Etats-Unis (American Viscose Company). Fortement implantée dans les deux pays, la Courtauld Ltd est considérée comme la plus importante société de soie viscosée au monde. La qualité de ses produits est universellement reconnue^{xx}.

Avec le développement des fibres de viscosé, il est manifeste que ces fibres cellulosiques ont leur propre spécificité, des caractéristiques et un comportement originaux, qui en font une classe particulière, différente des soies naturelles et des autres fibres connues. La nécessité commerciale conseille qu'on leur donne un nom : c'est, en définitive, après avoir envisagé Glos, Fibersilk, celui de Rayon, déjà adopté par Du Pont de Nemours, qui est retenu aux Etats-Unis : il s'imposera au monde sous une orthographe adaptée. En France, depuis le 8 juillet 1934, le terme de soie est réservé uniquement à la soie naturelle, donc interdit pour désigner les produits de substitution. Il doit être banni de toutes les raisons sociales et marques faisant référence à un produit artificiel. Ainsi, par exemple, la Soie Artificielle de Calais devient Les Filés de Calais, les Soieries de Strasbourg sont rebaptisées Le Fil de Strasbourg, etc. tandis que le nom francisé de rayonne s'impose (malgré la tentative locale et fort tardive de la Fabrique Lyonnaise d'introduire le nom de Chardone).

Après 1930

La crise qui débute en 1929-1930 conduit à un marasme économique général qui n'épargne pas la profession : les prix chutent, les stocks se gonflent. De nombreuses usines de soie artificielle disparaissent : pour le C.T.A., celles de Saint-Aubin-lès-Elbeuf, Vals, Saint-Chamond et l'atelier de la société Cuprotextile de Roanne. À l'intérieur du Comptoir, les sociétés se regroupent : la Société Française de Viscosé devient la Société de la Viscosé Française par intégration des trois filatures : la Société des Crins Artificiels, la Société Ardéchoise de la Viscosé, la Société Albigeoise de la Viscosé (ex-Société Italienne de la Viscosé). En dehors du C.T.A., de nombreuses sociétés disparaissent. Pour faire face à cette situation, le Syndicat Français des Textiles Artificiels tente de créer une entente entre les producteurs pour limiter la production et fixer les prix. En vain.

Après cette période calamiteuse des années 1930-1939 où de nombreuses usines sont fermées, la défaite et l'invasion allemande font entrer la France dans une zone de turbulence d'une autre origine où l'économie et les investissements industriels obéissent à une nouvelle logique : celle d'un état de guerre et d'une situation d'occupation où le dirigisme s'impose. S'agissant de l'industrie des fibres artificielles, les Allemands pèsent sur le gouvernement de Vichy pour que soit constituée une nouvelle société de rayonne et que soit construite une usine de production de fibres cellulosiques de grande capacité, pour, selon Cayez, "*être la tête de pont des intérêts allemands dans le secteur du textile*"^{xxi}. Dans ce but est constituée France Rayonne. Cette société cumule deux fonctions : la fabrication de la fibranne et un rôle fiduciaire : c'est elle qui gère l'activité industrielle et commerciale de l'ensemble de la profession dans le cadre d'un accord général des producteurs. Pour la production, c'est le site de l'ancienne Société Cuprotextile à Roanne qui est choisi et avalisé officiellement par le gouvernement français le 28 décembre 1940. Suite à l'arrêt de la filature de la soie au cuivre par le procédé Bemberg en mai 1931, le site industriel avait été conservé et une nouvelle société sans activité industrielle avait été constituée, La Centrale de Production de Soie Artificielle. C'est elle qui, dès décembre 1940, change sa raison sociale pour devenir France Rayonne. Au cours des mois qui suivent, le capital est augmenté par des apports successifs provenant de :

- M. et Mme Weisweiller et Mme Deutsch de la Meurthe sous forme d'actions de la Société Industrielle de Moy (respectivement 74.155 et 74.165 actions, soit pratiquement la totalité des actions de la société comptées au cinquième de leur valeur nominale) ;
- La Société Industrielle du Sud-est (TASE, groupe Gillet) sous forme de biens immobiliers et mobiliers ;
- La Société Lyonnaise des Textiles Artificiels ;
- La Société Rhodiaceta.

La production envisagée est de 100 tonnes/jour, un chiffre très important si on le compare à la production française de fibranne pour l'année 1940 : 9.122 tonnes. Dans la pratique, il sera atteint et même dépassé, mais en 1964 (40.000 tonnes).

L'industrie allemande devait fournir à l'entreprise les matières premières et un tiers des capitaux^{xxii}. Le procédé choisi (probablement imposé) est celui de la société autrichienne Lensing. Il présente l'originalité par rapport aux procédés français d'être entièrement continu, à partir du trempage de la pâte dans la solution sodique. Ainsi se succèdent, d'une façon continue : trempage dans la solution sodique, pressage de la pâte, déchiquetage, sulfuration, etc. Le matériel provient d'Allemagne où d'ailleurs est formé le personnel français.

Dans ce procédé, la coagulation est effectuée dans un bain acide sulfurique/sulfate de soude. Les filières, en alliage de platine, ont un diamètre de 50 mm ; elles sont percées de 18.000 trous de 6/100^e de millimètre. Après coagulation, les filaments sont étirés et coupés selon les emplois prévus. Viennent ensuite les traitements classiques successifs de désacidification, désulfuration, lavage, ensimage, séchage.

Après la guerre, la raison sociale de la société de Roanne devient les Textiles Artificiels du Centre (T.A.D.C.), puis C.T.A. (Compagnie industrielle des Textiles Artificiels et Synthétiques) en 1959, enfin Rhône-Poulenc Textile en 1971^{xxiii}.

Nouvelles Rayonnes

A partir des années 1920, la réussite de la rayonne est consacrée. De nombreuses sociétés se créent, de nouvelles usines sont installées et fonctionnent partout en France et à l'étranger. La production se développe ; la fibre de viscose a trouvé sa place dans le monde du textile. Elle est la moins chère des fibres artificielles en raison du faible coût des produits mis en œuvre : la matière première (la pâte de bois et non pas le linter), un réactif chimique bon marché, l'absence de solvants organiques, l'emploi de sels minéraux inorganiques de faible prix. Certes, elle présente de fortes déficiences à l'usage : la mauvaise tenue au mouillé, une ténacité assez basse, un allongement plastique élevé. Mais on s'en accommode au début en réservant les tissus à base de viscose aux applications où ces défauts sont secondaires (passementerie, crêpe de Chine, toile Tarare, bas, tricot rayonne). La recherche de parades "externes" pour réduire la sensibilité à l'eau n'est pas négligée : le sténosage au formol (le C.T.A. prend le contrôle de la société La Sténose qui a inventé le procédé), les traitements superficiels sous forme de vernis, par des résines. Des progrès ont donc été réalisés quant à la tenue à l'état humide et la résistance aux lavages répétés.

Si l'industrie de la rayonne est maintenant bien établie, une question légitime s'impose. Pourquoi la cellulose régénérée à partir des solutions de viscose n'a-t-elle pas un comportement et des propriétés identiques à celles de la cellulose naturelle dont elle est issue ? Ne peut-on fabriquer par un procédé viscose une fibre dont les caractéristiques seraient équivalentes, voire supérieures à celles du coton ? Les zones d'ombre du procédé sont nombreuses (maturation, nature des bains, conditions de régénération, etc.). Leur étude recèle peut-être la réponse.

Von Lilienfeld, chimiste autrichien, est le premier à obtenir des caractéristiques sortant des moyennes habituelles, en exploitant une procédure nouvelle. Ses travaux ont donné lieu à un grand nombre de brevets déposés en 1926, en France et à l'étranger, et au cours des années suivantes. Son procédé se singularise par trois points : l'utilisation d'une viscose non (ou peu) mûrie, la coagulation dans un bain d'acide sulfurique concentré, un filage sous très fort étirage. Les produits présentent une ténacité élevée (multipliée par 3), une résistance à l'état mouillé de 80 % de la valeur normale contre 55-65 % dans le cas de la rayonne classique, un allongement plus faible. Dans son brevet déposé en France le 19 juin 1926 (BF 666.178), il revendique un bain contenant au moins 55 % d'acide sulfurique monohydraté (voire plus de 85 %) ; le mûrissement est réduit à une heure, à 24 °C. Le fil subit un étirage dans le bain. Cette fibre a été commercialisée sous le nom de Durafil, mais son

développement a été limité en raison de son allongement considéré comme insuffisant. La preuve était cependant apportée que le fil de viscose classique était perfectible.

Il est nécessaire, à ce stade, de revenir sur le processus de filage. Dans le procédé d'origine, le jet de viscose sortant de la filière est homogène. Il est immergé dans un bain salin où la cellulose est régénérée. On confond, dans une même opération, deux étapes très différentes dont la distinction est importante et qui, chacune, mérite d'être considérée séparément. Il y a d'abord un processus physique, la transformation de la viscose (la solution de xanthate de sodium en milieu sodique) en gel et, ensuite, une réaction chimique, la décomposition du xanthate de cellulose en cellulose hydratée sous l'action de l'acide sulfurique. Par ailleurs, le jet de viscose qui arrive dans le bain de filage est homogène. Au contact du bain, les réactifs diffusent progressivement à l'intérieur du filet visqueux. S'il s'agit de bain classique acide/sels, la partie extérieure se transforme donc la première, alors que la partie interne, le cœur, n'est pas affectée. On est donc en présence d'une structure cœur-peau, dont l'importance, c'est-à-dire le rapport entre la partie peau, étirée et organisée, et la partie cœur "*que l'on peut considérer grossièrement comme un remplissage*", conditionne le comportement et les propriétés du fil.

Les travaux de Lilienfeld, les progrès de la connaissance scientifique et des outils d'investigation analytique, la demande des industriels pour une rayonne plus performante concourent à la naissance des nouvelles fibres cellulosiques. Sur le plan scientifique, Staudinger vient d'inventer la notion de macromolécule qui s'impose face au concept de la théorie colloïdale. Haworth confirme la structure chimique polyglucosique de la cellulose ; Mark et Meyer en décrivent l'organisation, à la fin des années 20, par leurs travaux radiocristallographiques. Ces progrès scientifiques, la meilleure connaissance de l'organisation interne des fibres de cellulose native permettent de comprendre quelles différences structurales distinguent les fibres de coton et celles de rayonne :

- les fibres de cellulose native sont constituées par de longues chaînes macromoléculaires. Ces chaînes polyglucosiques linéaires participent par partie à des zones inorganisées où les interactions latérales des chaînes sont faibles, par partie à des zones organisées où les interactions sont très fortes au sein de la structure cristalline. Dans ces zones, les fonctions hydroxyles sont fortement engagées dans le réseau.

- les propriétés de la fibre sont directement liées à la qualité de cette organisation et au degré d'ordre. La proportion du domaine cristallin, la qualité de la cristallinité exercent un rôle majeur sur les propriétés de la fibre textile tant au point de vue mécanique que physico-chimique, en particulier les hydroxyles cellulosiques engagés dans l'édifice cristallin perdent leur capacité d'hydratation : le matériau est moins polaire, donc moins sensible à l'eau et aux solutions aqueuses de soude.

À l'état de viscose, la structure de la cellulose native est détruite, les macromolécules de cellulose sont libérées et solvatées par le milieu aqueux (d'où la viscosité élevée). Lors du passage en filière, les macromolécules se déforment, s'ordonnent dans le sens de l'écoulement. Mais l'organisation restituée après filage n'a plus la même qualité d'ordre que la cellulose initiale : c'est un réseau plus lâche où les petites molécules polaires, comme l'eau, pénètrent facilement et s'associent aux fonctions hydroxyles. Si les propriétés de la fibre artificielle sont inférieures à celles de la fibre naturelle, il faut donc définir les conditions permettant d'amplifier l'importance de la structure cristalline fibrillaire et de la perfectionner (taux de cristallinité, taille des cristallites) par la maîtrise des conditions de régénération et de cristallo-genèse. Le contrôle du système cœur-peau est une première étape.

Fils à haute ténacité

Le premier progrès, le plus important industriellement, est la mise au point d'un fil industriel de haute ténacité pour pneumatiques. A partir des années 30, le marché des pneumatiques prend une place importante notamment aux Etats-Unis. Jusque-là, la confection des pneumatiques fait appel à des toiles de coton. Celles-ci ne répondent plus aux qualités exigées par les performances des véhicules modernes. En 1937, sous le nom de Cordura, Du Pont de Nemours lance la production d'une rayonne technique pour pneumatiques dont les toiles présentent des supériorités par rapport au coton : échauffement plus faible, grande résistance au choc et à la fatigue, bonne adhérence à la vulcanisation.

En France, les premières fabrications de fil viscosse pour pneumatiques démarrent à Izieux en 1937, suivant un procédé Du Pont, puis à La Voulte en 1942. À Vaulx-en-Velin en 1950 est installée une nouvelle ligne de production exploitant le nouveau procédé de filature continue breveté par la société américaine I.R.C. (REEL) pour la production de fil jusqu'à 1.650 deniers. L'atelier produit 350 t/mois en 1954, 780 t/mois en 1960, 850 t/mois en 1963. Le procédé de Vaulx utilise une cellulose de degré de polymérisation élevé, dont le mûrissement est limité pour éviter la dégradation ("viscosse jeune"). Le bain est caractérisé par des taux élevés de sulfate de zinc (associé à l'acide sulfurique et au sulfate de soude). De plus, il comporte 0,2 à 2 grammes/litre d'agents chimiques appelés "modificateurs". Enfin le taux d'étirage est élevé (supérieur à 100 %), les deux bains coagulation-régénération sont séparés.

Ces modificateurs ont été découverts en 1950 par l'américain Cox. Ce sont des substances chimiques de natures diverses : amines aromatiques, polyglycol, sels d'ammonium quaternaires, amines polyoxyéthylénées. Ils peuvent être utilisés seuls ou en mélanges. Ils sont nécessairement associés aux sels de zinc. Leur action est à la fois physique (formation autour du fil d'une gaine de composé zincique qui ralentit les échanges entre les phases) et chimique (interaction avec le xanthate de soude et le xanthate de zinc). La contribution de l'additif est complexe et différente suivant sa nature chimique, mais le fait brut est qu'il freine le processus de régénération de la cellulose.

Le sulfate de zinc est un élément clé du procédé dans la mesure où il ralentit la décomposition du xanthate de cellulose par remplacement de l'ion Na⁺ par l'ion Zn⁺⁺ qui donne un gel stable dont la plasticité autorise des étirages élevés.

Production annuelle : rayonne, fibranne (complément) et fibres haute ténacité (tonnes) ^{xxiv}			
Années	Rayonne	Fibranne	Haute ténacité
1938	22700	7000	
1939-1950			
1951	21400	22000	14800
1952	13100		
1953	17000		
1954-1955			
1956	18820	47230	14000
1957	19987		15970
1958-1959			
1960	20700		18700
1961	20700	54400	20000
1962	20800	55800	
1963	21000	68000	18000
1964	20290	73333	17950
1965	17850	58100	
1967	28636	63504	

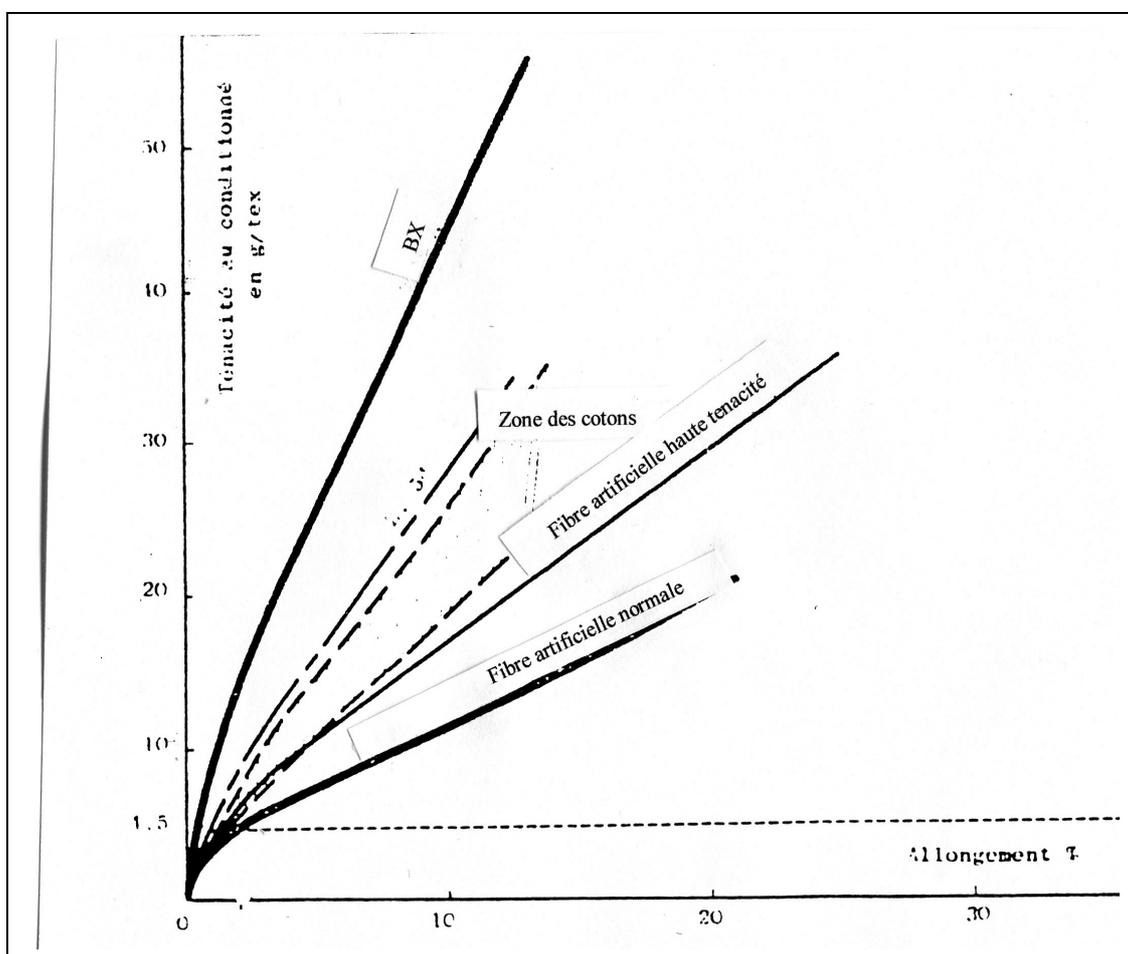
Les fils sont filés à vitesse plus basse que la rayonne classique. A la sortie de la filière, ils sont traités dans deux bains successifs. L'étirage est important (de l'ordre de 250 %). La structure est (presque) entièrement du type peau. Plusieurs qualités ont été fabriquées dans les trois usines du C.T.A. sous les noms de Super, Raystrad, Cordura, Cordyl, Naviscord. Ces fibres présentent des ténacités comprises entre 3,5 g/décitex (Super 1) à 5,5 g/décitex (Super 3), comparé à 1,5 g/décitex pour la rayonne classique.

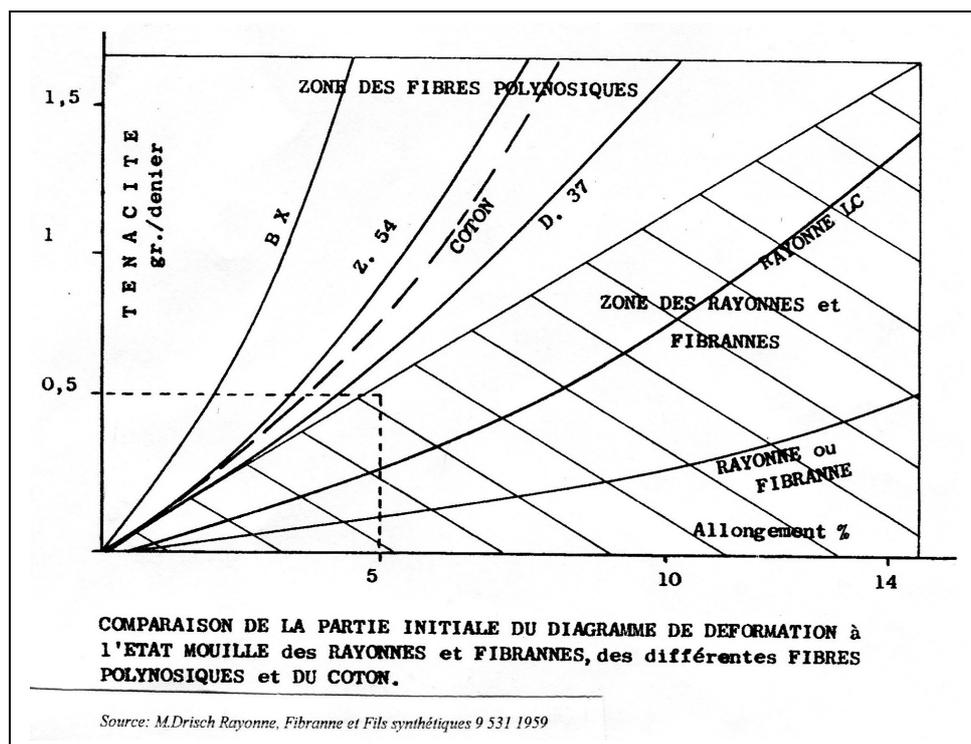
Le même procédé est utilisé pour produire un fil textile dont le gros débouché a été la toile très soyeuse Toualifa pour draps (chaîne Naviscord, trame coton longues fibres).

D'autres sociétés ont également fabriqué des fils pour pneumatiques. C'est le cas de la Société Lyonnaise de Textiles Artificiels. Les Etablissements Puiseux-Bou langer et Cie (Michelin) ont repris et fait fonctionner durant quelques années l'usine de l'ancienne Viscamine à Poncharra-sur-Breda (Isère) pour la fabrication de la rayonne destinée aux toiles pour leurs pneumatiques, suivant un procédé que nous ignorons.

Polynosiques^{xv}

À côté des fils techniques précédents, caractérisés sur le plan morphologique par la prédominance de la structure peau, a été développée une autre famille de produits destinée à remplacer le coton principalement dans ses applications textiles. C'est celle dite des "polynosiques" qui, au C.T.A., a donné lieu à deux types de produits : les fibres BX et Z4 (Z54). L'une de leurs propriétés essentielles est leur moindre sensibilité à l'eau et aux solutions salines, associée à d'excellentes propriétés mécaniques (ténacité à la rupture et module d'élasticité élevés) qui les rapprochent beaucoup du coton, comme le montrent les diagrammes ci-dessous





Sur le plan structural, ces fibres sont caractérisées par une structure fibrillaire cristalline compacte, une organisation interne poussée, un pourcentage élevé de grosses cristallites.

- Fibres BX

Le procédé utilisé par le C.T.A. est d'origine allemande, dans la ligne du procédé de Lilienfeld (cellulose de degré de polymérisation élevé, filature en milieu très acide – jusqu'à 1.000 g/litres – sans sel de zinc, à 24 °C). Ce fil a été fabriqué à l'usine de La Voulte, à partir de 1951. C'est un fil à haute ténacité, mais dont la résistance en fatigue est médiocre. Ses secteurs d'emploi étaient les tissus enduits, les toiles de renforcement pour tuyaux en caoutchouc destinés au transfert de fluides chauds (bonne stabilité dimensionnelle). Dans le domaine textile pour habillement, les fibres obtenues par craquage ont permis de fabriquer des tissus particulièrement flatteurs (marque Meryl).

Peu rentable, adossé à un marché étroit, le fil BX ne s'est pas imposé. Sa production a été abandonnée en 1971

- Fibres Z4

Le procédé, issu des travaux du Japonais Tashikawa, a été étudié au laboratoire de Bezons ; la mise au point industrielle a été effectuée à l'atelier pilote de l'usine de Roanne. Il présente les caractéristiques suivantes :

- le degré de polymérisation de la cellulose de départ est élevé.
- la viscose n'est pas mûrie et le taux de groupes xanthique (taux de sulfure de carbone) élevé.
- la coagulation est effectuée dans un bain froid (pour limiter la dégradation), de l'ordre de 20 °C au lieu de 50-60 °C, faiblement acide et pauvre en sels de zinc.
- le gel est étiré lentement. La vitesse de filature est de l'ordre de 10 mètres/minute contre 60 mètres/minute pour le fil classique.

Toutes ces conditions opératoires sont favorables au développement de la structure cristalline.

Le C.T.A. a commencé à fabriquer ces fibres polynosiques au début des années 50 dans sa filature de Zwynarde, près de Gand (Belgique), puis vers 1960 dans son usine de Gauchy, ainsi que du fil continu polynosique à l'usine de La Voulte. Dans les notices documentaires de la société, les fibres Z4, Z54 sont préconisées pour les mêmes emplois que la fibre BX : fabrication de tissus (Zantrel) destinés à l'habillement (lingerie), tissage en mélange éventuel avec coton ou synthétique, à la bonneterie (sous-vêtements et survêtements maille tissage sans mélange ou en mélange avec coton ou synthétique), à la maison (tenture unie ou imprimée, linge de maison). Les fibres polynosiques présentent une bonne résistance à l'état mouillé, un gonflement à l'eau réduit, une stabilité dimensionnelle élevée, une forte ténacité à la rupture, mais une mauvaise résistance transversale. Pour la lingerie, les fibres polynosiques permettent la confection d'articles faciles à laver, séchant rapidement, donc présentant des qualités proches des tissus wash-and-wear. Le fil polynosique continu est employé à la fabrication de tissus destinés à la confection de support d'enduction pour les vêtements de protection, les tuyaux, les grilles de protection des cultures.

Fibres polynosiques : propriétés^{xxvi}			
	Fibres classiques	Fibres polynosiques	Fibres naturelles (coton)
Degré de polymérisation	280-400	450-700	2500-3000
% des zones cristallisées à maille cristalline dans la fibre (en poids)	28-35	40-50	55
Volume relatif des zones cristallines (celles du coton étant prises comme unité)	0,25-0,35	0,5-0,65	1
Ténacité des fibres à l'état mouillé (g/denier)	1,2-2	2,5-4	2,5-5
Ténacité après traitement à NaOH à 6 %, Sous tension (g/denier)	0,1-1,8	2,0-3,0	2,0-4,0
Module d'élasticité (g/denier)	3-6	16-23	12-15

Comparaison des conditions de fabrication des différents types de fils viscosse (C.T.A.)				
	Classique	Haute ténacité	BX	Z4, Z54
<i>Fabrication</i>	<i>Fil-fibre</i>	<i>Fil continu</i>	<i>Fil continu</i>	<i>Fibre</i>
D.P.cellulose	Moyen, 250-300	Elevé	Elevé	Elevé
Indice xanthique	Moyen	Elevé (37%)	Elevé (40%)	Elevé (40%)
Mûrissement	Long	Court	Court	Court
[SO4 Zn]	5 à 10 g/litre	60 à 100 g/litre	Faible ou nulle	Faible
[SO4H2]	70 à 100 g/litres	80 à 100 g/litres	Faible	Faible
Modifieur	Non	Oui	Non	Non
Température bain	50 °C env.	50 °C env.	20 °C env.	20 °C env.
Vitesse de filature	90/140 m-minute	Env. 40m-minute		10 m-minute
Etirage	Env. 60%	Env. 100 à 200 %	Jusqu'à 300 %	Elevé (étirages successifs)
<i>Usines</i>	Toutes	Izieux, LaVoulte, Vaulx-en-Velin	Argenteuil, LaVoulte	Gauchy

La production de fibre Z4 est restée très modeste. A Gauchy, la production maximum a été de 5 tonnes/jour sur 6 ou 7 métiers. A terme, au C.T.A., les fibres polynosiques proprement dites, au rapport qualité/coût défavorable, ont été abandonnées pour ne conserver, sous le nom de Modal, que les fibres textiles fabriquées suivant la technique des additifs, originellement exploitée pour les pneumatiques.

Prospectives

Les avantages des fibres polynosiques se sont toutefois révélés insuffisants pour assurer un rajeunissement de la rayonne traditionnelle et éviter son déclin. Mais les recherches ont été poursuivies dans le monde pour trouver d'autres voies susceptibles de conduire à des structures cellulosiques plus organisées, susceptibles de promouvoir, dans les applications fibres, des caractéristiques bien supérieures à celles des celluloses déjà connues. Dans la seconde partie du 20^e siècle, de nombreux nouveaux systèmes solvants ont été découverts. Ce sont des systèmes complexes minéraux, organiques ou mixtes, comme les couples anhydride sulfureux/sels d'ammonium, pyrrolidone N-substituée/sel de lithium, diméthylsulfonamide/méthylamine. Ces solutions vraies sont isotropes. Elles ont donné lieu à quelques réalisations industrielles à l'étranger (Tencell, Lyocell), d'un intérêt en définitive assez limité. Mais il s'est révélé que, dans certaines conditions et pour certains milieux (Eau-N-méthyl morpholineoxyde, acide trifluoroacétique/dichloroalcane, chlorure de lithium/diméthylacétamide), les solutions cellulosiques pouvaient présenter des caractères anisotropiques marqués, avec la formation de mésophases, structures organisées du type cristaux liquides. Mis en évidence d'abord pour certains des dérivés cellulosiques, ils ont été reconnus également pour la cellulose elle-même. A partir de ces solutions, par passage dans une filière, les fils obtenus sans étirage présentent des caractéristiques exceptionnelles comparativement à tous les fils de cellulose connus, naturels ou artificiels, en termes de ténacité et de module. Ces résultats intéressants sont considérés, toutefois, comme insuffisants pour autoriser un développement industriel^{xxvii}

Michelin a décrit un nouveau procédé original (brevet WO 85/05115, déposé le 24 avril 1985). En milieu acide phosphorique, acide formique, en présence d'acétone, la cellulose introduite sous forme de poudre de bois se transforme en formiate qui, dans les conditions opératoires, se présente sous la forme de cristaux liquides. La dispersion liquide est filée à -20 °C sans étirage (la structure organisée étant préexistante). Après lavage, le fil est traité par une solution sodique pour éliminer les restes formoliques. Suivant l'énoncé du brevet, *"le filament est constitué par des couches emboîtées les unes dans les autres. Ces couches entourent l'axe du filament de telle sorte que, dans chaque couche, la direction optique et la direction de cristallisation varient de façon pseudopériodique le long de l'axe du filament"*. Les propriétés dynamométriques sont dépendantes de la masse moléculaire de la cellulose. Les valeurs peuvent atteindre 100 cN/tex pour la ténacité et 3200 cN/tex pour le module initial. Ce produit du type haut-module, encore expérimental, n'est envisageable que pour des applications techniques.

La fin des activités textiles viscose en France

Les usines textiles françaises présentent souvent une taille insuffisante pour rester compétitives. Un mouvement de réorganisation s'amorce par la création de regroupements inter sociétés (associations en participation des usines de fibranne Rovatex et rayonne) et par les fermetures successives de plusieurs usines et ateliers. Les usines de Valenciennes, Argenteuil, plus tard de Décines et Saint-Maurice-de-Beynost sont rachetées à la concurrence, puis fermées. A l'intérieur du périmètre du C.T.A., les ateliers de viscose de Beauvais, Besançon, Colmar, Valence sont également fermés. Les usines restantes sont réunies sous une même direction industrielle dont la raison sociale est Compagnie industrielle des Textiles Artificiels et Synthétiques, qui conserve le sigle C.T.A. (1956). Ce nouveau C.T.A. (que l'on désignera par commodité sous la forme C.T.A.*, pour le distinguer de son prédécesseur) regroupe tous les actifs sociaux des anciennes sociétés textiles. Mais les changements d'organisation n'en finissent pas. Le C.T.A.* fait partie du holding Celtex regroupant les actifs textiles de la famille Gillet. En 1961, Celtex est absorbé par le groupe Rhône-Poulenc qui

recueille ainsi tout l'héritage textile, un héritage pesant qui progressivement ira en s'amenuisant dans une crise beaucoup plus dévastatrice que les précédentes. Dix ans plus tard, Celtex est absorbé par Rhône-Poulenc. Dix ans plus tard encore, en 1971, dans le cadre d'une réorganisation de cette Société, l'ensemble textile est rassemblé au sein d'une division spécifique du groupe Rhône-Poulenc : Rhône-Poulenc Textile. A cette date, la fibre cellulosique (rayonne et fibranne) représente encore 40 % des 276.000 tonnes de la production textile du groupe.

Petit à petit, successivement, toutes les usines de viscosse ferment ou sont reconverties à la production de fibres synthétiques (voir tableau de l'annexe « Usines textiles de viscosse »)^{xxviii}

L'usine de Roanne où était recentrée la production de fibranne cesse de fonctionner le 27 juillet 1984. La première usine française de fibre rayonne (au cuivre), qui avait démarré à Givet en 1902, est la dernière à fermer ses portes en juillet 2000 (Société Cellatex).

Les produits dérivés de la viscosse

On a vu précédemment qu'à l'origine, avant les essais de Stearn, les espoirs de développement de la viscosse étaient fondés sur des applications ne concernant pas le secteur textile. Pratiquement, en dehors du textile et des pellicules, les applications de la viscosse se révélèrent très modestes et de faible envergure. C'étaient, vers les années 1920, le crin artificiel (dont la fabrication relève d'ailleurs de la technique de filage) et les capes pour la fermeture des bouteilles. Par la suite, d'autres applications, toujours modestes comparativement à l'explosion industrielle du secteur textile, sont apparues et se sont développées. Le C.T.A. a joué un rôle majeur dans leur développement.

* *Capes*. Une société a été constituée, la Société Cape Viscose, pour fabriquer à Beauvais les capes rétractiles en viscosse. En 1936, l'atelier produit journallement 200.000 à 250.000 capes, soit une consommation de 2,5 à 3 tonnes/mois de viscosse. Les capes sont destinées à condamner l'ouverture des bouteilles bouchonnées qu'elles rendent pratiquement inviolables. Pratiquement, des tubes en verre, à bout fermé et arrondi, disposés et enchâssés dans un cadre de bois, sont trempés dans un bain de viscosse, puis dans une série de bains coagulants, enfin dans des bains de lavage. Ces opérations une fois accomplies, la cape qui recouvre le tube est enlevée à la main, puis traitée (teinture, impression) et stockée humide ou sèche. Les tubes, de 15 cm de longueur environ, sont de diamètres variés : 10 à 120 mm.

* *Crin*^{xxix}. La fabrication du crin a suscité très tôt l'intérêt des sociétés de soie artificielles. Givet avait acquis les droits pour un procédé breveté en Allemagne par la Höchster-Farbwerke avec la soie au cuivre. La Société Française de Viscose s'est intéressée à l'invention d'un certain Chorier : un crin constitué d'une âme de coton enrobée de viscosse. Le produit, connu sous l'appellation de crin Chorier, est souple, résistant, brillant (BF 333 598, 1904). Une fabrication modeste est montée par l'inventeur à Cires-lès-Mello (Oise) avec l'aide financière et technique de la Société Française de la Viscose. Les résultats sont décevants. Pourtant, des licences avaient été cédées en Allemagne (1904) à Donnersmarck et également aux Etats-Unis, en Belgique, en Angleterre, plus tard en Espagne, Autriche, Hongrie et aux sociétés filiales suisses et italiennes. Mais en France, l'affaire n'est pas assez rémunératrice : elle est liquidée en décembre 1907. Moins d'un an plus tard, elle est réactivée à l'initiative de la Société Française de Viscose. La Société Française de Crins Artificiels est fondée (31 octobre 1908) pour fabriquer du crin artificiel, mais non enduit (fil homogène de diamètre de coupe élevé, commercialisé sous la marque Crinol), probablement au vu du succès des crins de ce type produits par l'usine de Besançon et des réussites étrangères : soie au collodion (soie Météor) ou soie viscosse (Viscellin, Helio Pan). Ces crins sont destinés aux articles de mode (chapeaux, filets à cheveux), aux cheveux de poupées, brosses etc... En 1910, l'usine de Cires est arrêtée au profit de Saint-Just-des-Marais, près de Beauvais. La nouvelle usine héberge aussi la fabrication des capes viscosse. En 1913, on fait également des "lames". Saint-Just-des-Marais deviendra le site d'accueil des fabrications des produits dérivés de la viscosse.

* *Boyaux*. Des brevets pour la fabrication de boyaux, à partir de viscosse, ont été déposés par des sociétés allemandes (Wolff et coll., Kalle) et américaine (Visking Corp) aux environs de 1930. Le procédé consiste en une extrusion de la solution de viscosse, contenant un peu de glycérine jouant le rôle de plastifiant, à travers une filière en forme d'anneau, avec mandrin central, puis coagulation par un bain de sulfate d'ammonium, sulfate de soude, acide sulfurique. La fabrication est entreprise en France par le C.T.A., peut-être avant 1940, à Saint-Just-des-Marais. La "filature" est horizontale ; elle est peu productive : en 1950, on fabrique seulement 100 kg/jour de boyaux utilisés dans l'industrie alimentaire pour l'enrobage des saucissons et produits similaires. Leur développement prend ensuite de l'importance : une société est fondée, Novacel (Nouvelles Applications Cellulosiques), pour fabriquer ces produits à Saint-Just-des-Marais dans un ancien atelier désaffecté, avec de la viscosse transportée depuis Arques-la-Bataille (les ateliers de filature ont fonctionné depuis le début des années 20 jusqu'en 1952, approximativement). En 1954, Novacel s'associe à la société américaine Visking Corporation de Chicago dont le procédé est sensiblement différent (filature verticale). La Société Viscora est constituée le 19 mars 1954.

* *Les produits spongieux* (marque "Spontex"). Une solution de viscosse est mélangée avec des fibres naturelles ou artificielles. A cette pâte, sont ajoutés des cristaux de sulfate de soude de différentes dimensions. La masse est moulée puis chauffée à 100 °C, ce qui provoque la coagulation de la viscosse et la formation de trous au niveau des cristaux. La masse est lavée, désulfurée, séchée. Le pouvoir d'absorption de ces éponges est environ de 20¹⁵. En 1932, il est décidé d'implanter une fabrication de mousse Spontex dans l'usine de Saint-Just. La production est industrielle à partir de 1937. Outre Beauvais, le succès des produits Spontex conduira à la multiplication des sites de production : Tourcoing, Saint Hippolyte, Mérignac.

* *Adhésifs*. En 1955 un accord est signé entre Novacel et la C.I.M.A. (Compagnie Industrielle des Matériaux Adhésifs) pour la fabrication de rubans adhésifs cellulosiques Adhérex à l'usine de Beauvais.

* *Carboxyméthylcellulose*. Après la guerre, une production de carboxyméthylcellulose (Blanose), sous licence allemande, est installée à Saint-Just-des-Marais (colles, apprêts, enrobage, gélifiants, absorbants)

Références générales

FAUQUET L.G., *Histoire de la Rayonne et des Textiles Synthétiques*, Paris, Armand Colin.
ROBERT, *L'industrie de la Rayonne en France Editions de l'Industrie Textile*, 1943.
Revue *L'Industrie Textile*.

L'auteur tient à remercier vivement MM. Achard, J. Clair, Y.Girel, anciens ingénieurs au C.T.A. pour les entretiens qu'ils ont bien voulu lui accorder. MM.Achard et Girel ont accepté de relire le chapitre

¹⁵ L'idée de fabriquer une matière spongieuse à partir de dérivés cellulosiques est ancienne. Elle a donné lieu à des dépôts de brevets qui évidemment ne garantissent pas l'existence d'une production industrielle. En 1913 (BF 463.498), un brevet de la société allemande Philipp Röder-Bruno Raabe décrit un procédé partant de solutions de nitrocellulose, d'acétate ou de viscosse, dans lesquelles sont mélangées des fibres de coton ou autres matières, des sels minéraux, du sucre. Mais c'est surtout aux environs de 1930 qu'apparaissent des brevets plus précis, notamment le BF 759.922 pour le C.T.A.

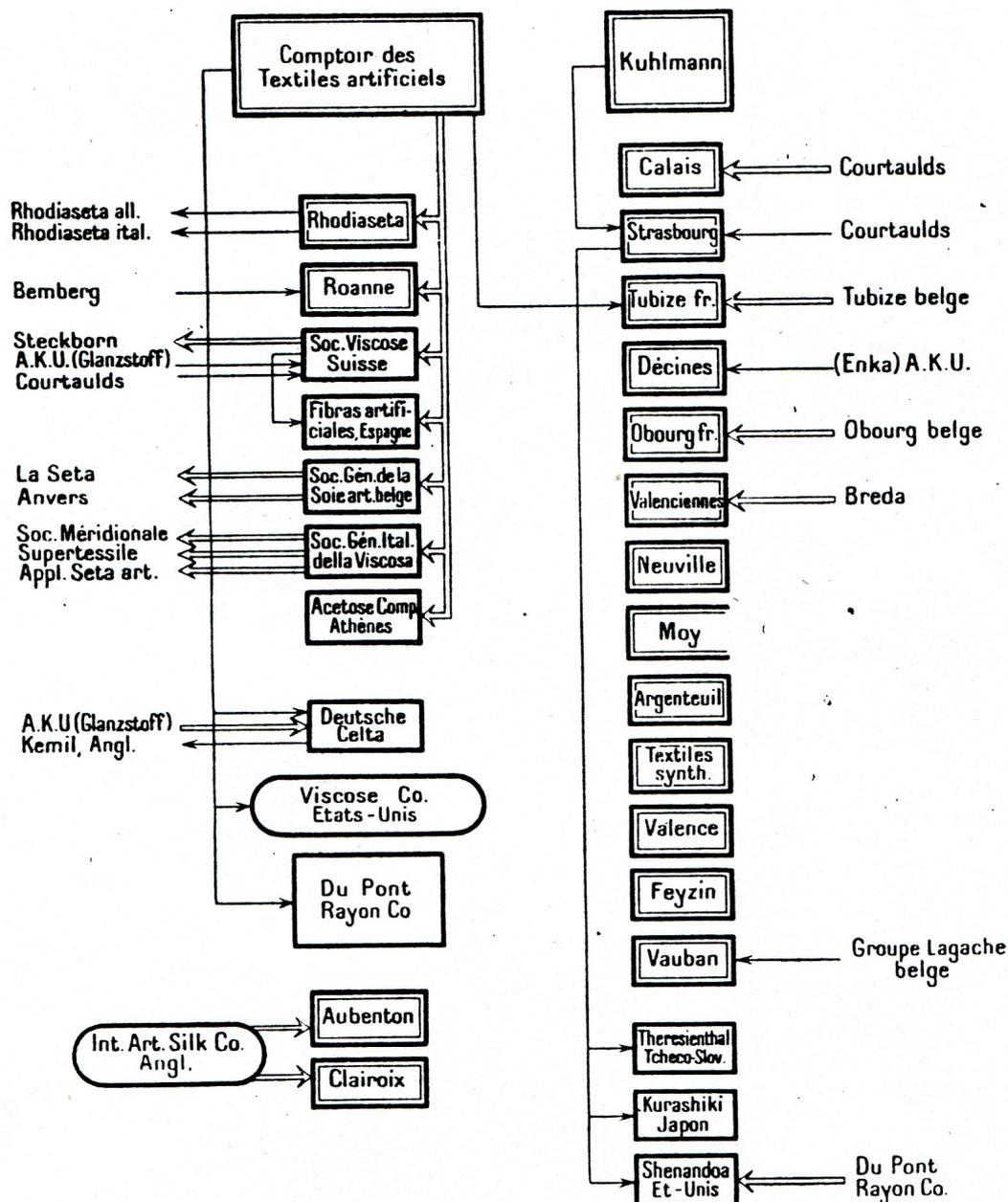
Document 1 - Propriétés comparées des soies naturelles et artificielles

Propriétés mécaniques des soies ^{xxx}		
Fibres	Résistance kg/mm ² fil sec	Résistance kg/ mm ² fil humide
Soie naturelle écru	50	41
Soie au collodion (Chardonnet)	17	4,3
Soie cupro-ammoniacale	19,1	3,2
Soie viscosse	21,5	3,5
Coton	18,6	11,4

Document 2 - Production mondiale des soies artificielles

Production des soies artificielles dans le monde en 1929 (en tonnes) (cité dans <i>L'Industrie textile</i> , 614, 1931)					
	<i>Viscosse</i>	<i>Acétate</i>	<i>Cuivre</i>	<i>Ex-Nitro</i>	<i>total</i>
Etats-Unis	100.000	7.000	4.000	9.000	120.000
Grande-Bretagne	44.000	14.000	2.000		60.000
Allemagne	40.000	1.750	13.000		54.750
Italie	50.000	3.000	1.000		54.000
France	31.000	5.500	1.000	150	37.650
Pays-Bas	20.000	500			20.500
Belgique	12.000	3.000	500	4.500	20.000
Japon	16.000				16.000
Suisse	13.000	250			13.250
Autres pays	20.000	2.000		2.500	24.500
<i>Total</i>	<i>346.000</i>	<i>37.000</i>	<i>21.500</i>	<i>16.150</i>	<i>420.650</i>

Document 3 - Tableau récapitulatif des usines et des principales sociétés textiles de viscose



Usines françaises de soies artificielles

(Source H. de Leeuw *Les soies artificielles* Librairie Polytechnique Ch. Béranger Paris 1932)

- i Dictionnaire de Chimie pure et appliquée, Wurtz, 1869
- ii Cross, Bevan, Beadle J.Chem.Soc 63 837 1893 ; Cross, Bevan Recherches sur la cellulose 1895-1910, Béranger 1914-1917
- iii Bardy Bull. Soc. Encouragement 321 1900
- iv C.H.Ward-Jackson, The Cellulose Story (Privately Printed)
- v Ferenczi Mon.Scient. 601,602 1899 ; Exposition universelle de 1900, Chapitre XIII (Matières Plastiques-Soies Artificielles) ; Bernard, Mon.Scient. 321 1905 ; Haller Ind. Textile69 1905 ; Beltzer Mon.Scient. 5 1908, 648 1908, 145 1910, 289 1910, 445 1910.
- vi David Marius Présence Normande 16-3 21-26 1965; Document de la Viscose Française publié lors du cinquantième de la fondation de l'usine d'Arques-la-Bataille
- vii Robert L'Industrie de la Rayonne en France, Edition de l'Industrie Textile 1943
- viii Main, Chaplet, Plastiques artificiels, résines synthétiques
- ix Renouard Ind.Textile 547 1930 ; Rolland, Revue de Chimie Industrielle 811 1936;
- x Robert op.cit.
- xi Granmougin, Rev.Chim.Indust. 38 et suite 1926-27 ; R.M.Industrie Textile 52 1928; Renouard Ind.Textile 1929-1930-1931; Deschiens Revue des Matières Plastiques 2 30 1926.
- xii A.Renouard L'Industrie Textile 52 1928
- xiii Aftalion Histoire de la Chimie, Masson 1988, Daviet Histoire de Saint-Gobain
- xiv Daviet op.cit.
- xv Daviet op.cit.
- xvi J.E.Léger Une grande entreprise française Kuhlmann 1825-1892, Nouvelles Editions Debresse Paris 1988
- xvii Daviet op.cit.
- xviii Daviet op.cit.
- xix Rolland op.cit.
- xx Fauquet Histoire de la Rayonne et des Textiles Synthétiques
- xxi Cayez Hist.Econ.et Société 479-491 3 1992
- xxii Cayez op.cit.
- xxiii Girel Yves, Musées et Patrimoine de Roanne et sa Région 6. Edition Groupe de Recherches Archéologiques et Historiques du Roannais
- xxiv La viscose à Vaulx-en-Velin, Ed.Bellier 1999
- xxv Drisch Rayonne, Fibranne et fibres synthétiques 9 531 1959 ; Drisch, Priou Bull.Inst.Textile de France 101 667 1962 ; Cahiers CIBA 2 1967 ; Rappots internes du C.T.A. (Usines de Vaulx-en-Velin, La Voulte, Izieux)
- xxvi Chêne, Drisch La Cellulose PUF Collection Que sais-je ? Complété par M.Girel
- xxvii R.D.Gibert, Cellulosic polymers Blends and Composites, Hanser Pub.,(J.K.Guo,D.C.Gray, Lyotropic Cellulosic Liquid Cristal
- xxviii Laferrère Cahiers du Centre de Recherches et d'études sur Paris et l'Ile de France, n° 20 septembre 1987
- xxix Robert op.cit., Revue Viscose mars 2000
- xxx Granmougin, Rev.Chim.Indust. 38 et suite 1926-27