

APPLICATION FILMS / PELLICULES : LA CELLOPHANE.....	1
Jacques Edwin Brandenberger.....	2
Constitution de la société La Cellophane.....	4
Les débuts.....	5
1930-1945.....	6
Pellicules imperméables.....	6
Pellicules pour photographie et cinématographie.....	8
1945-1960.....	10
Évolution du procédé.....	11
1960-1975.....	13
Les dernières années.....	14
Reprographie.....	15
Document 1. Brevets Brandenberger, appareillage et chaîne de fabrication.....	16
Document 2. La Cellophane - Schéma de fabrication de la pellicule cellulosique.....	17
Document 3. La Cellophane - Production 1934-1984.....	17
Document 4. Publicité : La Cellophane.....	18

APPLICATION FILMS / PELLICULES : LA CELLOPHANE

Dans leur brevet français 227.034, base de la viscosse, Cross, Bevan et Beadle¹ mentionnent la possibilité de préparer des pellicules transparentes à partir de solutions de viscosse : « *Si par exemple on verse la solution sur une surface quelconque, une plaque de verre par exemple, qu'on l'abandonne pendant quelques heures à température ordinaire et qu'on l'évapore à siccité à 100 °C, on obtient une pellicule transparente de laquelle on peut éliminer les sels alcalins par le lavage, puis par le traitement avec un acide étendu et enfin par un lavage à l'eau* ». Stearn (BF 282.200 du 17 octobre 1898) revendique la *"fabrication d'une substance sous forme de filaments (...) ou sous forme de membranes ou pellicules pour l'imprimerie, l'écriture, les usages photographiques et cinématographiques"*. La fabrication de pellicules cellulosiques à partir de viscosse a effectivement été étudiée en Angleterre, à Manchester, où une petite société est fondée à la fin des années 90ⁱ, The Manchester Viscose Company, pour fabriquer de la pellicule cellulosique selon un procédé par coulage sur roue, mis au point par un collaborateur de Cross et Bevan, Chorley. Un brevet est déposé en Grande-Bretagne et également en France sous le titre *"procédé et appareil pour la production de pellicule de cellulose pour la photographie et autres applications"* (BF 287.616-7, avril 1899). L'objectif principal, c'est le film photographique, mais il semble que la seule application pratique de Chorley ait été l'emballage des savons de toilette fabriqués par la société de Pears, l'un des fondateurs de The Viscose Syndicate Co. L'affaire est éphémère : elle ne dure que quelques moisⁱⁱ. Mais elle suffit pour accréditer l'idée qu'on sait faire *"des pellicules transparentes de toutes grandeurs et de toutes couleurs"* qui s'adressent aux applications suivantes : *"emballage de savons et matières grasses, fabrication de transparents et vitraux colorés, fabrication de ballons colorés pour illumination par lampe à incandescence, fabrication de tubes transparents de toutes longueurs et de sacs pour la dialyse, fabrication de pellicules épaisses très résistantes pouvant remplacer le celluloïd dans tous ses emplois"*ⁱⁱⁱ. La technologie est connue dans son principe : *"La solution visqueuse, pressée à travers l'orifice en forme de lèvres, et coagulée à sa sortie, de façon analogue à la soie viscosse, s'enroule à la continu autour d'un cylindre animé d'un mouvement de rotation bien réglé, et correspondant à la quantité de pellicule livrée. On lave à l'eau, passe à l'acide faible, etc., et on termine les opérations (sauf quelques variations) comme celles correspondant à la soie."*^{iv} Fabriquer des pellicules à partir de viscosse ne présente pas de difficultés techniques au niveau du laboratoire, ni lorsque les applications envisagées ne sont pas exigeantes. Il en va différemment si l'on veut obtenir industriellement sur de grandes longueurs (1.000-10.000 mètres) des pellicules très minces, larges, ne se gondolant pas sur les bords, dimensionnellement stables en milieu humide et, de plus, très transparentes. Il faut alors pouvoir disposer d'une viscosse de caractéristiques rigoureusement constantes, sans aucune impureté donc parfaitement filtrée, et d'un matériel de fabrication spécifique.

¹ Voir chapitre *Viscosse*.

En France, à La Voulte (Ardèche), Emile Crumière, un pionnier de la filature de cellulose au cuivre, s'est intéressé aussi à la fabrication de pellicules en cellulose régénérée pour les applications photographiques et cinématographiques (BF 369.635 du 3 août 1903). Teillard Rancilhac de Chazelles mentionne l'emploi de feuilles, plaques en cellulose pour la fabrication de vitrages armés par insertion d'un grillage entre deux feuilles (BF 344.972, 21 juillet 1904). Mais il s'agit d'une extension, probablement sans support expérimental, du brevet 330.231 déposé par le même auteur, mais concernant le celluloïd. Par contre, Cross et Bevan signalent une réalisation pratique : l'Institut Pasteur utilise des membranes de cellulose pour la dialyse.^v

Jacques Edwin Brandenberger^{vi}

La découverte, ou plutôt la réalisation industrielle, appartient à un Suisse, Jacques Edwin Brandenberger². Né à Zurich, il effectue ses études au Technicum de Winthertur, qu'il complète par un doctorat en chimie à l'Université de Berne. Brandenberger travaille successivement en Suisse, en France (Valenciennes), en Bohême, puis de nouveau en France. En 1903, il dirige la teinture dans une blanchisserie. Il s'intéresse déjà à la valorisation de la viscose dans l'ennoblissement des tissus en coton, du moins sur un plan purement expérimental, en espérant apporter un brillant et fabriquer une sorte de toile cirée. L'idée est de déposer une couche de viscose sur le tissu, puis d'effectuer la régénération par trempage dans un bain acide. En 1905, il est à Gisors (Eure), directeur de l'établissement de la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon (B.T.T.)^{vii}, où il continue ses essais avec de la viscose provenant de l'usine d'Arques de la Société Française de la Viscose, sans aboutir à des résultats susceptibles de développements industriels. On le retrouve à l'usine mère de la société à Thaon (Vosges) à partir de 1907, en charge de l'atelier de teinture, cherchant toujours un débouché à la viscose. Faute de résultat intéressant en enduction (la viscose pénètre dans le tissu dont elle modifie la main), il étend ses investigations à la fabrication de pellicules minces susceptibles d'être collées sur les surfaces textiles. Ses résultats sont suffisamment probants pour que la direction de la B.T.T. "*témoigne d'emblée un vif intérêt aux recherches du directeur de la teinture*"^{viii} et vote, le 4 janvier 1908, un crédit pour l'installation d'un atelier de viscose sous licence de la Société Française de Viscose. L'accord prévoit, pour cette dernière, une participation aux bénéfices à hauteur de 50% pour les pellicules, 35% pour le couchage et l'enduction, 25 % pour les apprêts durant 15 ans, chiffres ramenés l'année suivante à 30% durant 20 ans.

Les recherches ne traînent pas. Le 14 novembre de la même année, le dépôt de deux brevets sanctionne le travail effectué. Ils concernent : la fabrication de surface en relief par contrecollage d'une feuille cellulosique sur un support, suivi d'un gaufrage de l'ensemble et d'une rigidification par remplissage des creux avec une matière, plastique ou rigide (BF 405.429) ; la fabrication de composite pellicule cellulosique-papier ou carton ou tissus, destinés à la reliure, la maroquinerie, à la tapisserie "*genre papier peint*" (BF 405.430). Mais, si "*les pellicules transparentes ou opaques obtenues avec le xanthogénate vont de 1/100 à 2 mm*", la fabrication des pellicules minces, en continu, n'est cependant pas industrielle. C'est pourtant là que, quittant l'objectif initial, on entrevoit des débouchés intéressants pour la pellicule elle-même, la photographie, la cinématographie, l'emballage (BF 413.900). L'affaire est très difficile ; on mobilise les efforts sur "*la simple pellicule*" aux dépens des autres projets "*à cause de l'intérêt qui s'applique immédiatement à ce produit, auxquels les films cinématographiques et photographiques créent des débouchés immenses*"^{ix}. Il est indispensable de savoir produire des feuilles d'épaisseur constante. Cette épaisseur "*est fonction d'un très grand nombre de facteurs dont les principaux sont la viscosité, la concentration, la température, la teneur en cellulose dans la solution cellulosique, la concentration et la température du bain coagulant, la charge de la solution génératrice sur l'orifice de la trémie et la vitesse de la machine à filer*" (BF 438.774). Or, jusqu'à présent, la pellicule est épaisse, cassante, invendable. La direction est sur le point de faire cesser les essais lorsque Brandenberger réussit à obtenir d'une façon reproductible, quasi industriellement, une pellicule de 25 grammes/m², en épaisseur de 0,016 mm. Aussi le président de la B.T.T., Paul Lederlin, est-il heureux de pouvoir commenter ce succès le 15 mai 1909 : "*Il fallut alors étudier une machine dans laquelle le produit, sous forme de sirop, étant introduit à une*

² 1872-1954.

extrémité, en sort tout fini à l'autre. Cela nécessita de nombreux essais et enfin j'ai le plaisir de vous informer que la machine est montée, qu'elle fonctionne à la perfection et que depuis une semaine nous pouvons produire des rouleaux d'un mètre de large sur 300 m de longueur^x. Les plans de cette machine ont été dressés par Brandenburger lui-même. C'est une machine fonctionnant à la vitesse de 10 à 15 mètres/minutes ; la largeur de la pellicule est de un mètre. L'importance de cet équipement, son coût, son contenu technologique, témoignent manifestement de la qualité de l'engagement de Brandenburger et de son employeur. Le brevet de base est déposé le 21 juin 1909 (BF 414.518) sous le titre *"Procédé et appareil pour la fabrication en continu des pellicules cellulosiques"*. Le texte ne revendique aucune application de la pellicule, uniquement la procédure et l'outillage nécessaire à sa préparation. Il est suivi par plusieurs brevets (BF 438.774, 438.775, 438.776)³ qui mettent l'accent essentiellement sur le dispositif d'alimentation de la solution de visqueuse. En 1909, en même temps que son brevet principal, Brandenburger dépose un brevet sur un *"Procédé de préparation de pellicules sensibles positives ou négatives pour la photographie"* (BF 413.900). Il témoigne bien de l'orientation des recherches, mais il apporte une autre idée originale. La pellicule cellulosique ne joue pas le rôle habituel de support mécanique passif de la couche de gélatine argentique ; elle assume, aussi, dans son sein, toutes les fonctions de la pellicule photographique, support et couche sensible. La pellicule cellulosique est d'abord gonflée dans l'eau, puis plongée dans une solution saline (iodure de potassium), enfin trempée dans une solution de nitrate d'argent dont elle s'imprègne. La gélatine est devenue inutile.

La cellophane est un succès technique qui attire l'attention et l'intérêt des grandes sociétés productrices de films cinématographiques de l'époque. Elles sont particulièrement attentives à l'apparition de toute nouvelle pellicule moins inflammable que le celluloïd, ce qui est ici le cas. A la porte de la B.T.T., on trouve Pathé qui propose un contrat d'exclusivité (dans des conditions que refuse la direction) et Eastmann Kodak. The Viscose Syndicate Ltd (Cross et Bevan) est également intéressé. La constitution d'une société mixte est envisagée.

Aucun de ces contacts ne se concrétise par un accord. Frileuse ou réservée, la Direction hésite à s'engager dans une voie qui l'écarte de son métier traditionnel. Dès juillet 1909, elle décide d'abandonner les activités liées aux applications photographiques et cinématographiques, jugeant *"qu'il y a le plus grand intérêt à concentrer tous les efforts de Thaon sur les applications de la visqueuse qui sont de nature à servir l'industrie textile, que par conséquent il faut surtout diriger les recherches de M. Brandenburger du côté notamment du couchage et de l'apprêtage des tissus et ne considérer la fabrication des films que comme un à-côté"*^{xi}.

On continue donc les travaux sur les apprêts, les produits enduits pour reliure et application murale, mais aussi à commercialiser la pellicule. Une machine plus moderne, construite à Paris par la maison Leclaire⁴, est installée ; elle est alimentée par un atelier de visqueuse de 450 kg/jour qui occupe une cinquantaine d'ouvriers. Brandenburger donne un nom à cette pellicule : la Cellophane. L'appellation est déposée au greffe du tribunal de commerce d'Epinal, le 25 mars 1912, en Allemagne et en Angleterre le 1^{er} avril, en Russie le 20 juin et aux Etats-Unis le 2 août.

La Cellophane est un matériau nouveau. Il n'existe aucun produit équivalent c'est-à-dire possédant l'ensemble de ses qualités : transparence, inertie chimique ; il brûle, mais ne s'enflamme pas comme le celluloïd. Brandenburger entrevoit l'intérêt de cette pellicule dans l'emballage, face au papier, carton, feuille de gélatine, feuille d'étain, etc., utilisés à cette époque. Il envisage le conditionnement des cigares, tabacs, bonbons. Mais la B.T.T. ne sait pas développer une stratégie commerciale. Elle confie la vente de la pellicule à des grossistes spécialisés dans la vente de papiers décoratifs ou fantaisies, tels Chapuis, Keller-Dorian qui l'inscrivent simplement dans leur catalogue. Par l'intermédiaire d'agents, il s'en écoule également à l'étranger, aux Etats-Unis, en Allemagne, en Angleterre (emballage de bonbons notamment). La pellicule se vend mal : l'exercice 1910-1911 est

³ On remarque que tous ces brevets sont déposés au nom de Brandenburger et non pas de la B.T.T.

⁴ La maison Leclaire (Charles Constant) fabrique des équipements pour l'industrie de la soie artificielle, comme en témoignent les divers brevets qu'elle a déposés entre 1908 et 1912 sur la préparation de la visqueuse : BF 394.450, 402.804, 406.724, 414.520, 419.852, 425.953, 431.681 (fabrication du xanthate, filtration, filières).

déficitaire, la fabrication de la pellicule n'est pas rentable. L'assemblée du 9 juillet 1912 "*approuve le principe de la cession*". L'activité est cédée au Comptoir des Textiles Artificiels (C.T.A.) dont la Société Française de Viscose fait partie depuis l'année précédente.

La cellophane est fabriquée avec une viscose préparée à partir d'une pâte de bois blanchie. Le procédé consiste à couler une lame de la solution cellulosique à bas indice xanthique (faible pourcentage de sulfure de carbone), soigneusement filtrée, par l'intermédiaire d'une trémie, dans une solution aqueuse concentrée de sulfate d'ammonium où se forme la pellicule, sous forme de gel, par coagulation et décomposition brutale du xanthate. Ensuite, cette pellicule passe successivement dans deux autres bains : une solution aqueuse de sel marin où se dissolvent les sulfures et polysulfures, un bain d'acide minéral (acide sulfurique en général) où se régénère la cellulose sous forme de gel hydraté à plus de 80% d'eau^{xii}. Au début de l'opération, la solution cellulosique s'écoule par la trémie sur une bande en tissu qui va servir de support et de bande transporteuse tout au long de la fabrication. Chaque opération chimique se fait par passage dans des bacs : la pellicule suit un long parcours sinueux entre des rouleaux successifs, sans étape intermédiaire, la pellicule étant immédiatement reprise par le rouleau suivant – sept rouleaux pour chacun des cinq premiers bacs, le 5^e correspondant au bain acide d'où sort une pellicule déjà solide. Dans les sept bacs suivants, la pellicule se déplace librement entre des rouleaux jouant simplement le rôle de renvoi selon un parcours toujours sinueux permettant d'allonger la durée de l'opération finale de lavage. La fabrication se termine par le séchage. C'est une opération délicate, car la pellicule peut "*se rétrécir, se recroqueviller, perdre sa transparence*". D'après son brevet 414.954, le dispositif de Brandenberger serait constitué d'une série de rouleaux de façon que la pellicule "*pendant son déplacement dans l'étuve est maintenue en tous ses points à l'aide d'organes qui, sans exercer sur elle une grande pression, sont disposés pour maintenir simplement la pellicule en contact avec des surfaces rigides et ceci sur les deux faces*".

La nouvelle pellicule présente des propriétés très intéressantes : transparente, inodore, souple, non adhérente, imperméable aux gaz, insensible aux graisses, huiles et hydrocarbures, combustible certes, mais sans présenter les dangers de la nitrocellulose. Elle se gonfle dans l'eau, mais se rétracte lors du séchage. Elle se teint, s'imprime. Elle est stérilisable. On peut lui incorporer des charges pour atténuer la transparence. Elle est apte à recevoir des gaufrages, à imiter la soie, la moire, le chagrin. Elle est chimiquement inerte : dès 1912, l'American Chemical Society a validé son utilisation pour l'emballage de substances alimentaires. Par rapport à ses concurrents utilisés dans l'emballage, elle est moins fragile et salissante que la gélatine, ne s'enflamme pas comme les pellicules de celluloid, transparente par rapport aux feuilles d'étain et aux papiers cirés ou sulfurisés, moins chère que les feuilles d'acétate de cellulose – il est vrai encore peu connues à cette époque – qui nécessitent l'emploi d'un solvant et des réactifs coûteux.

Constitution de la société La Cellophane

La société La Cellophane – qui prend donc le nom de marque de la pellicule déposé par la B.T.T. – est constituée à Paris par Maurice Gaston Olivier, fondateur de la Société Française de la Viscose, le 11 décembre 1913 (acte de fondation déposé le 7 janvier 1914). L'objet est "*la fabrication et la vente des pellicules et films par le procédé viscose*". Capital social : 1.200.000 F, divisé en actions de 100 F. Siège : 15 rue du Louvre, à Paris. Le président est Ernest Carnot.

Souscripteurs :

- La Soie Artificielle SA, 16 rue du Louvre	2995 actions
- La Soie Artificielle d'Izieux, Izieux	2995
- Société Française de Viscose, 16 rue du Louvre, Paris	4433
- Société Française des Crins Artificiels, 28 rue de la Grange Batelière, Paris	239
- Société Ardéchoise pour la fabrication de Soie Artificielle, 16 rue du Louvre, Paris	1318

Carnot Ernest	5
Doury Jules	5
Bernheim Alfred	5
Bloch Pimentel	5

Tous les souscripteurs, personnes morales ou physiques, font partie du C.T.A. – le solde des actions étant peut-être constitué par la part attribuée à Brandenberger, désigné comme administrateur délégué. On note l'absence totale de la B.T.T. (qui, à l'origine devait disposer de parts de fondateur). La nouvelle société La Cellophane fait elle-même évidemment partie du groupe du C.T.A., mais en disposant – comparativement aux sociétés textiles – d'une grande autonomie, apportée par la présence et la notoriété de Brandenberger.

Les débuts

La première usine est établie à Bezons où est transférée l'installation de Thaon. Elle entre en production en 1915. Les débuts commerciaux sont difficiles. La cellophane est un produit nouveau, cher, de luxe. De plus, on est en guerre, temps peu propice au lancement de produits superflus. Elle ne survit que grâce à deux marchés successifs importants : d'abord les oculaires de masques à gaz, assemblage de 3 à 4 pellicules pour une épaisseur totale de 0,12 à 0,15 mm (qui met à profit la propriété de la cellophane d'absorber la vapeur d'eau et d'éviter ainsi la buée) et, après la guerre en 1920, l'industrie des tresses pour chapeaux, spécialité de Wohlen, en Suisse, marché de mode, étroit, temporaire (une douzaine d'années), mais consommant jusqu'à 1.000 tonnes/an de pellicule sous forme de lames colorées, découpées pour être ensuite tressées⁵.

Bezons doit assumer un important effort d'équipement en aval. Aucun transformateur ne veut s'intéresser à ce produit nouveau. Or, dans le domaine de l'emballage notamment, il faut faire des sachets, des sacs. Il faut également les imprimer. Bezons est obligé de s'équiper pour assurer elle-même le façonnage et l'impression.

Peu à peu, le marché se développe. Deux machines sont en fonctionnement, une troisième est prévue. Elle est installée en 1921 pour donner 22 tonnes/mois. La production est tirée par le marché américain : en 1919, on exporte aux Etats-Unis 40% de la production, soit 500.000 mètres/mois ; même pourcentage en 1923, alors que la production totale de Bezons est de 400 tonnes /mois.

Le Comptoir des Textiles Artificiels agissant au nom des sociétés qu'il fédère, est en discussion avec la Société Du Pont de Nemours pour la cession des droits de la société française concernant la fabrication de soie artificielle viscosée. Un accord est signé en janvier 1920, mais les discussions se poursuivent à propos de la pellicule cellulosique. Elles se concrétisent par un accord, le 9 juin 1923, pour la fondation d'une société américaine, la Du Pont Cellophane Cy, dont le capital est réparti entre Du Pont de Nemours (52%), la Cellophane S.A, société de droit suisse propriétaire des droits aux brevets, Brandenberger et divers intérêts américains⁶. L'usine, construite à Buffalo, est mise en route en 1924 par Brandenberger lui-même, avec quatre ouvriers français. En 1928, elle fonctionne avec 6 métiers. Trois autres usines seront construites ultérieurement : successivement à Old Hickory (Tennessee), Richmond (Virginie), Clinton (Iowa). Ce succès et ce développement sont dus à l'originalité du produit qui présente un ensemble de propriétés sans équivalent chez les différents papiers utilisés à cette époque pour l'emballage, mais aussi, et pour beaucoup, au dynamisme de la société américaine et à ses travaux de recherches sur les traitements de surface. Alors qu'en France, le marché de la cellophane s'adresse toujours à des articles de luxe, la politique choisie par le directeur des ventes de Du Pont Cellophane, Oliver Benz, est, au contraire, d'en faire un produit de conditionnement de grande diffusion, ce qui signifie tonnages élevés et prix bas. Quant aux recherches, comme on le verra plus loin, elles permettent de mettre sur le marché des qualités

⁵ Le produit est constitué d'un fil de coton enrobé d'une lame de pellicule de 0,6 à 1 mm, vendu sous le nom de Pedaline, et de nappe de ramie contrecollée de deux bandes de pellicule de 10 centimètres : Neora.

⁶ La société Du Pont Cellophane sera absorbée par Du Pont de Nemours en 1929.

nouvelles qui, à terme, constitueront l'essentiel du marché⁷. Trente ans plus tard, en 1952, le Film Department de Du Pont de Nemours commercialisera environ 130 qualités différentes^{xiii}.

En Allemagne, le procédé est vendu en 1924 à Hoechst (pour sa filiale Kalle⁸). Le 30 décembre 1927 est créée en Angleterre The Cellophane Company Ltd, qui importe la pellicule de Mantes. En octobre 1934, après de longues négociations – conduites par Ennemond Bizot, formé à Bezons par Brandenberger, gendre d'Edmond Gillet, représentant le Comptoir –, les droits d'exploitation pour la Grande-Bretagne et l'Empire Britannique sont accordés à la nouvelle société British Cellophane Ltd où Courtauld est majoritaire⁹ : elle absorbe The Cellophane Company Ltd. Une usine est construite à Bridgewater.

Tous les licenciés de La Cellophane sont liés par des accords de réciprocité technique.

Parallèlement, en France, le marché continue à se développer. Une seconde usine est édifiée à Mantes-la-Jolie. Les premiers travaux débutent en 1926. L'usine entre en fonctionnement en 1929.

1930-1945

Pellicules imperméables

A partir du début des années 30, les qualités de pellicules cellophane se diversifient. On a souligné les propriétés de la cellophane. Il convient aussi de rappeler que, comme la rayonne, cette cellulose régénérée est sensible à l'eau. L'avantage que l'on peut tirer de cette caractéristique – feuilles rétractables au séchage – est mince si l'on considère les domaines qui lui sont interdits. Le passage obligé pour assurer une grande diffusion de la cellophane, c'est la diminution de cette sensibilité à l'eau. Les commerçants de Du Pont en font la constatation lorsqu'ils sont confrontés au conditionnement de produits alimentaires tels que la viande : ils en tirent les décisions immédiates en engageant leurs laboratoires, comme l'ont fait d'autres sociétés, dans la recherche d'un procédé d'imperméabilisation.

Car le problème n'est pas nouveau. Plusieurs chercheurs et sociétés se sont penchés sur lui depuis de nombreuses années pour préconiser des traitements ou des revêtements sous forme de vernis nitrocellulosiques avec toutefois un autre objectif que celui de Du Pont Cellophane, essentiellement en

⁷ Brandenberger avait compris dès l'origine que le développement de la cellophane passait par l'emballage. Mais avant 1920 environ, le besoin n'existait pas, ou peu. Après 1920, l'évolution du commerce de détail aux Etats-Unis, la vente en paquets et non plus en vrac, la tendance au préconditionnement des articles de consommation courante imposé par les techniques de vente du type self-service, le développement du marketing qui fait de l'emballage un auxiliaire de vente appellent de nouveaux produits d'emballage. La pellicule cellulosique (cellophane et ses variantes imperméables et thermoscellables) répond à point nommé à la demande du marché.

⁸ Kalle est une société chimique fabricant des colorants depuis 1869. Pour des raisons d'approvisionnement en matières premières, la société s'associe avec Hoechst. En 1925, Kalle est en pleine reconversion. Par suite des regroupements consécutifs à la création de l'I.G.Farben Industrie, Kalle perd ses fabrications traditionnelles et cherche un nouveau métier. C'est dans cet esprit qu'elle saisit l'opportunité de s'engager dans les pellicules cellulosiques qui en deviendront la base.

⁹ Avant que soit fondée la British Cellophane Company Ltd, plusieurs sociétés se disputent le marché anglais de la pellicule cellulosique :

- la Cellophane Company Ltd, comptoir de vente de la Société La Cellophane. En 1932 elle commercialise 300 tonnes de pellicules (production de Bezons : 1350 tonnes) ;
- Transparent Paper (1929) ;
- British New Wrap (1933) ;
- Courtauld, qui fabrique la Viscacelle depuis 1930.

Dans un marché difficile, très concurrentiel, la rentabilité est mauvaise. L'entrée de Courtauld dans le Groupe Cellophane (aux côtés de Du Pont, Kalle, S.I.D.A.C.) lui fait accéder aux brevets de La Cellophane et surtout de Du Pont (imperméabilité et thermoscellabilité) et au label Cellophane, largement connu au point d'être devenu un nom générique.

Ennemond Bizot restera au comité de direction de la British Cellophane Ltd jusqu'en 1970.

vue des applications photographiques et cinématographiques. D'après Renouard^{xiv}, la société Pathé aurait préconisé dès 1901 le dépôt d'une couche de vernis nitrocellulose sur les pellicules de cellulose. Germain (BF 360.396) enrobe le fil de cellulose provenant de la dénitrification par un collodion. La Société Civile des Pellicules Nouvelles pour Cinématographie et autres usages (BF 384.111, 1^{er} février 1907, et additions) dépose sur un film de cellulose une couche de nitrocellulose plastifiée pour imperméabiliser et faciliter l'impression par des encres contenant des solvants du pyroxylyle. H. Danzer (pour Pathé) revendique la nitration ou l'acétylation de la surface des films en cellulose (BF 410.725). Clément-Bottrelle (BF 421.677, 1909) dépose par couchage ou à la racle une solution de celluloid. La Société Balland (BF 457.925, 1913), dans le but de préparer "*des supports de film ininflammables, imperméables et économiques*", vernit la pellicule par trempage dans une solution d'acétate de cellulose ou autre éther cellulosique. Cattaert (BF 441.146, 1912) acétyle la surface sur laquelle il dépose une mince couche de celluloid ou d'acétate de cellulose. Girard (BF 611.897, 1925) traite les fils de cellulose par un vernis cellulosique. Il faut ajouter aussi les brevets de la Société Civile des Pellicules Nouvelles (BF 384.111, 1908), ceux de Lumière (BF 577.624, 1923), de l'Union Photographique Industrielle (BF 577.627, 1923).

Mais tous ces procédés ne sont pas satisfaisants. L'origine de leur faiblesse est connue et décrite dès 1912 : "*Les résultats obtenus (par le vernissage) n'ont de valeur qu'autant que les pellicules ne sont pas perforées et ne présentent aucun point où la cellulose sous-jacente puisse se trouver au contact de l'eau ; autrement, l'eau s'insinue rapidement par ces zones de moindre résistance, gonfle la pellicule, la déforme irrémédiablement et amène généralement le décollement partiel, sinon total, de la couche de vernis*" (BF 441.146, Cattaert, 1912). Si donc le principe était reconnu, son application était nécessairement limitée à une exploitation artisanale, puisque le vernissage par trempage devait être appliqué obligatoirement sur la pellicule prête à l'emploi, une contrainte insupportable pour une production de masse. Il était donc indispensable de trouver une technique permettant un traitement sur une chaîne industrielle.

Conjuguant les compétences du groupe Du Pont en matière de cellophane et de nitrocellulose, un procédé est étudié dès 1926 par Du Pont Cellophane. Un brevet est déposé aux Etats-Unis (USP 1.737.187, 26 novembre 1929), complété par un second deux ans plus tard (USP 1.826.696, 6 octobre 1931) : inventeurs W.H. Charch et K.A. Prindle. Du Pont Cellophane reprend l'idée ancienne d'une couche de nitrocellulose et revendique un procédé d'enduction avec une solution organique d'un mélange d'un dérivé cellulosique (nitrocellulose), d'une cire et d'un plastifiant, déposée sur une couche primaire d'ancrage à base de gélatine hydrolysée. L'originalité de cette composition réside dans le fait que, contrairement aux procédés préconisés antérieurement, l'accrochage, par la vertu de la couche de gélatine, est suffisant pour éviter le détachement de la couche sur les bords par pénétration de l'eau, décrit par Cattaert. Ainsi, les pellicules produites et traitées en grande largeur peuvent être découpées sans altération de leurs propriétés protectrices. Les couches peuvent être déposées sur une ou deux faces de la feuille de cellophane, par les techniques connues d'enduction ou de trempage. En 1932, Du Pont achète les licences des brevets que deux sociétés américaines, The Dobeckmun Company et Humitube, ont déposés pour un procédé de scellage à chaud de la cellophane imperméable qui permet l'utilisation de machines d'emballage automatique à cadences élevées. Ces deux découvertes donnent une impulsion considérable au développement de la pellicule cellulosique, aux Etats-Unis d'abord, en France et dans le monde ensuite. Notons aussi que c'est vers 1932 que la Minnesota Mining and Manufacturing Company met sur le marché un ruban adhésif sur base de pellicule Cellophane. La Société La Cellophane acquiert la licence en 1932. En France sont déposés les BF 679.885 (5 août 1929) au nom de Du Pont Cellophane, BF 748.552 (1933), BF 789.027 (1935), BF 778.911 (1934), BF 799.631 (1935) au nom de la Société La Cellophane (mais avec priorité américaine). Les brevets revendiquent un vernis composé de nitrocellulose, plastifiant, cire, résine. Le brevet BF 778.911 concerne un revêtement imperméable et scellable "*par simple pression à chaud*". La composition du vernis est la suivante :

Dérivé cellulosique (taux d'azote 10,5 à 11,4%) ,	10 parties
Cire (paraffine de point de fusion supérieur à 50°C)	0,1 à 1 partie

Résine	1 à 2 parties
Plastifiant	5 à 8 parties

C'est sensiblement cette formule qui est appliquée pratiquement : le plastifiant est le phtalate de butyle. On incorporera, en plus, de la bentonite comme charge qui, restant en surface, crée un micro-relief évitant l'auto-adhésion.

Aux produits classiques de la gamme s'ajoutent donc les nouvelles pellicules enduites : la Cellophane I (résine thermoplastique sur les deux faces), la cellophane IS, soudable à 135 °C, (résines thermodurcissables), la cellophane AIS pour séjour prolongé en milieu humide (résines thermodurcissables). Seize ans plus tard, la production est partagée entre les pellicules classiques (2/3) et les pellicules imperméables, les plus rémunératrices (1/3) ; aux Etats-Unis, à la même époque, les ratios sont respectivement 1/10 et 9/10.

La production est répartie entre Mantes et Bezons jusqu'en 1933, date à laquelle la fabrication de la pellicule est arrêtée à Bezons où elle est remplacée par un atelier de filature textile. Elle est intégralement transférée à Mantes ; Bezons conserve les activités aval de découpe, fabrication de sacs et sachets imprimés ou non. Le site dispose d'équipements d'impression offset, typographique, plus tard héliographique. L'usine se charge aussi de la fabrication de produits prêts à la vente au détail comme le Celloménage. Sur le site sont installées aussi les activités reprographiques et la société "La Fibranne de Bezons" qui vient de se créer et avec laquelle sont partagés les services généraux.

Pellicules pour photographie et cinématographie

Les premières sociétés intéressées par la pellicule cellulosique qui s'étaient manifestées auprès de la B.T.T. avaient été les fabricants de pellicules cinématographiques, Kodak, Pathé. Mais l'objectif était partagé par d'autres industriels : les nombreux brevets sur l'imperméabilisation mentionnés précédemment, déposés entre 1901 et 1912, puis vers les années 20, en témoignent. Toutes les tentatives étaient fondées sur l'idée d'utiliser la pellicule uniquement comme support tout en conservant en surface une couche de nitrocellulose, déposée physiquement ou formée chimiquement, permettant de conserver ainsi les propriétés de surface habituelles des films nitrocellulosiques.

Brandenberger voyait la question différemment. Le film cinématographique (comme également la pellicule photographique pour bobines du type roll-film) est constitué par un support hydrophobe, insensible aux agents chimiques en bains aqueux utilisés dans le traitement de développement, mécaniquement stable et résistant aux pliures alternées et une couche de matière hydrophile au sein de laquelle se forment les cristaux de bromure d'argent à partir des solutions aqueuses de nitrate d'argent et de bromure alcalin. Pour Brandenberger, la pellicule de cellophane, à elle seule, devait pouvoir associer les fonctions photographiques de la gélatine (grâce à ses propriétés hydrophiles) et mécaniques de la pellicule nitrocellulosique. C'est l'objet du premier brevet déposé en 1909. L'idée est très séduisante ; on la trouve encore plus tard dans un brevet de 1914 et dans une série de brevets déposés en 1920 par la Société La Cellophane (BF 514.089 à 514.092, 519.863). L'emploi d'une pellicule "*perméable à l'eau*", donc perméable aux solutions de nitrate d'argent, bromure de potassium permet de fabriquer le sel photosensible soit en surface, soit de préférence in situ au sein de la pellicule. Le brevet de 1914 (BF 470.267) est une variante : il propose un complexe de deux pellicules cellulosiques entre lesquelles est insérée une troisième pellicule imprégnée des sels photosensibles, ou une couche d'émulsion de gélatine sensibilisée servant également d'adhésif. L'ensemble est solidarisé par passage entre deux cylindres. Le procédé de Brandenberger présente des inconvénients à la fois sur le plan photographique et sur le plan mécanique. Sur le plan photographique, à la lecture des brevets précités, on croit pouvoir discerner quelques défauts propres au système : manque de sensibilité, défauts de finesse de l'image. Sur le plan mécanique, la stabilité dimensionnelle est le talon d'Achille et, de plus, la pellicule mince (0,04 mm) résiste mal à l'entraînement par perforation. D'après Ward-Jackson^{xv}, dès 1913, Brandenberger avait mis au point la technique pour fabriquer un film cinématographique insensible aux milieux aqueux et aux agents chimiques utilisés dans les bains de développement, résistant aux mécanismes des appareils de

projection, économique (moitié prix du produit en celluloid). On peut en douter, car, malgré ses efforts, toutes les tentatives de Brandenberger pour pénétrer ces marchés photographique et cinématographique furent vaines.

La question était probablement enterrée – ou du moins mise en veilleuse – si l'on en juge par l'absence de nouveau dépôt de brevets après la série de 1920, quand survinrent en 1925 les accords avec la société allemande Kalle. Cette dernière achète la licence du procédé de fabrication de la pellicule à la Société La Cellophane et, en même temps, lui cède son procédé de fabrication de papiers photographiques industriels à base de colorants diazoïques, vendu sous la marque "Ozolid"¹⁰. La pellicule cellulosique n'est-elle pas justiciable de ce nouveau procédé ? N'est-ce pas un moyen de promouvoir la cellophane grâce à ce procédé photographique non argentique ? Les recherches sont reprises dans le cadre d'une petite structure industrielle, la Société Industrielle des Applications Photographiques, située à Rueil (Seine-et-Oise). Entre 1926 et 1930, de nombreux brevets sont déposés, en particulier les BF 632.373, 645.347, 645.358. Le problème est difficile. Les pellicules cellulosiques minces ne résistent pas à l'entraînement par perforation : elles se déchirent. Il faut construire des appareils spéciaux ne nécessitant pas de perforations. Deux sociétés sont créées pour développer ce type de pellicule : Le Film Ozaphane pour la fabrication des films et la construction des appareils de projection, Cinélux¹¹ pour la commercialisation et la diffusion. Les deux disparaissent quelques années plus tard. Cinélux et La Cellophane fusionnent en juin 1936.

A côté des brevets concernant le cœur du métier de la société, c'est-à-dire le procédé de fabrication de la pellicule (amélioration du processus chimique, séchage, fonctionnement continu, additifs), le perfectionnement du produit (imperméabilisation, scellabilité), l'ennoblissement (coloration, décoration, modification de l'aspect), les brevets déposés entre 1927 et 1931 mentionnent de nouvelles applications : les boyaux de cellulose par enroulement de feuille et collage des bords (BF 648.414, 1927), les bandes adhésives (BF 739.602, 1931)¹². Dans ces domaines, dont l'importance mondiale se révélera plus tard, il n'apparaît pas que la Société La Cellophane joue un rôle de pionnier ; son attitude de suiveur contraste avec celle des concurrents étrangers comme Visking Corp., Minnesota Mining and Manufacturing Cy¹³ aux Etats-Unis ou Wolff et Kalle en Allemagne, beaucoup plus dynamiques dans l'exploitation de ces applications parallèles de la viscose. Compte tenu du caractère très ponctuel de ces dépôts (sans suite) et faute de documents et de chiffres, on est conduit à penser que la Société La Cellophane n'a pas exploité ces nouvelles voies de développement qui semblent avoir été confiées – plus tard, après la guerre – dans le cadre du C.T.A. à de nouvelles structures industrielles : Novacel, la Compagnie Industrielle des Matériaux Adhésifs.

Les brevets du procédé Cellophane tombent dans le domaine public vers 1935-1936. Déjà, quelques années auparavant, la concurrence commençait à se manifester en France¹⁴ :

¹⁰ Voir infra, *Reprographie*.

¹¹ La Société Cinélux a été constituée le 20 avril 1929 à Paris (capital, 12 millions de francs). Son objet est la réalisation, l'édition, la location et la vente de films cinématographiques, de clichés photographiques, etc. Le fondateur est Brandenberger, mais il est intéressant de découvrir la liste des plus importants actionnaires, à savoir : à titre individuel, Brandenberger, Carnot ; personnes morales : Société Acanthis (président, Charles Gillet), Société Bermac (président, René Bernheim), Banque Nationale de Crédit, Erila (société suisse représentée par son seul administrateur, E. Wolf), Sociétés de Valeurs Textiles (société suisse), le Film Ozaphane (représentée par son administrateur délégué, E. Brandenberger), la Mutuelle Industrielle (récemment fondée par les groupes Gillet et Solvay et la banque Vernes, représentée par son administrateur Maurice Solvay).

¹² On trouve également un brevet sur un disque phonographique (BF 681.116, 1929). A cette époque, tout le monde cherche à remplacer le fragile disque en gomme laque. La Société La Cellophane propose un complexe composé d'une âme en fibre vulcanisée (0,5 mm), recouverte de chaque côté par une couche intermédiaire de gélatine (0,12 mm) et une pellicule de cellophane (0,025 mm).

¹³ Minnesota Mining and Manufacturing Cy a déposé aux Etats-Unis en mai 1931 un brevet (dépôt français 736.478, 30 avril 1932) sur un "*Perfectionnement aux matières d'emballage comprenant des pellicules, feuilles, bandes adhésives et le procédé de fabrication des articles précités et de la matière adhérente qui leur est appliquée*". Il concerne la pellicule cellulosique ; l'agent d'adhésion est un mélange de caoutchouc et de résines.

- la Société Industrielle de la Cellulose (S.I.D.A.C.) est fondée à Gand, en 1924 par deux collaborateurs transfuges. A la suite d'une procédure en contrefaçon, un arrangement financier est trouvé en 1931. La société y perd les marchés belges, hollandais et italiens¹⁵.

- les papeteries Dalle frères et Lecomte, de Bousbecque (Nord). C'est une société ancienne (1875). En 1930, elle s'engage dans la production d'une pellicule cellulosique, "Vitrocelle", et dans sa transformation en sachets, étuis, etc... Le procès en contrefaçon est gagné en appel. Il est suivi d'un accord commercial entre les deux partenaires. La fabrication sera arrêtée en 1976.

- la Cellulose de Condé-sur-l'Escaut (CELCOSA) dans le Nord, établie en 1938 dans une ancienne usine de fil artificiel de Condé. Elle est fondée par des israélites qui émigrent définitivement en Argentine pendant la guerre. En 1941, elle passe sous le contrôle de la Société Michel Dassonville et Cie, appuyée par France Rayonne et la Société d'Etude des Textiles Nouveaux, ancienne filiale de la Compagnie de Saint-Gobain appartenant maintenant à Charles Lenormand.

Plusieurs autres tentatives industrielles auront une existence éphémère : Procel (1933-1936), Maunoury à Décines (Rhône) qui installe une technique de coulée sur tambour selon un procédé Czapek (1934-1935)¹⁶ – un échec commercial et industriel – et, plus tard, les Textiles Artificiels du Rhône de Neuville-sur-Saône (1952-1957).

La société La Cellophane dominera cependant toujours le marché français. En 1949, les parts de marché sont les suivantes :

- La Cellophane	72%
- Dalle et Lecomte	12%
- Celcosa	16%

Entre 1931 et 1940, la production passe de 1.428 à 1.939 tonnes/an. Il y a six métiers délivrant une pellicule en 150 cm de largeur. Dans le même temps, la vitesse de filature¹⁷, de 25/30 m/minutes à l'origine, est passée à 55/60 m/minute.

Pendant la guerre, l'activité est fortement perturbée. L'occupant impose à la société La Cellophane de convertir une partie de la production en fibranne. En 1944, à la suite des bombardements alliés, une partie de l'usine de Mantes est détruite. Les années qui suivent sont consacrées à la restauration de l'équipement industriel.

1945-1960

En 1948, le potentiel d'avant-guerre est retrouvé^{xvi}. L'usine est équipée d'un atelier de préparation de la viscose de 600 tonnes/mois. Elle livre des formats de feuilles plates, découpés à la demande, et des bobines, soit directement à la clientèle, soit à l'usine de Bezons. La production est pratiquement partagée entre les qualités 300 (30g/m³, épaisseur 2,5/100 mm) et la qualité 400

¹⁴ Cellophane étant un nom de marque déposé, les fabricants non licenciés doivent adopter une autre dénomination. Comme terme générique, on trouve " pellicule cellulosique", "papier transparent" (*Ind.Text.*, 618, 1930).

¹⁵ La S.I.D.A.C. s'avère particulièrement dynamique. Elle crée des filiales dans de nombreux pays. Aux Etats-Unis, elle s'associe à la Sylvania Industrial Corporation. Une importante usine est installée à Fredericksburg (Virginie). La S.I.D.A.C est absorbée par l'Union Chimique Belge en 1961.

¹⁶ En Allemagne, à Walsrose, aux Etablissement Wolff (société ancienne fabriquant la nitrocellulose qui, après 1918, est entrée dans le métier de la viscose), Czapek et Weingand ont étudié un procédé se démarquant de celui de Brandenberger. Ils reprennent la technique par coulée sur cylindre expérimentée par Chorley dans le courant des années 1890. De très nombreux brevets ont été déposés par cette société à la fin des années 1920. Le procédé est peu productif : la vitesse de défilage ne dépasse pas 40m/minute. Le procédé ne comportant aucun étirage, les pellicules sont isotropes, contrairement à la cellophane qui, elle, est orientée.

¹⁷ A cause de ses origines textiles, la profession a continué à désigner sous le terme de filature l'opération d'extrusion du gel de viscose sous forme de pellicule, à travers une trémie de grande largeur (de l'ordre du mètre), une géométrie totalement éloignée de celle des trous des filières textiles (de l'ordre de la dizaine de microns de diamètre).

(40g/m²). Les qualités plus épaisses, 500 et 600, existent, mais ne concernent que des applications limitées et exceptionnelles. Par assemblage, il est possible de fabriquer des épaisseurs de 16 centièmes de mm. Les applications sont essentiellement l'emballage (alimentation, biscuiterie, confiserie, parfumerie, tabac, produits de luxe), rubans adhésifs, guipage de fils électriques, doublage intérieur de tuyaux à essence. La cellophane manifeste un large éventail d'emplois qui lui ouvre de nombreux marchés, mais nous n'irons pas jusqu'à cautionner l'envolée lyrique du rédacteur anonyme d'une page publicitaire pour qui *"elle est une bienfaitrice de l'humanité"*. L'importance de l'apport de Brandenberger a été reconnue en 1945 par le Franklin Institute qui lui a décerné la médaille d'or Elliott Cresson, une médaille réservée à un nombre limité de personnalités, dont Edison, Wilburg Wright, Ford, Marconi, Einstein, Marie Curie. À partir de 1948 et jusqu'en 1974, la production augmente régulièrement et atteint son chiffre maximum de 40.813 tonnes en 1974. L'usine de Mantes est la plus importante unité de production de pellicule cellophane au monde. Cette croissance a évidemment été rendue possible par l'augmentation des moyens de production, l'élévation de la productivité et la diversification des qualités offertes au marché.

En 1974 fonctionnent 14 filatures. La vitesse de filature est de 80 à 100 mètres/minute, selon l'épaisseur.

Évolution du procédé

Depuis sa fondation, mais pour l'essentiel depuis 1920, la Société La Cellophane, comme les sociétés alliées ou concurrentes, a été amenée à résoudre de nombreux problèmes pour porter le procédé à sa maturité technique. L'étude des brevets permet d'en reconstituer la chronologie.

- La souplesse de la pellicule cellulosique est fonction du pourcentage d'eau qu'elle contient. L'eau joue un rôle très important, c'est un plastifiant de la cellulose. Dans la terminologie de la profession c'est un assouplissant. En dessous d'un taux de 5%, la pellicule devient cassante ; au-dessus de 10% l'élasticité augmente. C'est pourquoi l'opération de séchage doit être menée avec soin et nécessite un appareillage qui, dix ans après le brevet de Brandenberger, est toujours aussi lourd et complexe (BF 573.506, 2 décembre 1923, 735.078, 1931). Pour pallier les aléas du séchage, réduire les fluctuations de la teneur en eau et garantir la permanence dans le temps des propriétés d'usage, on incorpore un additif assouplissant dont le meilleur exemple est la glycérine. En 1922, la Société La Cellophane revendique l'addition de glycérine qui apporte l'élasticité et la souplesse voulues (BF 547 860, 1922). Ce brevet indique que la glycérine est introduite dans le gel hydraté par passage dans un bain glyciné, avant l'opération de séchage. D'autres sociétés, pour compléter ou contourner le brevet de la Cellophane, ajoute à la glycérine des sels hygroscopiques, par exemple des sels de zinc (BF 597.738). La glycérine est, après l'eau, le meilleur assouplissant : elle a l'avantage d'améliorer la cinétique d'hydratation de la pellicule cellulosique. Le taux utilisé industriellement est de l'ordre de 15%, abaissé pendant la guerre de 1940-1945 à 2,5-3% pour des raisons de contingentement, associé à de l'urée à hauteur totale de 10% environ. Ce taux varie légèrement avec l'épaisseur de la pellicule, jusqu'à 18% pour les films épais, 12% pour les films minces. A partir de 1923, l'addition de glycérine est une constante de la fabrication. Dans certains cas, elle a été remplacée ou complétée par d'autres polyols, dont l'efficacité, cependant, est moindre (triéthylène glycol, diéthylène glycol, propylène glycol).
- La viscose pour textile est mal adaptée à la fabrication de pellicules. Dans le cas de la cellophane, il faut une viscose à taux xanthique faible, c'est-à-dire un rapport sulfure de carbone/cellulose sodée faible. La maturation (le vieillissement) doit être plus longue, de façon à éliminer au maximum les produits gazeux, notamment le sulfure de carbone libre, qui serait susceptible d'altérer l'aspect de la pellicule. L'indice de sel (concentration de la solution de chlorure de sodium à partir de laquelle se déclenche la coagulation) doit être inférieur à 3,5. Sinon la pellicule présente des stries et des risques d'opacité. Pour les applications textiles, le taux de sel est impérativement supérieur à cette valeur (BF 586.020-1923).
- La pellicule manifeste des propriétés d'autoadhésion, un défaut particulièrement grave lorsqu'il s'agit d'enroulements serrés – cas des grosses bobines de près de 500 kg. Le problème est résolu

pratiquement en déposant de la silice en surface, par trempage, en fin de chaîne (727.408, 1931 et 748.764, 1933).

Dans son principe, le procédé, au cours de son histoire, n'a pas été profondément modifié. Au niveau des années 60, le déroulement des opérations, effectuées sur des machines de 80 mètres de long environ, comporte les fonctions suivantes^{xvii} :

- Préparation de l'alcali-cellulose : trempage dans la soude contenant du permanganate de potasse, pressage au moyen d'une presse rotative à cylindre perforé (élimination de l'excès de solution sodique), déchiquetage au rouleau rotatif cranté.
- Préparation de la visqueuse : mûrissement en chambre chaude en présence de permanganate de potassium (dépolymérisation, ajustement de la masse moléculaire vers 600), sulfuration au sulfure de carbone dans des barattes, dissolution du xanthate dans la soude, maturation en cave à température constante, filtration, dégazage.
- Filature :
 - . Filature proprement dite : coulée de la solution de xanthate à travers une trémie à lames parallèles réglables, en iridium.
 - . Coagulation-régénération à 50°C par passage dans un bain acide sulfurique-sulfate de soude qui transforme l'extrudat en gel.
 - . Traitement du gel : lavage acide, désulfuration par action d'une solution sodique chaude, lavage alcalin des résidus soufrés solubles, blanchiment à l'eau de javel, lavage, traitement superficiel par une résine de condensation pour faciliter l'accrochage de la couche d'imperméabilisation (ancrage), passage dans un bain contenant un mélange d'assouplissants qui renforcent les qualités mécaniques de la pellicule.
 - . Séchage. Le gel chargé d'eau à 300% est amené à 4% par passage entre des rouleaux entraînés mécaniquement, chauffés à la vapeur ou à l'eau chaude. Le séchoir est équipé de 76 à 96 rouleaux. La pellicule sortant du séchoir et contenant de l'ordre de 4% d'eau est fragile. Elle est conditionnée dans des chambres de reprise au taux de 7% afin de restaurer la souplesse nécessaire pour son enroulement en rouleaux de 480 kg.

La fabrication est devenue entièrement continue. Le procédé décrit par Brandenberger dans son brevet de base (BF 414.518) était considéré par l'inventeur comme "*fonctionnant d'une façon continue*". Un brevet de 1923 (BF 573.533) décrit le procédé de cette époque, qui intègre dans le processus continu la coagulation, la transformation du xanthate, les multiples et successives opérations de lavage, de blanchiment, mais aussi de coloration, d'incorporation de la glycérine, des charges éventuelles. Mais, pour la construction des nouvelles filatures après 1950, on étudie et met au point un procédé continu englobant aussi la fabrication de la visqueuse, c'est-à-dire depuis la préparation de l'alcali-cellulose jusqu'à la mise en bobines de la pellicule. Le trempage continu a été introduit progressivement à partir de 1955. En 1958, les conditions du mûrissement sont modifiées : il s'accomplit dans une chambre de mûrissement (benches suspendues tractées par des chaînes circulant pendant le temps imposé au mûrissement par l'atelier de filature) et non plus dans des caisses statiques en cave conditionnée. Les barattes de sulfuration sont remplacées progressivement par des mélanges Simplex.

L'imperméabilisation est effectuée hors ligne. La pellicule (titrant 3 à 4% d'eau) est reprise en enduction plein bain. La répartition est assurée par des rouleaux enduiseurs (épaisseur de la couche sèche : 1,5 micron) à la vitesse de 260 m/minute. L'enduisage est suivi par le lissage et le séchage avec récupération des solvants par passage dans une "tour" de 18 mètres de hauteur (on compte 11 tours dans les années 70). Le séchage est effectué à 125°C pour l'enduction nitrocellulosique, 135°C pour l'enduction type Saran. La pellicule perd ses solvants au cours de la montée ; on lui restitue un taux d'eau de 7 à 8% au cours du trajet de retour.

Les traitements de surface, qui concernent 80% de la production, évoluent. Les vernis nitrocellulosiques (solution dans le mélange acétate d'éthyle/toluène) sont complétés par les vernis au

chlorure de polyvinylidène (Saran de Dow Chemical, Ixan de Solvay) ; la couche présente les mêmes qualités d'imperméabilité que la nitrocellulose, mais sans ses inconvénients (meilleure résistance au frottement et à la pliure). À partir de 1963, l'enduction est effectuée avec des dispersions aqueuses de Dow Chemical, Solvay, Péchiney-Saint-Gobain. À partir de 1966, on utilise aussi les vernis à base d'acétochlorure de vinyle (en solution dans le mélange tétrahydrofurane/toluène) qui apportent brillant et éclat pour des pellicules destinées à l'emballage des fromages. Les traitements de surface apportent outre l'imperméabilité et la thermoscellabilité, le glissant, la mouillabilité aux encres, la machinabilité.

Nous ignorons l'évolution de la répartition des produits fabriqués avant 1975. Le tableau ci-dessous nous renseigne pour les années les plus récentes

Répartition moyenne des qualités de cellophane vendues (période 1975-85)			
<i>Qualités</i>	<i>Vernis utilisés</i>	<i>Solvants</i>	<i>%</i>
P	Non vernie	Pas de solvant	20
MS	Nitrocellulose	Acétate d'éthyle/toluène	33
X	Chlorure de polyvinylidène	Tétrahydrofurane/toluène	44
W	Acétochlorure de vinyle	Tétrahydrofurane/toluène	3

Ventes (en tonnes) de 1931 à 1960^{xviii}

	France	Année	Total	Année	France	Export	Total
1931	477	950	1428	1946	1460	136	1596
1932	505	700	1205	1947	1938	101	2039
1933	622	724	1347	1948	2745	204	2949
1934	762	1114	1877	1949	2907	587	3494
1935	976	940	1916	1950	3624	1631	5255
1936	1452	912	2363	1951	4447	2143	6890
1937	1500	572	2071	1952	4741	1935	6676
1938	1514	300	1814	1953	5949	2523	8472
1939	1347	443	1790	1954	7282	2651	9934
1940	1634	206	1939	1955	7481	2727	10208
1941	1758	3	1761	1956	9703	3452	13155
1942	1519	21	1540	1957	10558	4085	14742
1943	1347	-	1345	1958	10571	4361	14932
1944	530	-	530	1959	11587	4958	16542
1945	554	5	559	1960	13452	6106	19558

1960-1975

À partir de 1950, la Société La Cellophane avait déjà commencé à s'intéresser aux nouvelles matières synthétiques et s'était engagée dans de nouvelles fabrications non cellulosiques, à partir de matières premières achetées, pour suivre l'évolution d'un marché de l'emballage en pleine expansion :

- 1951 feuilles de polychlorure de vinyle,
- 1952 gaines et feuilles en polyéthylène,
- 1953 feuilles Vinan,
- 1957 pellicules en polytéréphtalate d'éthylène glycol (Terphane).

Le 1^{er} janvier 1960 est créée une communauté d'intérêt avec la S.U.C.R.P., la C.I.P.S.O., (Compagnie Industrielle des Produits Semi-ouvrés) pour regrouper, sur le site de l'ancienne usine textile de Saint-Maurice-de-Beynost (Ain), les productions des pellicules, profilés et plaques en matières plastiques, notamment en acétate de cellulose, fabriqués auparavant à Bezons (Terphane) et dans les établissements Rhône-Poulenc de Roussillon et de Vénissieux (Rhodialite) et de nouvelles fabrications (tubes et profilés en polyéthylène haute densité Cipsarène)

La carte commerciale de la Société La Cellophane s'est donc singulièrement enrichie. Elle comprend, maintenant, au début des années 60 :

- les pellicules cellulosiques "Cellophane" déclinées en plusieurs qualités : normales, ancrées, opaques, transparentes colorées ou non, imperméabilisées sur une ou deux faces, avec nitrocellulose et vernis copolymère, scellables à chaud, enduite de polyéthylène, etc...
- les complexes cellulosiques : Lamicel et Dycel composés de deux pellicules ;
- les complexes cellulose-pellicule de polymère synthétique, Lamithène : une pellicule de cellophane/un film de Visqueen* (polyéthylène prétraité pour l'impression), Flexiphane (cellophane enduite sur une face par extrusion continue de polyéthylène) ;
- les pellicules en matière synthétiques : Polyane* (polyéthylène), Polyane S (film irrétrécissable), Suprane* (polyéthylène haute densité), Terphane* (polytéréphtalate d'éthylène glycol), Maurylène* (polypropylène), Polyanyl* (polyamide), Vynan*, Vynclair*, Vinopack* (films de polychlorure de vinyle non plastifié), Phanolon (films de polychlorure de vinyle irrétrécissable), Terthène (complexe film polytéréphtalate d'éthylène glycol/film Visqueen), Nylane (complexe Polyanyl-film Visqueen)¹⁸.

En 1960, la société absorbe les Etablissements Maréchal¹⁹ (Usines de Vénissieux et Saint-Priest, tissus enduits, similicuir). Ses fabrications sont réparties entre Mantes (cellophane), Bezons (façonnage), Croissy-sur-Seine (tissus enduits), Arques-la-Bataille (reprographie), Saint-Maurice-de-Beynost et les sites de Maréchal. Ces derniers sont cédés à Solvay en 1964^{xix}. La C.I.P.S.O., elle, fonctionne seulement six ans, de 1960 à 1966, date à laquelle elle est absorbée par la Société La Cellophane.

Depuis 1951, la Cellophane, comme les autres sociétés du groupe Gillet, fait partie de la société holding Celtex. En 1961, Celtex apporte à Rhône-Poulenc ses participations françaises et étrangères dont la Cellophane. Dix ans plus tard, celle-ci est intégrée dans Rhône-Poulenc Film, une des branches de Rhône-Poulenc SA.

Les dernières années

A partir de 1975, la rentabilité est fortement affectée par l'accroissement des coûts consécutif au choc pétrolier, par la persistance de problèmes sociaux récurrents, par la concurrence croissante des pellicules de polypropylène qui conviennent particulièrement au marché de l'emballage et dont le différentiel de prix avec la cellophane s'accroît d'année en année.

<i>Ecart du prix de vente au mètre entre la cellophane et la pellicule de polypropylène, en faveur du polypropylène</i>							
Années	1975	1978	1979	1980	1981	1982	1983
<i>Ecart %</i>	10,7	14,8	23,4	29	38,4	41,5	44,2

La Société La Cellophane s'engage dans la fabrication du film polypropylène en achetant, en 1974, le procédé inventé par Shorko : le Pryphane, complexe copolymère-homopolymère polypropylène-copolymère thermoscellable. Mais cette nouvelle production ne lui apporte pas la compensation indispensable et ne résout pas tous les problèmes : la cellophane est condamnée, la

¹⁸ Les pellicules marquées* sont fabriquées par la C.I.P.S.O. et commercialisées par la Société La Cellophane.

¹⁹ Voir chapitre *Similicuir*.

Société également. La chute est brutale. Au premier trimestre 1985, la production (cellophane et Pryphane) est arrêtée ; l'usine de Mantes fermée et partiellement détruite. L'activité Pryphane, vendue au groupe Courtauld, passe ensuite dans le giron de la société Hoechst, puis de Du Pont de Nemours.

Il ne subsiste plus, en termes de pellicule, dans le groupe Rhône-Poulenc que la production de pellicule polyester à l'usine de Saint-Maurice-de-Beynost, sous la raison sociale Rhône-Poulenc Film (1979).

Reprographie

A côté de sa fabrication de pellicule cellulosique, la Société La Cellophane a exercé une autre activité. En 1925, la Société Kalle, du groupe Hoechst, probablement en réciprocité de la cession de licence de fabrication de la pellicule cellulosique, accordait à La Cellophane une licence d'exploitation du procédé de fabrication du papier photographique industriel vendu sous la marque "Ozalid", pour la France, ses territoires et colonies.

Le procédé décrit par Kalle en 1925 (BF 558.485) s'appuie sur la sensibilité de certaines substances diazoïques photosensibles qui se détruisent sous l'action de la lumière solaire. Sur un support (papier par exemple) est déposé par couchage le dérivé diazoïque. En irradiant sous une image positive, la substance diazoïque est décomposée dans les zones insolées. En présence d'un révélateur, en milieu basique (vapeur d'ammoniac en particulier), les fractions non insolées développent une coloration en fonction du système chimique utilisé²⁰. Le développement se fait à sec : on obtient un trait positif de couleur sur fond blanc (le procédé ferroprussique donne un trait blanc sur fond bleu). La technique est révolutionnaire : elle vise à remplacer le procédé au ferro-prussiate. La première machine de fabrication du papier photographique couché avec un colorant diazoïque est installée à Bezons, en 1926. Après la guerre, la marque Ozalid doit être abandonnée ; elle est remplacée par Regma. La fabrication est transférée dans l'usine d'Arques vers 1955.

En 1948, les activités "Reprographie" – qui comprennent le matériel de dessin industriel, les machines à tirer, les papiers reprographiques – représentent environ 20% du chiffre d'affaires de la Société La Cellophane.

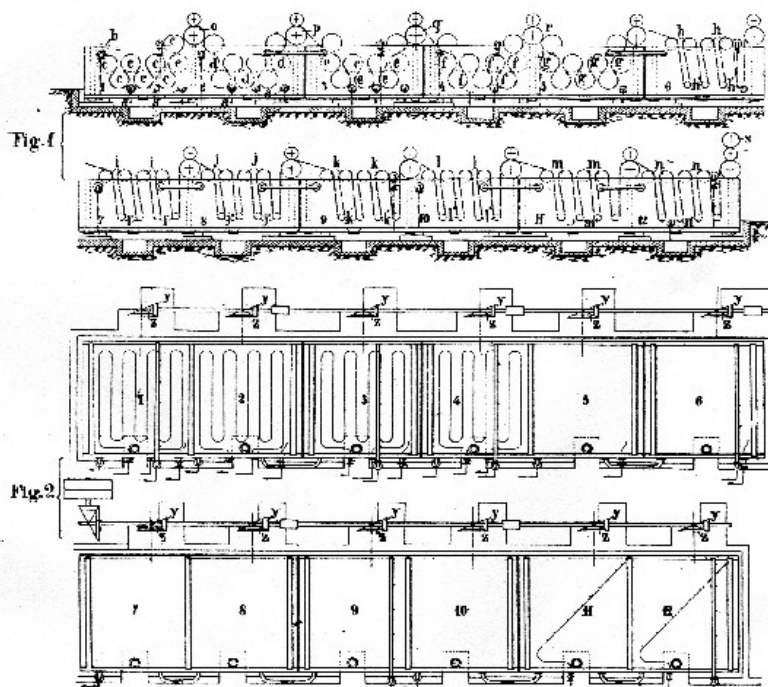
²⁰ Le procédé a été découvert par un religieux, le Père Kogel, qui l'a proposé à diverses sociétés, dont l'I.G Farben, qui l'ont refusé. En définitive Kalle, qui cherchait à se diversifier, s'y est intéressé.

Document 1. Brevets Brandenberger, appareillage et chaîne de fabrication

Brevet français 414.518

J.E.Brandenberger

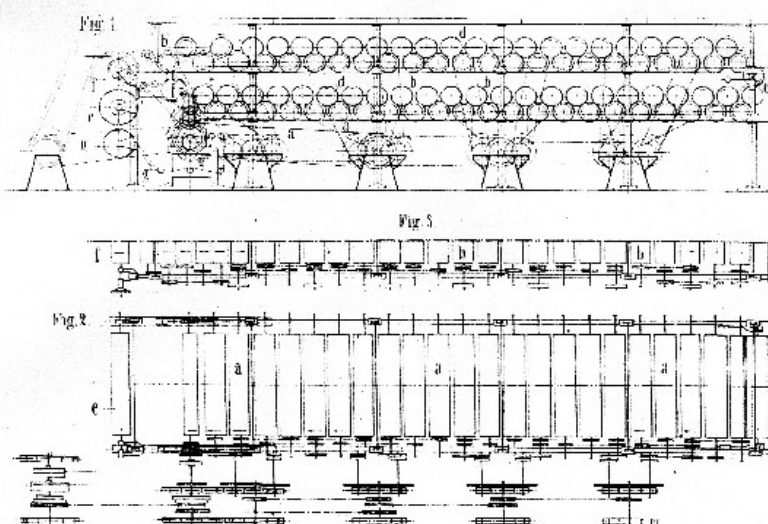
Procédé et appareil pour la fabrication en continu de pellicules cellulósiques



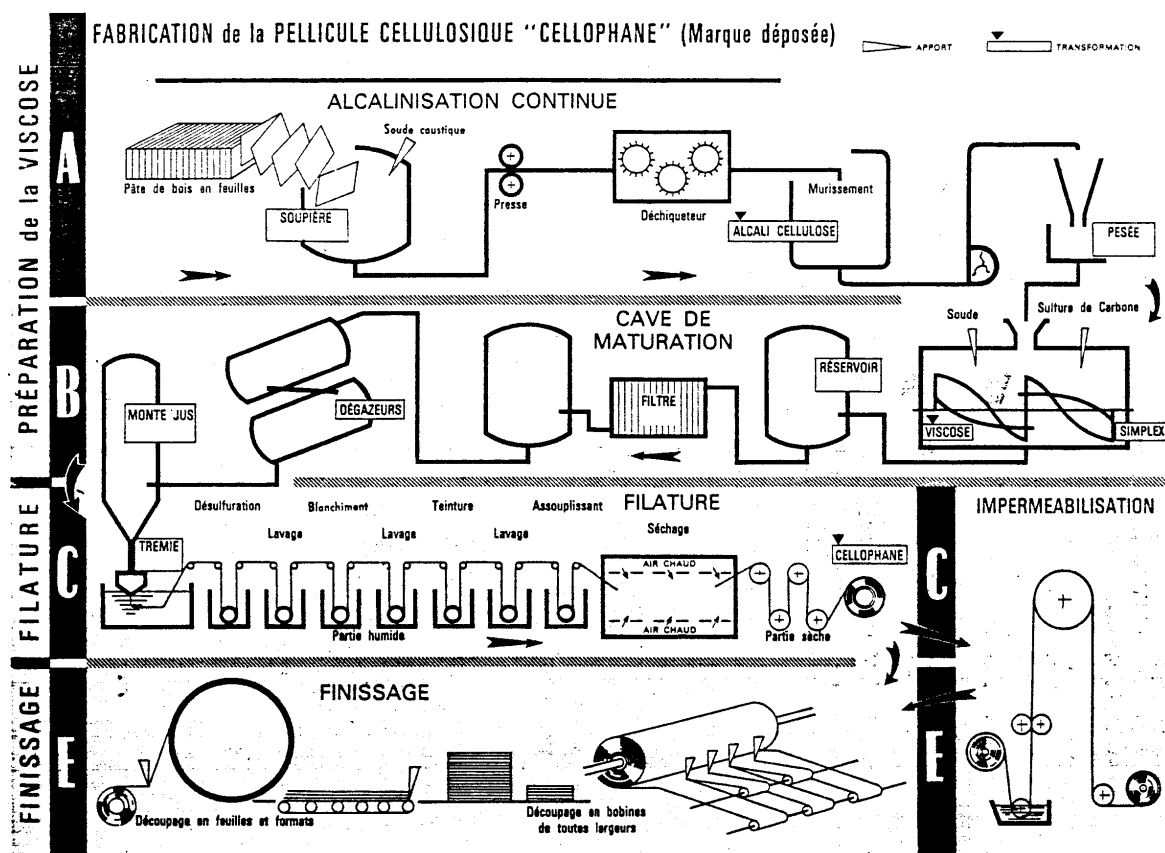
Brevet français 414.594

J.E.Brandenberger

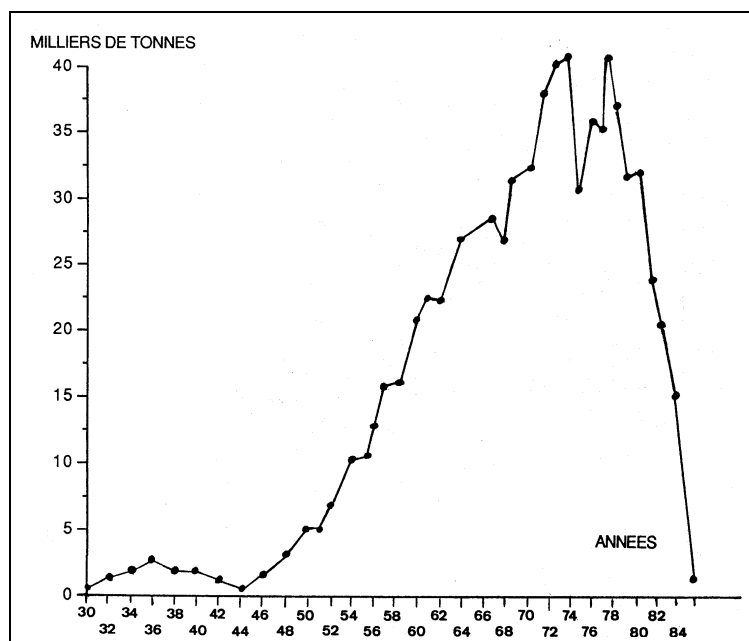
Machine à sécher les pellicules cellulósiques



Document 2. La Cellophane - Schéma de fabrication de la pellicule cellulosique



Document 3. La Cellophane - Production 1934-1984



Document 4. Publicité : La Cellophane

POUR PROTÉGER, EMBELLIR ET PRÉSENTER VOS ARTICLES

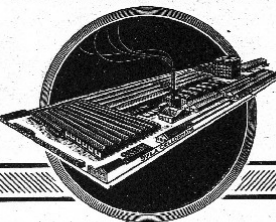
utilisez
l'emballage qui fait vendre

PRATIQUE
TRANSPARENTMODERNE
SOUPLELUXUEUX
RÉSISTANT

VOTRE MEILLEUR REPRÉSENTANT:

La Cellophane

PELLICULE CELLULOSIQUE

S. A. AU CAPITAL DE
12.000.000 DE FRANCSSIEGE SOCIAL :
16, RUE DU LOUVRE
PARISTÉL. GUTENBERG 12-43
R. C. PARIS N° 112.865MAGASINS DE VENTE ET
D'EXPOSITION : 58 bis,
R. DE LA CHAUSSEE D'ANTIN
TÉL. : TRUDAIN 65-13USINES ET BUREAUX
ROUTE DE CARRIÈRES
A BEZONS (S.-A.-O.)
TÉL. WAGRAM 98-42

POUR VOS REPRODUCTIONS INDUSTRIELLES

*n'employez plus de papiers négatifs bleus...**...utilisez le papier positif rapide***sans lavage...***Ozalid***...ni séchage...***...vous obtiendrez une reproduction marron-noir sur fond blanc
avec une simple exposition aux vapeurs d'ammoniaque*

VENTE AU DÉTAIL

S. LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
58 bis Rue de la Chaussée d'Antin 58 bis
PARIS

VENTE EN GROS

S. LA CELLOPHANE
DÉPARTEMENT OZALID
BEZONS - S.-O.

- i Cross, Bevan Recherches sur la cellulose Béranger 1912
 - ii The "Cellophane Story", C-H Ward Jackson Publication privée 1975
 - iii Haller Ind.Text.69 109 1905
 - iv Moniteur Scien; 648 1908
 - v Cross, Bevan op.cit.
 - vi Archives Rhône-Poulenc Besançon BH 0070 E8915 24, Archives du Crédit Lyonnais DEEF 60997, DEEF 76292, Revue d'entreprise Rhodia
 - vii Notes sur La Blanchisserie et Teinturerie de Thaon (B.T.T).
(FERRY Claude, *La Blanchisserie et Teinturerie de Thaon. 1879-1914*, Presses Universitaires de Nancy ; Archives du Crédit Lyonnais DEEF59741 ; Histoire de la B.T.T., in OLIVIER (abbé), *Histoire de Thaon*).
- La séparation de l'Alsace de la France, en 1871, suite à la guerre désastreuse de 1870-1871 et au traité de Francfort, a comme conséquence la rupture des circuits économiques régionaux. Des barrières douanières élevées séparent maintenant les tisseurs vosgiens des façonniers alsaciens. Aussi un groupe d'industriels vosgiens, dès décembre 1871, envisage-t-il d'installer "à l'intérieur" une usine de blanchiment et de teinture. C'est ainsi qu'est fondée le 16 janvier 1872 la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon, près d'Epinal. C'est Armand Lederlin, un Alsacien de Strasbourg, ancien élève de l'Ecole Centrale, qui en prend la direction. Lederlin équipe l'usine avec du matériel alsacien. La main-d'œuvre est alsacienne et vosgienne.
- Comme sa raison sociale l'indique, les activités de la B.T.T. concernent le blanchiment, la teinture, mais aussi l'impression et l'apprêtage, toutes opérations d'ennoblissement en aval du tissage des toiles et tissus en coton. Le blanchiment élimine toutes les substances ajoutées à la filature et au tissage et fait disparaître la teinte écrue gardée par les toiles grâce à une série d'opérations successives : traitement aux acides pour le désencollage, aux alcalis pour le lessivage, blanchiment proprement dit (eau de Javel ou eau oxygénée). Il est suivi par la teinture, l'impression et le finissage (repassage, mercerisation, décatissage, moirage, gaufrage, apprêtage à l'amidon ou à la fécule).
- La B.T.T. réalise toutes ces opérations à façon pour ses clients tisseurs.
- Grâce à une gestion rigoureuse, une politique d'investissement et de diversification géographique (elle acquiert plusieurs usines en Normandie), le développement des marchés coloniaux, la B.T.T. devient une entreprise de premier plan dans son métier. Avant la guerre de 1914, c'est un groupe très important qui fait travailler environ 3.000 personnes. Elle occupe "*une position hégémonique quant au blanchiment et à la teinture*" (FERRY Claude, ouvrage cité) En 1909, Armand Lederlin cède la place à son fils Paul.
- En 1912, La B.T.T. est une société indépendante. Elle a des accords avec certaines sociétés textiles. En particulier, elle a des "gentlemen's agreements" avec les Etablissements Gillet fils qui travaillent surtout la soie, mais aussi le coton dans les usines de Villefranche de la Société Anonyme des Blanchisseries, Teinturerie et Impression de Villefranche (S.A.B.T.I.) et les Etablissements Motte et Delescluze (laine et coton) de Roubaix. En 1907, une entente entre ces trois partenaires est signée. Sous le nom de T.V.M. (Thaon-Villefranche-Motte) ce cartel fonctionnera quelques années et disparaîtra avec la prise de contrôle de l'ensemble des activités par la B.T.T. en 1913.
- viii Ferry Claude La Blanchisserie et Teinturerie de Thaon 1879-1914 Presses Universitaires de Nancy
 - ix Ferry Claude op.cit. Citation du compte rendu du Conseil (archives de la B.T.T).
 - x Ferry Claude op.cit. Citation.
 - xi Ferry Claude op.cit. Citation.
 - xii Orville The Science and Technology of Polymer Film Interscience 1968
 - xiii I nd.Eng.Chem. 44 2512 1942
 - xiv Renouard L'Industrie Textile 547 1930
 - xv C-H Ward Jackson op. cit
 - xvi Archives du Crédit Lyonnais DEEF 60997, DEEF 76292, Archives de la Seine
 - xvii Guézélou M.J. Histoire de l'usine de Mantes et de la pellicule cellulosique Document privé
 - xviii Archives Rhône-Poulenc Besançon BH 0070 E8915
 - xix Cayez Rhône-Poulenc 1895-1975 Armand Colin