

LA FABRICATION du CELLULOÏD

La nitrocellulose utilisée doit contenir de l'ordre de 11% d'azote. Au dessus, la matière obtenue présente une mauvaise plasticité (conséquence d'une médiocre solubilité dans le mélange éther-alcool). En dessous, elle conduit à une pâte molle, sans nerf.

La fabrication du celluloïd comporte une succession d'opérations, à savoir : l'élimination de l'eau de la pulpe de nitrocellulose, le mélange de la nitrocellulose et du camphre, la fabrication des blocs de celluloïd, la fabrication des semi-produits semi-finis : feuilles, joncs, tubes etc.

L'élimination de l'eau par séchage thermique est inconcevable en raison des risques énormes d'inflammation. Des procédés spécifiques ont dû être imaginés. Pratiquement, deux techniques sont pratiquées:

- le séchage à la presse. Le principe est le suivant. La pulpe, broyée dans un moulin ou broyeur à boulets est pressée directement sous forme de "galettes", de 45 x 57 cm environ, éventuellement enveloppées dans des toiles minces de coton ou de lin. Ces galettes de 700 à 800 grammes sont empilées par 10 ou 15 et comprimées à la presse hydraulique pour éliminer une partie de l'eau. Ensuite les paquets sont pressés à nouveau sous 35 bars, en intercalant entre chacun d'eux une toile de coton absorbante ou de papier buvard. L'opération est renouvelée plusieurs fois (quatorze à quinze) en remplaçant les toiles humides par de nouvelles toiles sèches. En finale, le taux d'eau ne doit pas dépasser 3%¹.

- le séchage à l'alcool. La pulpe est introduite dans un cylindre dont le fond, perforé, est équipé d'une toile filtrante. Dans un premier temps on comprime la pulpe par le piston pour exprimer le maximum d'eau. Dans un second temps, on remonte le piston et introduit de l'alcool par le haut du cylindre, puis on force l'alcool à pénétrer dans le gâteau sous la pression du piston. L'alcool est récupéré par distillation.

Ce second procédé est plus élégant et beaucoup moins ouvrageux que le premier. Il est également infiniment plus économique. Mais il met en œuvre l'alcool éthylique et son cortège de contraintes et de contrôles imposés par la Régie d'Etat "*qui est un obstacle quasi insurmontable*"ⁱⁱ. Il semble bien, cependant, que les avantages aient été tels que le procédé à l'alcool s'est quand même développé dans certaines usines françaises (C'est le cas de l'usine de Monville, en 1928)². C'est le procédé utilisé dans les poudreries qui, il est vrai, n'obéissent pas aux mêmes contraintes économiques que le secteur civil (Au début elles pratiquaient le séchage à l'étuve)ⁱⁱ.

Commence alors la fabrication du celluloïd. C'est d'abord l'incorporation du camphre et, accessoirement, des additifs. Dans les descriptifs opératoires les plus anciensⁱⁱⁱ, le camphre en poudre (et, éventuellement, les pigments minéraux) est mélangé à la pulpe avant séchage, par le jeu de deux

¹ C'est le procédé pratiqué en Europe. Aux Etats-Unis, la nitrocellulose humide est, avant toute autre chose, mélangée avec le camphre. C'est le mélange qui subit tous les traitements ultérieurs.

² Jules Schmerber écrit en 1912: "*En France le procédé de déshydratation par l'alcool n'a été adopté dans aucune usine, car, quelle que soit la manière dont on opère, la dépense en alcool devient beaucoup trop élevée, si on ne peut réemployer, après l'avoir ramené au degré voulu par distillation, tout l'alcool dilué que l'on recueille à chaque opération. Or, si en Allemagne les fabricants de celluloïd obtiennent sans difficulté l'autorisation de faire cette distillation en présence d'un employé de l'Etat, il n'en est pas de même en France et la conséquence des exigences de la Régie est que cette méthode de déshydratation ne peut être utilisée dans les usines françaises. En résumé, si l'on compare entre eux les différentes systèmes de déshydratation, on voit clairement combien est simplifiée cette opération, lorsqu'on l'effectue en déplaçant l'eau par l'alcool (...)*". Par ailleurs, "*en employant ce procédé, l'installation des appareils nécessaires, presses, essoreuses et appareils distillatoires pour l'alcool dilué ne demande qu'un espace restreint (...); cette méthode permet également de supprimer complètement les séchoirs à air chaud (...) et de diminuer, par conséquent, les risques d'incendie. Enfin, comme la déshydratation par ce procédé peut s'effectuer très rapidement, on peut se contenter de déshydrater au fur et à mesure des besoins, la nitrocellulose consommée journalièrement, de façon à ne jamais avoir en magasin que des quantités minimales de nitrocellulose déshydratée, ce qui est évidemment avantageux au point de vue des risques d'incendie*"

meules horizontales excentrées. Il est donc intégré à la "galette". Plus tard, l'addition de camphre est réalisée seulement avec l'opération de "mouillage". Le mélange alcool éthylique (60 à 120 parties), camphre (30 à 40 parties), nitrocellulose (100 parties) est déposé dans des caisses en bois doublées de zinc ou de tôle et brassé à la rame de bois. Le mouillage dure de douze à vingt-quatre heures. Enfin dans les procédés les plus récents^{iv}, le mélange précédent est directement travaillé dans un malaxeur type pétrin, étanche, équipé d'une double enveloppe à circulation d'eau chaude, durant une à deux heures vers 40 à 50°C (80°C suivant d'autres auteurs), jusqu'à l'obtention d'une pâte. A Monville et à la Rivière Saint Sauveur, dans les années 1930, on utilise des appareils Werner-Pfeiderer. Le contenu du malaxeur est versé dans des caisses zinguées. La pâte est reprise ensuite pour être filtrée sous 150 bars, sur une toile de coton supportée par une plaque d'acier percée de trous ou directement sur une plaque de bronze perforée. Elle est reçue dans des bacs zingués.

Cette masse du mélange alcool, camphre, nitrocellulose, est traitée maintenant sur un laminoir, constitué deux cylindres tournant en sens inverse ; les cylindres peuvent être légèrement chauffés ou refroidis, si nécessaire. La fonction de ce laminage est multiple: éliminer l'alcool, homogénéiser la matière, préparer les effets décoratifs. Au cours de cette opération la masse est laminée en feuilles. Ces feuilles, coupées, pliées, sont reprises ensuite pour parfaire le travail et le mélange de morceaux de différentes couleurs. On prépare ainsi des feuilles décoratives, d'autant plus que des colorants peuvent être incorporés à ce stade. C'est là que se préparent les produits colorés : corail, ébène, turquoise, les imitations d'écaille, d'ambre, de marbre, d'onyx de jade et jaspe qui vont faire la singularité et la valeur des objets en celluloïd.

L'opération de laminage est complétée par celle du pressage en bloc. La presse à bloc est une presse hydraulique à coffre dont les dimensions se situent autour de 130 x 60cm sur 20 à 30cm de hauteur. La matière issue du laminage y est déposée puis soumise entre chapeau et piston à une pression de l'ordre de 25 bars entre 60 et 80°C, pendant une douzaine d'heures. Sous la pression les différentes feuilles laminées se collent entre elles. Si leurs couleurs, leurs dessins sont différents, le bloc obtenu, façonné sera hétérogène et les feuilles qui y seront découpées présenteront un aspect décoratif original. De toute façon l'opération de pressage permet de préparer un bloc homogène au niveau du matériau sinon au niveau de la coloration et du nuancement. Le bloc est refroidi durant une douzaine d'heures sous la presse pour éviter la formation de tensions internes. Puis, une fois démoulé, il est encore conditionné dans un endroit frais pendant encore 48 heures. Il est alors prêt à subir l'opération de tranchage.

Le but du tranchage est la fabrication des feuilles de celluloïd marchandes. Le bloc de celluloïd est découpé en feuilles par une espèce de raboteuse. La machine est réglable au 1/100 mm : elle permet de tailler des feuilles d'épaisseur constante, même inférieure au 1/10 mm, sous réserve de travailler dans des conditions rigoureuses avec une lame soigneusement entretenue, sans brèche, et un produit parfaitement épierré. Il faut tenir compte du fait que les feuilles subiront au séchage un retrait de 7%.

Une fois les feuilles tranchées, il faut en effet encore les sécher, c'est à dire éliminer l'alcool résiduaire. C'est pratiquement une affaire de temps car ce séchage exige deux séjours, l'un d'abord à basse température, "le plus froid possible", disons à température ambiante^v, ensuite dans un séchoir à 30/45°C. On ne peut accélérer le processus par élévation de la température sans préjudice pour l'aspect et la qualité du produit. A Monville, les feuilles sont suspendues à l'aide de fortes pinces, dans des cadres métalliques montés sur roulettes. Ces cadres sont conduits dans de grands locaux chauffés par air pulsé.^{vi} Le temps de séchage est imposé par l'épaisseur de la feuille:

1/2	journée	par	1/10	de	mm	entre	2/10	et	10/10	mm
1	"	"	"	"	"	"	10/10	et	25/10	mm
1,5	"	"	"	"	"	"	25/10	et	60/10	mm
2	"	"	"	"	"	"	au-dessus	de	60/10	mm

Le séchage fait perdre au produit 8 à 10% de son poids.

Les feuilles séchées doivent subir une dernière épreuve nécessaire pour supprimer les déformations éventuellement apportées par le séchage et leur conférer un aspect de surface régulier : c'est le dressage et le polissage. Les feuilles empilées, séparées entre elles par des plaques de laiton nickelées ou chromées, sont disposées sur une presse chauffée à 90/100°C, où elles sont maintenues le temps nécessaire, (apprécié très empiriquement) à leur ramollissement, sans qu'il y ait collage. Ces presses, très puissantes, sont fabriquées en Allemagne.

Alors les feuilles sont prêtes à la vente

À côté des feuilles et plaques les producteurs de celluloïd fabriquent aussi des bâtons, jongs taillés dans les blocs mais également des tubes selon la technique dite de "stuffing". Par un piston coulissant, la matière est forcée (to stuff: bourrer, gaver) dans un cylindre chauffé, équipé d'une filière à l'autre extrémité. C'est donc une presse à filer. Selon la géométrie de la tête de la filière, on peut obtenir des jongs cylindriques ou non, et des tubes, par mise en place d'une broche au centre de la filière. Comme les feuilles, tous ces produits doivent être ensuite conditionnés.^{vii}

L'ensemble des opérations (chimiques, physiques, mécaniques) nécessaires à la fabrication du celluloïd et de ses présentations commerciales, est complexe. Mais pour beaucoup d'entre elles, une fois établies, elles ont peu ou pas évolué. Pour Schmerber, en 1913 ^{viii}, *"quoique variant un peu d'usine à l'autre, suivant l'état dans lequel se trouve la nitrocellulose après la déshydratation, la méthode généralement suivie pour opérer la conversion de la nitrocellulose en celluloïd est encore aujourd'hui celle qui fut employée par les frères Hyatt, au début de la fabrication dans leur usine de Newark, et nous ne trouvons à signaler aucun changement ou perfectionnement important apporté à ce procédé depuis cette époque. La même remarque s'applique aux machines et appareils employés, car, même dans les usines de construction récente, le matériel de fabrication ne diffère pas notablement de celui créé par Hyatt, il y a une quarantaine d'années."* Cette remarque est importante car Jules Schmerber, ingénieur-chimiste, a monté lui-même de nombreuses installations industrielles. À la même époque, Main ^{ix} avait fait une constatation identique. Et Dubosc (1923) confirme *"C'est une technique qui, en dépit des efforts de nombreux chercheurs s'est révélée presque imperfectionnable. Toutefois, si les principes de fabrication sont restés les mêmes, si les divers détails ont été peu modifiés, l'appareillage, surtout dans les opérations de nitration, séchage, blanchiment, s'est perfectionné et la conduite du travail est devenue plus rationnelle"*^x. Par la suite le procédé restera pratiquement inchangé jusqu'à sa disparition.

Les sociétés de celluloïd fabriquent plusieurs qualités. A Monville par exemple, en 1928, on en compte trois. Mais pour les qualités courantes (apparemment bien pauvres en camphre), on admet dans cette usine les consommations suivantes en matières premières pour produire 100 kg de celluloïd :

Papier	60 kg
Acide nitrique	170 "
Acide sulfurique	180 "
Camphre	25 "
Alcool	70 "

Les appareils (piles, presses, laminoirs, malaxeurs) n'ont rien d'originaux, ni de spécifiques. Ils sont issus d'autres industries ou font partie du fond patrimonial industriel: industries papetières, alimentaires, industrie des graisses, industrie de la transformation du caoutchouc. Par contre le stuffing et le découpage des feuilles ont nécessité une transposition importante de techniques connues par ailleurs: tous les deux font partie de l'apport de Hyatt.

Les fabricants de machines français ont équipé les usines de celluloïd. Le premier en date est Morane³ Jeune, qui fournit une partie du matériel de l'usine de Stains, en 1877 (du moins en complément des équipements apportés contractuellement par la société américaine). Mais il y a également Champigneul, Decauville, Robatel. Certains matériels, presses à polir, malaxeurs, sont d'origine étrangère, notamment allemande.

Il est intéressant de rapporter, ici, quelques éléments de l'inventaire du parc de machines de fabrication du celluloïd d'une usine comme celle de Monville, l'une des deux plus importantes usines françaises de celluloïd, en 1928.

Malaxeurs	10
Grandes presses à tamis	4
Laminoirs chauffés à cylindre en acier	20
Presses à bloc	68
Raboteuses à débiter les feuilles	14
Presses à vernir et polir	10
Presses hydrauliques stuffing	14

Sans compter les presses à dresser, le matériel spécial pour la fabrication de linge etc...

Une usine de fabrication de celluloïd génère des quantités appréciables de déchets. Le taux de déchets peut atteindre 50% lors de la fabrication des joncs. La production de déchets est aussi le fait des transformateurs: à Etain on considère que la fabrication de 100 kg d'objets est accompagnée de 100 kg de déchets. Ces chiffres sont évidemment variables selon le type de produits semi-finis ou d'objets. La valorisation des déchets est donc une nécessité économique. Ces déchets sont "refondus". Imprégnés d'alcool camphré, ils sont malaxés et éventuellement intégrés au début du processus de fabrication avec de la matière (nitrocellulose, camphre) vierge. Les grandes sociétés de celluloïd traitent leurs propres déchets mais achètent les déchets des transformateurs qui ne veulent pas faire de la "refonte" eux-mêmes. A Monville, on récolte les déchets des façonniers mais aussi les vieux objets récoltés par les chiffonniers. Ils sont lavés, triés, dégraissés et classés par couleurs puis recyclés. Durant la guerre de 1914 la récupération est une nécessité ; à La Rivière Saint Sauveur on rachète des déchets américains. Certains transformateurs ne fabriquent du celluloïd qu'avec des déchets. Il y en a deux vers 1935, à Oyonnax, dont Gonnetan.

-
- i Masselon Le celluloïd Cillard Paris 1910
 - ii Courtois-Suffit Mem.Poudres 87 1911 ; Quinchon J., Tranchant J. Les poudres, propergols et explosifs, Technique et Documentation Paris 1984
 - iii Seguin Bull.Insp.trav. 284 1904 ; Beltzer Mon.Scient. 648 1908 ; Vincent Mon.Scient. 781 1881 ; Mon.Scient.696 1880 ; Masselon op.cit.
 - iv Rev.Mat.Plast. 384 1933, Gabillon Matières plastiques et soies artificielles Armand Collin 1931
 - v Rev.Mat.Plast. 384 1933, Gabillon op.cit.
 - vi Entretien avec M.Motte
 - vii Seguin op.cit.
 - viii Schmerber J. Caoutchouc et Gutta Percha 7299 (1913)
 - ix Main W.K., Chaplet Rev.Gén.Sciences 102 1912
 - x Dubosc, La nitrocellulose et le celluloïd Cillard Paris 1923 ; Boekmann, Le celluloïd, Dunod et Pinat, Paris 1906; Gabillon, op.cit.

³ Morane jeune est, à l'origine, un fabricant de matériel pour les stéarineries. A titre d'illustration, on note deux brevets français déposés par Morane, en 1874 : BF 122.662, Presse hydraulique à chaud pour la fabrication de la stéarine, BF 124.938, Perfectionnement aux machines à polir, rogner et marquer les bougies.