

LES PROBLEMES du CELLULOÏD : 2. L'INFLAMMABILITE .....	1
<i>Note complémentaire</i> .....	5

## LES PROBLEMES du CELLULOÏD : 2. L'INFLAMMABILITE

La nitrocellulose présente une inflammabilité exceptionnellement élevée. Selon Vieille et Sarrau, la transformation du coton-poudre lors de la combustion s'effectue en trois dix millièmes de seconde. Elle est si rapide que l'on peut enflammer un échantillon au creux de la main sans être brûlé<sup>i</sup>. Le celluloid – mélange de nitrocellulose moins nitrée que le coton-poudre, avec une cétone lourde, le camphre – ne présente pas des caractéristiques d'inflammabilité aussi exceptionnelles. Mais il est quand même particulièrement combustible. Au contact d'une flamme, il prend feu ; la propagation est rapide. Avec l'échauffement, le camphre brûle ou distille en partie, augmentant la proportion relative de nitrocellulose dans le mélange. Si on cherche à éteindre la flamme, soit en soufflant soit en trempant dans l'eau, la réaction de décomposition se poursuit, le celluloid fuse en dégageant des gaz en abondance.

La première usine de celluloid qui disparaît dans un incendie est probablement celle de Hyatt lui-même, le 8 septembre 1875, à Newark (N.J.) : le feu "*détruit l'immeuble de quatre étages, brûlant complètement tout le stock et les machines, poussant vers l'extérieur le mur de l'usine et blessant sérieusement plusieurs personnes.*"<sup>iii</sup> La seconde est probablement l'usine Marcus de Berlin, qui ne s'en remettra pas. Il y en aura bien d'autres par la suite.

La gravité des incendies est accrue par l'émission des gaz, à la fois toxiques et susceptibles de former avec l'air des mélanges détonants. En milieu confiné, on identifie dans le mélange gazeux des quantités importantes – jusqu'à 40 % environ – d'oxyde de carbone, sans compter d'autres gaz toxiques en moindres quantités<sup>iii</sup>. S'il est avéré que le celluloid ne présente aucun caractère explosif, au choc ou sous amorce<sup>iv</sup>, ses gaz de combustion sont susceptibles de créer avec l'air un mélange détonnant. En février 1904, on a observé ainsi, à Paris, un incendie avec explosion. Will cite également celui de l'usine de bicyclette Adler à Francfort, "*où une partie des murs et des fenêtres ont été projetés des deux côtés à plus de 100 mètres de distance*" à la suite d'une "*détonation formidable*"<sup>v</sup>.

Toutes les usines de celluloid sont à la merci d'un tel sinistre et, pratiquement, aucune n'est épargnée : les compagnies d'assurance sont réticentes à prendre en charge un risque dont la probabilité leur paraît trop forte. Les comptes rendus du conseil de la Société Générale des Matières Plastiques mentionnent un incendie dans le séchoir en 1893, un autre dans la grande presse à polir l'année suivante, à la suite de quoi la compagnie d'assurance refuse d'assurer l'usine, le matériel et les ateliers pour l'exercice suivant. Un arrangement est trouvé en 1896 : "*On a pu s'assurer parce que l'honorable directeur (de la compagnie d'assurance) est actionnaire*". La bienveillance de "l'honorable directeur" n'a pas été récompensée: quelques années plus tard, le 7 juin 1900, un incendie ravage "*deux magasins renfermant sept tonnes de celluloid, l'atelier d'acidification, d'emballage*", sans compter une partie de l'atelier de réparation, la menuiserie et le magasin des alcools. On ne sait pas comment la compagnie d'assurance a apprécié ce nouvel accident... En raison des risques et de leurs conséquences commerciales, la direction de la Société Générale considère comme bénéfique le rachat de la Compagnie Française du Celluloid : avec son usine de Stains près de Paris, complétant celle de la Rivière-Saint-Sauveur en Normandie, elle permet, en disposant de deux sites de production éloignés, de faire face à un sinistre grave dans l'un des établissements.

Le risque ne touche pas seulement le fabricant de nitrocellulose et de celluloid, mais toute la chaîne depuis les transformateurs qui fabriquent les feuilles, plaques, joncs en objets finis jusqu'aux transporteurs, commerçants et clients. A la suite d'une visite en 1904 à Oyonnax où environ 1.800 personnes travaillent alors sur le celluloid, l'inspecteur du travail commente : "*A côté des poussières et des vapeurs d'acide acétique, il existe un danger plus grand, menaçant les ouvriers dans les fabriques*

où l'on façonne le celluloïd ; c'est le danger d'incendie. Tout le monde sait avec quelle extrême facilité cette substance prend feu et avec quelle rapidité l'incendie, une fois allumé dévore tout ce qui peut être la proie des flammes (...) Du 7 février 1902 au 20 février 1904, c'est-à-dire en deux ans, le service a compté, à Oyonnax même, trente incendies ou commencements d'incendies provoqués par le celluloïd ; trois de ces sinistres ont occasionné des morts ". Le 22 novembre 1904, "dans une usine comportant deux étages, dont le rez-de-chaussée, le feu a éclaté au rez-de-chaussée dans un atelier de cannelage. De là, il s'est propagé rapidement aux ateliers voisins et au bureau magasin. Le nombre de victimes déclarées au service de l'inspection est de cinq dont deux morts, ce qui représente au moins le tiers de l'effectif de l'usine."<sup>vi</sup>

Les statistiques montrent que les causes, lorsqu'elles sont connues, sont, dans l'ordre croissant d'importance, "l'emploi de l'électricité" (courts-circuits), les étincelles produites lors du fraisage, les appareils de chauffage et étuvage. Mais beaucoup demeurent inexplicables : elles viennent même en deuxième position dans le classement précédent, conférant à ces sinistres un caractère un peu mystérieux et inquiétant. Dans *L'Union Républicaine* du 19 juillet 1914, on signale qu'un incendie a eu lieu à la société La Bellignite, "le 3ème depuis quelques années, dans le bâtiment servant à la nitrification et où étaient entreposés 1500 kg de déchets de celluloïd. Le veilleur de nuit avait fait sa visite cinq minutes auparavant et n'avait rien remarqué"<sup>vii</sup>. Mais il y a aussi la vitre qui fait loupe, des inflammations "spontanées" dans lesquelles la qualité de la fabrication du celluloïd doit être incriminée et également les charges statiques qui se manifestent lorsqu'on décolle les feuilles de la presse. S'agissant des opérations générant le plus d'accidents, le fraisage est le plus grand responsable. "D'après la majorité des fabricants de peignes et des ouvriers, c'est pendant cette opération que le celluloïd s'enflamme le plus fréquemment ; des étincelles se dégagent souvent, paraît-il, de l'outil en marche. Si les étincelles arrivent jusqu'à l'amas de cornaille qui existe toujours sur la table de travail, et si l'ouvrier cannelier n'a pas la présence d'esprit, ni le temps d'étouffer à l'instant le feu en posant la main ou un objet d'une certaine surface à l'endroit touché par l'étincelle, il ne reste plus qu'à jeter un seau d'eau sur la table, et à ... s'enfuir, si cette dernière tentative ne réussit pas ; car le feu se propage toujours avec une rapidité déconcertante et le corps qui brûle donne naissance à des gaz qui rendraient rapidement une fuite impossible". Pour l'année 1911, les déclarations d'incendies déposées uniquement à la Justice de Paix d'Oyonnax témoignent que 25% des cas restent encore attribuables au cannelage. L'inaccessibilité ou la disparition de documents d'archives utiles rendent impossible l'établissement d'une statistique nationale ou même régionale.

Les objets fabriqués, une fois sortis de l'atelier, sont encore la source d'autres incidents. Il y a le transport et il y a l'usage. Même si l'on tient pour anecdotique l'incident rapporté d'auteur en auteur sur l'inflammation spontanée d'un ornement de coiffure en celluloïd sur la tête d'une pieuse Allemande assise à deux mètres d'un poêle modérément chauffé, le soir de Noël, lors de la célébration de la messe de minuit<sup>viii</sup>, la narration de l'histoire dans des revues sérieuses illustre cette crainte associée au celluloïd en raison d'un comportement imprévisible et dangereux. D'Amérique en Russie, de Rouen à Paris, du Bazar de la Charité à la rue Etienne Marcel, les feux de celluloïd font des ravages.

L'administration s'en inquiète. En 1899, la Commission des substances explosives est saisie d'une demande du ministre, suite aux dangers signalés par la Compagnie Générale Transatlantique. Cette Commission recommande d'exclure les colis postaux contenant des objets en celluloïd des transports maritimes<sup>1 ix</sup>. Le préfet de la Seine, Hennion, prévoit l'interdiction à partir du mois de septembre 1915 des films cinématographiques en celluloïd, source de nombreux sinistres graves – à commencer par celui du Bazar de la Charité à Paris en 1897, où périrent 117 personnes, dont la duchesse d'Alençon. La guerre reportera l'application de cette mesure qui sera cependant définitivement imposée... en 1955<sup>x</sup>. En ce début du 20<sup>e</sup> siècle, à la suite de plusieurs accidents, la

---

<sup>1</sup> La lecture de ce document jette un certain discrédit sur la profession. L'expérimentation a été effectuée sur cinq échantillons fournis par les fabricants d'objets et transmis par le président de la Chambre Syndicale de la Tabletterie. Seul un échantillon a présenté "une stabilité convenable, voisine de celle que possèdent les poudres sans fumées de bonne fabrication". Mais il a été impossible au président et aux fabriques d'Oyonnax de fournir les éléments qui auraient pu permettre de déterminer les facteurs utiles à l'obtention des produits de bonne qualité.

compagnie de chemin de fer P.L.M. envisage de durcir les conditions de transport pour les objets en celluloïd. A Londres, on discute d'un projet d'interdiction de stockage de plus de 10 livres de celluloïd. En 1925, pour envoyer des articles en celluloïd en Angleterre, il faut respecter des règles pour l'emballage. Les objets doivent être déposés dans des boîtes en fer-blanc, elles-mêmes emballées dans une boîte en bois, toutes deux étant séparées par un remplissage. Enfin la mention de la nature du matériau, "celluloïd", est portée à l'extérieur sur une étiquette rouge ou blanche. Dans les usines, les conditions de stockage font l'objet de dispositions réglementaires de plus en plus contraignantes. L'évolution de l'attitude des pouvoirs publics et de la population est illustrée par les difficultés rencontrées par les Etablissements Convert à Oyonnax en 1929 pour installer un atelier de nitration.

Dans l'esprit de certains, le celluloïd, c'est d'abord de la nitrocellulose : il a donc des propriétés explosives. Pour d'autres, c'est un produit non explosif, même s'il est sensible au feu. La question fait l'objet de débat. Paul Vieille, ingénieur en chef des poudres, père de la poudre B sans fumée, a étudié l'inflammabilité du celluloïd. Il déclare le 20 mai 1904 devant le Conseil d'Hygiène Publique et de la Salubrité de la Seine que *"tous les faits connus autorisent donc à conclure que le celluloïd n'offre que des dangers d'incendies, et que les explosions qui peuvent accompagner cet incendie sont des explosions consécutives dues aux gaz combustibles, constituant un phénomène secondaire relativement peu dangereux"*<sup>xi</sup>. Il cite d'ailleurs le cas de la combustion tranquille de 10.000 kg de celluloïd lors de l'incendie d'un dépôt à Paris, avenue de Saint Mandé.

En 1913, les fabricants d'Oyonnax font appel aux services d'A. Trillat, associé au pharmacien de la ville, Bussy, pour effectuer une étude d'expertise sur l'inflammabilité spontanée du celluloïd à basse température : il n'y a pas d'inflammabilité spontanée prouvée en dessous de 60°C. Ces fabricants, témoins et victimes des incendies où le celluloïd est impliqué, s'efforcent de minimiser les risques : le celluloïd, c'est leur gagne-pain, exceptionnellement leur richesse et, dans une certaine mesure, ils le défendent et ont besoin de le conserver en l'absence de tout autre produit de remplacement identique. Entre deux risques, ils préfèrent le celluloïd auquel ils ont su s'adapter. Les ouvriers travaillent dans de petites cabines, dont les parties vitrées sont orientées au nord ; ils ont toujours à côté d'eux un seau plein d'eau à portée de main.

A partir de 1887, apparaissent des brevets revendiquant des systèmes chimiques susceptibles de réduire l'inflammabilité : des substances organiques et minérales. Notons que le problème n'est pas nouveau. Parkes lui-même avait préconisé des formules dans ses premiers travaux pour réduire la sensibilité au feu (addition de chlorure de zinc, tungstate de soude, gélatine)<sup>xii</sup>. Plus récemment, le comte de Chardonnet avait été confronté au problème dans des conditions encore plus sévères puisqu'il s'agissait de nitrocellulose et non pas de celluloïd et, de plus, sous forme de fils fins. Il avait dû faire appel à une transformation radicale en dénitrant le fil (BF 203.202). Travaillant dans le même sens, Baudry d'Asson dépose un brevet sur le traitement superficiel de dénitrification des objets en celluloïd (extension d'un brevet textile) par le sulfhydrate d'ammonium (BF 268.502).

Les solutions préconisées dans ces brevets peuvent être classées en quatre catégories :

- la dénitrification, mentionnée ci-dessus, dans la continuité des travaux de Chardonnet. La masse du celluloïd n'est pas accessible à la dénitrification qui ne concerne donc que la couche superficielle. C'est, par suite, un traitement de surface dont on retrouve l'idée, mais sous la forme d'un revêtement avec de la gélatine (BF 521.141). Plutôt que de dénitrifier, certains ont préféré faire appel à des nitrocelluloses à faible taux d'azote, soit par dénitrification partielle (Blanchin, BF 364.690, avec le Pyrosa), soit par une faible nitration (BF 421.854). Bethisy (Société du Celluloïd Ininflammable, BF 368.004) préconise une "tétranitrocellulose". Dans tous ces cas, au dérivé cellulosique sont associés des additifs, soit minéraux, soit organiques.

- l'addition d'acide borique ou de sels minéraux : chlorure ferrique, magnésie, phosphates, silice, sels de plomb, magnésium, calcium, baryum, manganèse, étain, etc., seuls ou associés.

- l'addition de dérivés organiques : dérivés de l'urée, dérivés halogénés, naphthalène, dérivés terpéniques.

- l'addition d'une autre "substance colloïdale".

S'agissant des trois premières catégories, la période d'activité ayant donné lieu à des dépôts de brevets significatifs s'étale entre 1890 et 1915. Masselon indique, dans son ouvrage publié en 1910, que les recherches, à cette date, sont abandonnées. Mais ces brevets témoignent-ils de réalisations pratiques ou sont-ils simplement la manifestation de recherches demeurées infructueuses ? Pratiquement, on ne sait rien de précis. Mis à part les brevets – dont la valeur technique est sujette à réserve, mais qui présentent le double mérite de permettre de déceler les centres d'intérêt des sociétés et de constituer une certaine base de référence – il n'y a pas d'autre source d'informations. Quoi qu'il en soit, les jugements restent convergents. Pour Main, "*tant à cause de la relative inefficacité de ces procédés que des difficultés de travail du celluloïd incombustible, on n'en fabrique guère en pratique*"<sup>xiii</sup>. Pour Gabillon, "*aucun produit n'a donné pleine satisfaction car il n'y a pas moyen d'empêcher le celluloïd de brûler et la plupart des produits proposés diminue plus ou moins fortement la plasticité du celluloïd*"<sup>xiv</sup>.

Restent les mélanges de nitrocellulose et d'un autre "colloïde". L'objectif est de créer une nouvelle matière, espèce d'alliage ignifuge. On vise généralement à la fois la résistance au feu et le remplacement partiel ou total du camphre. Le premier exemple de brevet de mélange est celui de Marga, en 1895 : la Cellulodine, mélange de nitrocellulose et de cellulose vierge (BF 244.584). Suivent, en 1896, la Xylamine de la Compagnie Générale de Chromolithie, mélange complexe contenant de l'albumine du sang (BF 254.684) et le Textiloïd de Cadoret, avec une résine d'huile saponifiée dite résinolyne (BF 256.654). Les albuminoïdes, en général, font l'objet de nombreux dépôts. L'apport de la formulation qui s'applique à tous les dérivés des albuminoïdes, notamment à la gélatine, incite les techniciens à chercher le moyen de concilier les avantages de ces nouveaux venus (ignifugation, réduction, voire suppression du camphre) et ceux de la nitrocellulose (facilité de travail, souplesse). On trouve donc la gélatine (BF 320.133, 320.931, 331.819, 372.599, 402.021, 408.406, 410.973, 470.580), la caséine (BF 312.846, 326.576, 328.658, 339.081), des colles revendiquées pour la Mestraline (BF 298.031, 372.018). Plus originale, la Société Industrielle du Celluloïd revendique des mélanges avec des maltodextrines (dextrine fermentée à l'aide de malt) et de maïsine, extraite du maïs<sup>2</sup> (brevets déposés au nom de la S.I.C. ou de Desvaux BF 319.542, 319.926, 388.097, 407.846). Tous les brevets sur ces mélanges ont été déposés entre 1900 et 1910.

Certains systèmes ont donné probablement lieu à une réalisation industrielle. La Société du Celluloïd Ininflammable de Bourges et la Société Cadoret et Cie constituée le 24 avril 1897 pour exploiter le Textiloïd sont des exemples de sociétés qui se sont créées pour promouvoir des produits pyropassifs. Malheureusement, toute trace sur leur évolution semble effacée. Le mélange caséine-celluloïd est apparu sur le marché en 1905. Malgré des qualités plus tard considérées comme "déplorables", il s'en est vendu 264 tonnes en 1906. La vente s'est poursuivie les années suivantes à des niveaux toutefois inconnus et n'a cessé définitivement qu'en 1913<sup>3</sup>.

Le bilan de toutes ces solutions palliatives apparaît globalement comme un échec. Sur le diagramme ci-joint, on a reporté le nombre annuel de brevets déposés en France sur les matières plastiques à base de nitrocellulose et le nombre de brevets concernant l'ignifugation. Il est clair qu'après 1910-1915, on ne cherche plus à remédier aux problèmes d'ignifugation (On peut même étendre cette constatation aux problèmes du celluloïd en général, camphre et inflammabilité). On recherche la solution dans les nouvelles matières qui apparaissent : la caséine durcie, l'acétate de cellulose, les résines phénoliques. C'est dire que les solutions d'avenir sortent du champ de la nitrocellulose. Mais ces nouvelles matières, exceptée la caséine durcie qui ne peut déplacer que marginalement le celluloïd, n'apparaîtront réellement sur le marché que beaucoup plus tard, même si

<sup>2</sup> La maïsine est un albuminoïde obtenu par extraction de la farine de maïs. Après dégraissage par le benzène, on procède à une extraction par l'alcool amylique, à chaud. La maïsine est précipitée par addition de benzène. C'est une poudre brune, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool éthylique à 70° et dans l'acétone. (Donard et Labbé, CR 3 nov 1902, 27 juillet 1903. Mitchell, BF 350.683, 1905).

<sup>3</sup> On trouve mention d'un produit prénommé Vornalithe, décrit comme un mélange nitrocellulose-caséine (*Revue des Matières Plastiques*, 484, 1925).

l'on en voit les prémisses. Entre temps, le celluloid poursuit son chemin sur les terrains où son inflammabilité ne constitue pas un handicap majeur.

Cependant, les efforts de sécurité déployés – fruits de la nécessité ou d'une législation plus contraignante –, associés à un certain conservatisme, contribueront à minimiser dans certains milieux l'importance du problème de sécurité. Aussi n'est-on pas étonné de lire en 1938 le commentaire suivant : "*Pourquoi donc, le celluloid, qui offre un champ infini d'applications, n'est-il pas plus employé ? Ah, oui, je sais bien, on veut effrayer le public par l'inflammabilité du celluloid ; ce défaut, sans conséquence en pratique, serait même méconnu, s'il n'était mis en relief avec complaisance par des contempteurs du celluloid. Et telle personne qui n'introduit pas dans son intérieur un objet comportant dix grammes de celluloid y manipulera tout naturellement de l'essence, de la benzine voire de l'éther, qui ne sont pourtant pas réputés comme des produits d'absolue sécurité. Une minute de réflexion pourrait rassurer ces personnes ; les progrès réalisés dans la fabrication du celluloid permettent de ne livrer à la consommation que des produits parfaitement stables, offrant toute sécurité et que chacun soit bien persuadé de cette vérité : le celluloid ne s'enflamme que si l'on y met le feu et il n'y a pas d'exemple d'inflammation spontanée du celluloid ; en passant pour fixer simplement les idées, nous dirons que, d'après les statistiques officielles, en 1936, sur 2697 incendies, 2 seulement ont eu lieu dans des fabriques d'objets en celluloid.*"<sup>xv</sup> Cette opinion est partagée par d'autres<sup>xvi</sup>.

### **Note complémentaire**

Au fil des années, les instances administratives ont édicté des règlements plus rigoureux pour les sociétés utilisant le celluloid, souvent sous la pression du voisinage. Lorsque Gustave Convert revient à Oyonnax pour établir uniquement une fabrication de celluloid, après avoir abandonné Pencran, il demande le 4 décembre 1916 une autorisation qui ne lui est accordée que le 11 juin 1918 aux conditions suivantes :

- *Dans l'atelier de fabrication et de dépôts des déchets de celluloid, les bois apparents seront revêtus de plâtre.*
- *Le sol des ateliers devra être imperméable.*
- *Aucun appareil ne sera chauffé à feu nu dans les ateliers. Tous les chauffages seront faits à la vapeur.*
- *Les tuyaux de vapeur devront être entourés d'un treillage métallique sur toute leur longueur.*
- *Le séchoir du celluloid fabriqué, le magasin devront être placés dans des bâtiments séparés des ateliers par une distance autant que possible de 30 mètres.*
- *Le générateur et la machine à vapeur seront installés dans un bâtiment isolé. Les ateliers, à l'exclusion du bâtiment contenant le générateur et la chaudière à vapeur, seront éclairés à l'électricité. Les becs ou lampes s'allumeront de l'extérieur et seront séparés par des vitres des ateliers.*
- *L'isolement des conducteurs devra être vérifié au moins une fois l'an par l'homme de l'art. Les plombs, fusibles, coupe-circuits seront enfermés dans des boîtes en tôle.*
- *Il est interdit de fumer dans l'établissement.*
- *Une bouche d'eau, au pas de 0,04, sera établie à l'entrée des divers ateliers de fabrication du celluloid, du séchoir et du magasin. Des jeux de tuyaux avec lances seront installés à proximité des bouches.*
- *Les eaux résiduaires provenant de l'usine ne pourront être versées ni directement, ni indirectement dans la rivière voisine.*
- *Les résidus et poussières de la fabrication seront fréquemment balayés, au fur et à mesure de leur production et mis en dépôt.*
- *Les ateliers de façonnage ne pourront être adossés à la fabrique sans autorisation préalable.*
- *Les droits des tiers sont formellement réservés.*

---

i	Clément, Rivière, Matières Plastiques, Soies Artificielles J.B.Baillère
ii	Ind.Eng.Chem 6 14 1914
iii	Rev.Mat.Plast. 31 1932, Clément, Rivière op.cit.
iv	Seguin Bull.Insp.trav. 284 1904, Clément, Rivière op. cit.
v	Will Mon.Scient.181 1907
vi	Boulin Bull.Insp.trav. 299 1904
vii	L'Union Républicaine de l'Ain 1914-1915
viii	Will Mon.Scient.181 1907
ix	Liouville Mém.Poudres 287 1899
x	L'Union Républicaine de l'Ain 1914-1915, Clément, Rivière op.cit.
xi	Seguin Bull.Insp.trav. 284 1904
xii	Ind.Eng.Chem 6 14 1914
xiii	Main, Chaplet, Plastiques Artificiels, Résines Synthétiques Paris 1952
xiv	Gabillon, Matières Plastiques, Soies Artificielles Armand Colin 1931
xv	Sciences et Industrie n°277 bis 103 1938
xvi	Kaufmann Morris The First Century of plastics. London Plastics Institute 1963