

Article

La BnF conserve aussi des « pneus » ...

The National Library of France conserves also «pneumatic tubes»...

Stéphane Bouvet^a, Delphine Lantz^b, Jean-Luc Bourda^b, Michele Coni^c, Anne Leblay-Kinoshita^c

^a Laboratoire, département de la Conservation, BnF

^b Atelier de conditionnement sur mesure et d'équipement léger, département de la Conservation, BnF

^c Mission Gestion de la production documentaire et des archives, Direction Générale, BnF

Mots-clés: système de communication pneumatique, Salle Labrouste, XIX^esiècle, navette pneumatique, acétate de cellulose, syndrome du vinaigre, analyse en chromatographie gazeuse, stabilisation, absorbant chimique, conditionnement

Keywords: National Library of France, 19th century, pneumatic tube system, cellulose acetate, vinegar syndrome, identification, stabilisation, gaz adsorbent, storage

Après avoir traversé la salle Labrouste, chef d'œuvre architectural d'Henri Labrouste, vous pénétrez alors dans le magasin central (magasin de l'INHA) conçu également par Henri Labrouste dans les années 1860 et découvrez à l'entrée une structure métallique tubulaire aussi impressionnante qu'énigmatique (**Fig. 1**).

Il ne s'agit pas là d'une œuvre contemporaine ni d'un orgue qui distillerait une douce mélodie aux lecteurs, mais bien d'un vestige de notre patrimoine, un système de communication révolu : une centrale d'expédition pneumatique. Malgré son obsolescence technique, cette centrale a été conservée par l'architecte Bruno Gaudin chargé de la rénovation du site Richelieu, qui a choisi d'en faire un élément de décoration majeur du nouveau magasin central. La BnF conserve ainsi une trace de l'histoire de la révolution industrielle.

En effet ce système, installé en 1935, permettait la transmission des bulletins de demande des lecteurs aux magasiniers par un système de tuyauteries en propulsant par différence de pression des boîtes cylindriques appelés « curseurs », « navettes », « pistons » ou « cartouches ». Il suffit de faire le vide à l'avant du curseur et de comprimer l'air derrière lui pour que le curseur soit propulsé. Sous l'effet de ce courant d'air comprimé puissant, le curseur pouvait être propulsé à la vitesse de 400 à 800 mètres par minute soit environ 36 kilomètres à l'heure.

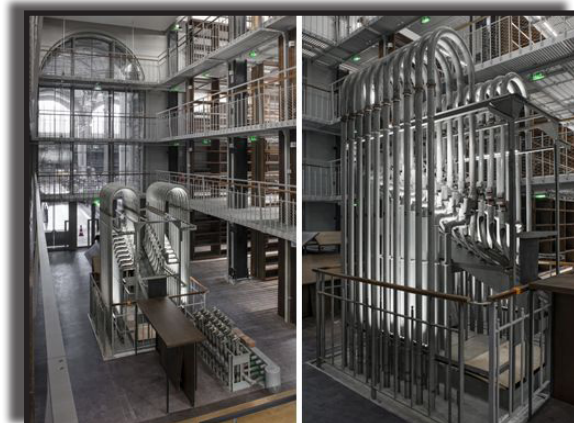


Fig. 1. Centrale pneumatique © JC Ballot

Dans le langage courant, on parlait alors de l'envoi d'un « pneu ».

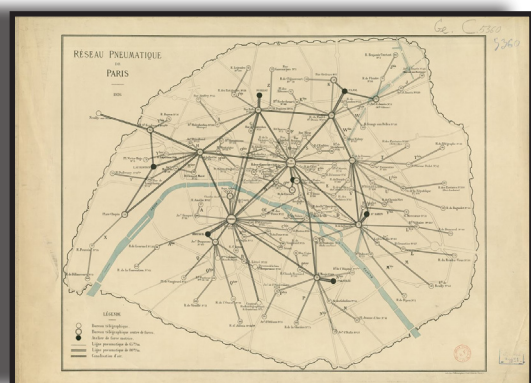


Fig. 2 Réseau pneumatique de Paris, 1926
© BnF, Gallica

Ce système de transmission des bulletins de demandes des lecteurs par cartouche pneumatique fut rénové et amélioré en 1959. De nouvelles lignes furent installées pour desservir les niveaux supplémentaires de magasins construits par Michel Roux-Spitz dans les années 1950. La centrale d'expédition est alors déplacée de l'hémicycle de la salle Labrouste à l'intérieur du Magasin central.

Ce système a fonctionné jusqu'au 29 août 1998, date de la fin du déménagement des collections imprimées vers le site François-Mitterrand.

Les « pneus » ont fait la fierté des capitales du monde entier à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle. Posséder son réseau pneumatique était un gage absolu de modernité. Ce mode de transport du courrier a été

mis en place en 1853 à Londres puis en 1865 à Berlin. La naissance du pneumatique Parisien date de 1866. Ce n'est qu'en 1879 que le service des dépêches pneumatiques fut inauguré et mis à disposition du public. En 1888 ce sont près de 200 km de tubes posés dans les égouts de Paris qui relient les bureaux télégraphiques de la capitale (**Fig. 2**).

En 1934, le réseau pneumatique parisien atteint son apogée avec une longueur de 467 km, il dessert plus de 130 bureaux et distribue une dizaine de millions de correspondances par an (chiffre record de 30 millions en 1945).

De cette époque subsistent également des composants indispensables au bon fonctionnement de cette centrale pneumatique, les **navettes** ou **courseurs**.

En effet, trois précieux exemplaires (**Fig. 3**) en sont conservés à la Mission pour la Gestion de la production documentaire et des archives dont les missions principales sont la collecte des archives des différents départements de la BnF, la communication en interne et en externe de ces documents et leur valorisation, notamment via des expositions. Dans ses magasins sont conservés différents types de documents, la plupart contemporains (du XIX^e siècle à nos



jours): cartes de lecteurs (dont celles de personnages connus comme Tolstoï), fonds des architectes du site Richelieu et des autres sites, archives historiques du cabinet des médailles, catalogues et dossiers des expositions, photos des travaux de réalisation du site Tolbiac, plans du quadrilatère Richelieu des années 1930 et 1940, etc.

Mais revenons au « pneu ». La « navette » composée d'un corps central translucide, est fermée aux deux extrémités : à l'avant par un embout recouvert d'un feutre et à l'arrière par une trappe métallique recouverte d'une « jupe » en cuir. L'embout feutré était destiné à amortir le choc de l'arrivée et à limiter les frottements et les bruits de circulation dans les tubes en fonte. La jupe, quant à elle, garantissait l'étanchéité et la bonne propulsion du curseur.

Fig. 3 Les navettes pneumatiques © BnF /S. Bouvet

La particularité des 3 curseurs conservés est que le corps central est composé non de métal blanc comme pouvaient l'être les premières navettes, mais d'un matériau plastique translucide, d'une couleur allant du jaune au brun passant par le vert. Ces cylindres dégagent une odeur forte, piquante, ils sont atteints du « syndrome du vinaigre ». Ce syndrome est caractéristique de la décomposition chimique de l'acétate de cellulose, qui en se dégradant, libère de l'acide acétique responsable de l'odeur vinaigrée.

La partie centrale translucide en plastique du cylindre serait donc en acétate de cellulose.

L'acétate de cellulose est un ester acétique de la cellulose, obtenu en modifiant la cellulose naturelle à l'aide d'acide acétique. On parle de plastique semi-synthétique. Il a été beaucoup utilisé dans la production industrielle de fibres textiles, notamment la viscose, d'objets moulés (montures de lunettes, poignées d'outils et d'ustensiles, objets ménagers...), de pellicules photographiques et cinématographiques, de bandes magnétiques et de vernis.

Ce plastique semi-synthétique est connu (comme le nitrate de cellulose) pour être instable et figurer parmi les polymères plastiques les plus sensibles et les plus rapides à se dégrader dans les collections patrimoniales. En vieillissant il peut se dégrader, s'hydrolyser et libérer de l'acide acétique. Ce dégagement d'acide s'accompagne de coupures dans les macromolécules et entraîne une fragilisation du matériau qui peut conduire jusqu'à sa destruction.

Les objets tridimensionnels moulés en acétate de cellulose contiennent 20 à 40% en masse de plastifiant comme le triphenyl phosphate (TPP) qui agit également comme retardateur de flamme. La migration et l'évaporation du plastifiant non fixé chimiquement à l'acétate de cellulose entraîne des contraintes physiques (déformations, fissures, cloques,...), des altérations de surface (exsudat poisseux, cristaux) et rend l'acétate friable, cassant (**Fig. 4**).

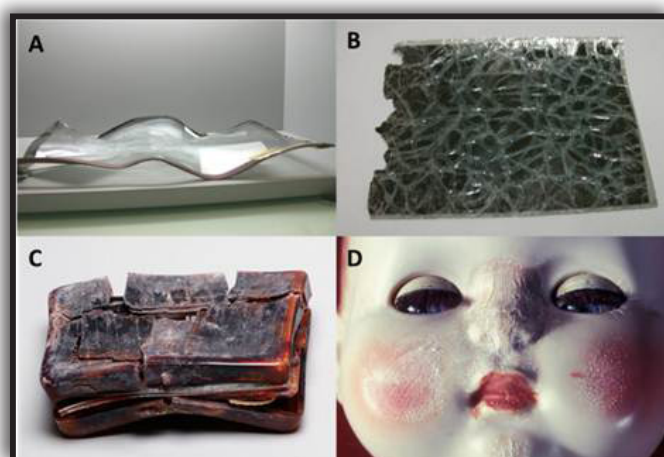


Fig. 4. (A) plaque Rhodoïd® utilisée à partir des années 50 pour le conditionnement du fonds Pelliot - © BnF /S. Bouvet (B) Négatif photographique : contraction du support en acétate de cellulose © BnF /S. Bouvet (C) Boîte en acétate de cellulose (imitation écaille de tortue): déformation, fissure et fracture du matériau. © Getty Conservation Institute (D) poupée en acétate: migration du plastifiant sous forme de cristaux ©Western

Des phénomènes que l'on peut observer sur les cylindres et qui se traduisent par leur déformation et l'apparition d'un réseau important de craquelures (**Fig. 5**).



Fig. 5. Cylindre dégradé ©BnF / S. Bouvet

Des analyses réalisées au sein du laboratoire de la BnF ont permis de confirmer la nature du polymère constitutif du cylindre et d'évaluer son état de dégradation.

Une analyse en chromatographie gazeuse des composés volatils émis par les cylindres et isolés par SPME (extraction sur microphase solide), a permis de mettre en évidence la présence d'acide acétique et de phénol. L'acide acétique provient de la dégradation de l'acétate de cellulose et le phénol est très probablement issu de la dégradation du plastifiant : le TPP.

La présence d'acide acétique peut également être mise en évidence grâce à l'utilisation de bandelettes A-D Strip®. Mises au point et commercialisées par l'Image Permanence Institut (IPI), elles consistent en une bande de papier indicateur sensible à l'acidité (vert de bromocrésol) et dont la couleur vire du bleu au vert jusqu'au jaune en présence d'une concentration croissante d'acide acétique.

Ces bandes sont mises en contact avec le matériau à tester dans un sac étanche (**Fig. 6**). Après 24h, la couleur de la bandelette est comparée à une charte graduée (**Fig. 7**) qui renvoie à un tableau de préconisations.



Fig. 6. Test A-D Strip®. © BnF /S. Bouvet

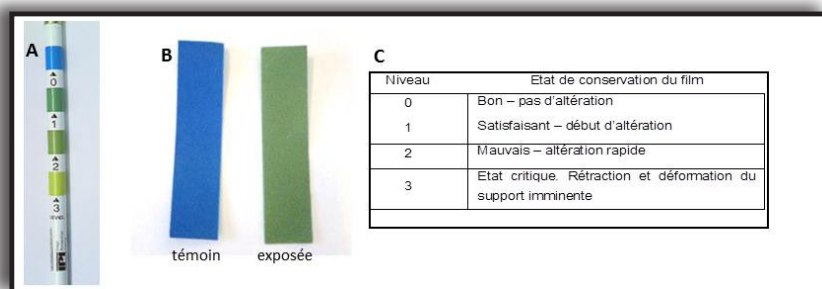


Fig. 7. (A) charte graduée de référence, (B) bandelettes A-D Strip®, (C) tableau de préconisation © BnF /S. Bouvet

Le test s'est révélé positif et les cylindres présentent un état d'altération de niveau 2. Ce test donne seulement une indication sur les conditions chimiques du matériau, en effet il n'y a pas de corrélation obligatoire entre cet état chimique mesuré et l'état mécanique du matériau du cylindre.

Le processus de dégradation des acétates de cellulose est irréversible une fois qu'il a débuté. Pour le ralentir il faut veiller à limiter les variations climatiques, maintenir un taux d'humidité peu élevé et une température la plus basse possible.

Il est important de souligner que lorsque le niveau d'acidité dans l'air atteint un seuil critique (entre 3 et 5 ppm¹), le

1 ppm : La partie par million (le ppm), terme beaucoup utilisé en sciences, est la fraction valant un millionième.

processus d'altération des acétates de cellulose s'autoalimente (réaction autocatalytique) entraînant une accélération brutale de leur vitesse de dégradation, à moins qu'ils ne soient conservés à basse température. Passé le seuil critique, ce ne sont plus tant les facteurs extérieurs (humidité, chaleur) qui entretiennent la dégradation des acétates que l'acide qu'ils libèrent eux-mêmes.

Pour des collections stockées dans un conditionnement relativement étanche, le risque lié à cette production d'acide est d'arriver à une concentration en acide acétique qui favorise l'effet autocatalytique et la propagation de l'acide aux collections environnantes.

Pour limiter l'effet autocatalytique, plusieurs solutions sont envisageables:

- ouvrir les boîtes ou utiliser des conditionnements adaptés pour favoriser l'évacuation de l'acide, et purifier l'air ambiant du local de stockage ;
- placer dans les conditionnements des collections en acétate des matériaux capables d'absorber les acides formés. Cette solution sera retenue pour le conditionnement des navettes pneumatiques.

L'utilisation d'un absorbant chimique est une solution simple et efficace pour le reconditionnement rapide d'objets en acétate de cellulose. Les absorbants chimiques, comme le Purafil SP Blend® (Fig. 8), permettent en effet d'absorber la grande majorité des vapeurs d'acide acétique émises par l'acétate de cellulose, et évitent ainsi tout phénomène de confinement et « d'auto-dégradation » des collections.

Le SP Blend® est un mélange de charbon actif et d'alumine active imprégnée de permanganate de sodium.

Ce produit a déjà fait ses preuves dans le reconditionnement de collections de négatifs photographiques en acétate de cellulose au département des Estampes et de la photographie². L'efficacité de l'absorbant doit être **contrôlée régulièrement**. La fréquence des contrôles doit être d'autant plus élevée que le niveau d'altération (Fig. 7) relevé lors du conditionnement est important. Ces contrôles peuvent être réalisés en utilisant les indicateurs colorés (type AD strips®) afin de connaître l'évolution de la concentration d'acide acétique à l'intérieur du conditionnement. L'observation des grains recouverts de permanganate de sodium, qui a la particularité de virer du violet au brun une fois saturé, donne aussi une indication sur l'état de saturation du SP Blend®.



Fig. 8. Purafil SP Blend®. © BnF /S. Bouvet

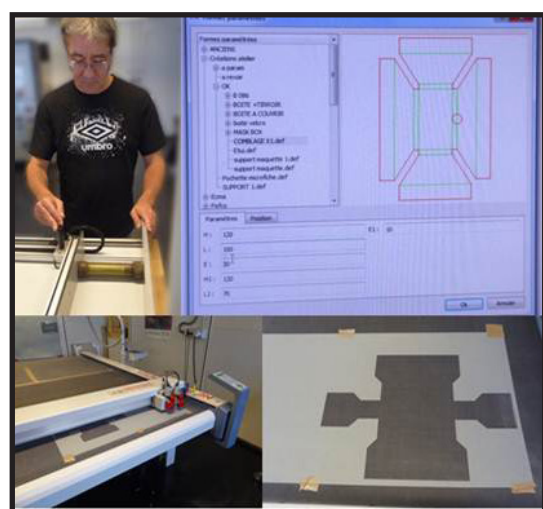


Fig. 9. (A) mesures des cylindres, (B) création du gabarit de découpe, (C) table de découpe, (D) carton découpé.

© BnF /S. Bouvet

L'atelier de conditionnement sur mesure et d'équipement léger de la BnF (département de la Conservation) a alors été sollicité pour la conception d'une **boîte de conditionnement** atypique et **adaptée** à la conservation de ces objets tridimensionnels sensibles. En effet ces cylindres, qui étaient initialement exposés dans une vitrine au sein même du magasin central avant de suivre les imprimés lors du déménagement de 1998, n'avaient pas été pourvus de conditionnements adaptés à cette problématique de dégradation.

L'atelier de conditionnement confectionne chaque année environ 15 000 conditionnements pour les collections de la BnF: boîtes légères en carton de 530 g/m², chemises pour les documents non épais, boîtes en carton ondulé destinées aux documents de plus grand format, boîtes à comblage pour des documents très petits ou atypiques. Tous les matériaux utilisés sont évidemment conformes aux normes concernant la conservation des documents et sont testés avant utilisation par le laboratoire du département de la Conservation.

2 Étude de méthodes permettant un conditionnement transitoire optimum de négatifs souples sur support en acétate de cellulose, Maroussia Duranton, Stéphane Bouvet, Thi-Phuong Nguyen. Support Tracé n°11, 2011

L'objectif était de concevoir un écrin qui pourrait accueillir les 3 cylindres en se basant sur le modèle d'une boîte à comblage, afin qu'ils soient protégés et parfaitement maintenus lors de toute manipulation.

La particularité de cette fabrication est que tous les éléments sont réalisés en un temps record grâce à une table de découpe et assemblés par pliage sans ajout de colle.

Après un relevé précis des dimensions des cylindres, les mesures sont saisies dans le logiciel relié à la table de découpe, un modèle de boîte est choisi et le gabarit de découpe est créé. Grâce à différents outils, la table de découpe peut alors – en moins de 2 minutes et avec une précision chirurgicale – tracer, marquer les plis et découper le carton suivant le gabarit enregistré dans le logiciel. D'un geste expert, chaque élément est alors façonné et plié, tel un origami (**Fig.10**).

Trois types d'éléments (**Fig.11**) ont été nécessaires à la fabrication de ce conditionnement atypique :



Fig. 10. Réalisation d'un comblage et d'une boîte de conditionnement de l'absorbant chimique.
© BnF / S. Bouvet

- une boîte avec son couvercle (**Fig. 11a**) ;
- 3 comblages sur mesure (**Fig. 11b**) pour accueillir chaque cylindre et assurer son maintien parfait ;
- 3 boîtes pour conditionner l'absorbant chimique (**Fig. 11c**), dont les évidements inférieurs et supérieurs ont été comblés à l'aide d'une couche de papier Whatman (Whatman n°1) et d'une couche d'intissé polyester « Bondina ».

Ces matériaux ont été choisis pour permettre la migration des acides vers l'absorbant tout en empêchant les particules fines abrasives de l'absorbant de tomber sur les collections.

Afin que l'absorbant chimique soit bien réparti et ne puisse pas bouger lors de manipulation de la boîte, il est au préalable conditionné dans une enveloppe réalisée en intissé polyester « Bondina » (**Fig. 11d**).



Fig.11. De gauche à droite : (a) la boîte de conditionnement avec son couvercle, (b) les 3 comblages, (c) et (d) une boîte pour le conditionnement de l'absorbant chimique dans son enveloppe.

SOURCES

«Des pneumatiques à Richelieu»

<http://www.bnf.fr/fr/la_bnf/richelieu04/x.richelieu04.html>

« Les tubes pneumatiques de la BnF Richelieu »

<<https://www.label-industrie.fr/tubes-pneumatiques-de-bnf-richelieu/>>

«La communication par tube pneumatique, lettres et transport»
[documentaire / Marc Chabot]

<<https://www.youtube.com/watch?v=P4m8uDgNjYM>>

«L'incroyable machine à envoyer des mails avant Internet» | Archive INA

<<https://www.youtube.com/watch?v=rXm2MIKH4Og>>