

Actualités de la conservation

lettre professionnelle de la Bibliothèque nationale de France

Sommaire

- 1 ÉDITORIAL / Isabelle Dussert-Carbone
- ACTUALITÉS
- 1 Les traitements de restauration employés sur des manuscrits comportant des encres ferrogalliques / Véronique Rouchon, Blandine Durocher, Marine Letouzey, Julie Stordiau Pallot
- 6 Validation du dépeussierage des papiers moisis / Tony Basset et Laure Simeone
- INFORMATIONS TECHNIQUES
- 9 Analyses microbiologiques de 4 colles d'amidon de blé / Tony Basset
- COMPTE RENDU DE COLLOQUE
- 11 Congrès International de l'IFLA / Philippe Vallas
- 12 Mission à la BNU du Kosovo / Jean-Yves Sarazin
- 14 Séminaire de mycologie prévisionnelle / Tony Basset
- 18 SÉLECTION BIBLIOGRAPHIQUE
- 19 MANIFESTATIONS

Editorial / Isabelle Dussert-Carbone

La mission de conservation de la BnF ne saurait se développer sans une activité soutenue de recherche dans l'objectif de préserver le patrimoine qui lui est confié et en offrir l'accès aux générations présentes et futures. Que ce soit par l'appui à des programmes de laboratoires extérieurs ou par l'analyse et la validation de produits ou techniques utilisés dans les ateliers internes de restauration ou encore par la participation et l'organisation de colloques et de missions d'expertise, le département de la conservation contribue à sa mesure à cette ample mission. Ce numéro donne un aperçu de ces interventions : recherches du CRCC sur les encres ferrogalliques, dépeussierage, analyse de colles, participation à l'IFLA, collaboration avec la Bibliothèque nationale et universitaire du Kosovo et séminaire de mycologie prévisionnelle. Les compétences des ingénieurs, des techniciens, des restaurateurs, des conservateurs permettent des avancées importantes dans nos pratiques ; ils bénéficient de l'appui d'un Centre de documentation dont je rappelle aux lecteurs d'*Actualités de la conservation* qu'il est aussi à leur service.

Actualités

■ Les traitements de restauration employés sur des manuscrits comportant des encres ferrogalliques

Partie 1 : examen visuel des phénomènes de migration provoqués par l'emploi d'eau
 Véronique Rouchon, Blandine Durocher, Marine Letouzey, Julie Stordiau Pallot (détails p.5)

Introduction

Les fonds des manuscrits de la Bastille, dont la plupart sont peu endommagés par les encres ferrogalliques, mais particulièrement salis, froissés, déchirés, voire lacunaires, illustre à lui seul les principales difficultés auxquelles sont confrontés les restaurateurs ayant à intervenir sur des manuscrits. Les méthodes utilisées pour nettoyer, défroisser, fermer les déchirures, combler les lacunes s'accompagnent souvent d'un apport d'eau plus ou moins important. Les encres ferrogalliques présentant une certaine affinité avec l'eau, des modifications de l'aspect visuel des manuscrits sont toujours possibles au cours de ces traitements : perte de tonalité du tracé, éclaircissement du papier, migration de composés brunâtres autour des inscriptions, ou encore au verso des traits. Ces risques, dont l'appréhension est variable d'un restaurateur à l'autre, n'ont jamais été évalués de manière objective et rigoureuse.

Depuis 2004, une réflexion a été entamée au sujet de la restauration des manuscrits au sein de la Bibliothèque nationale



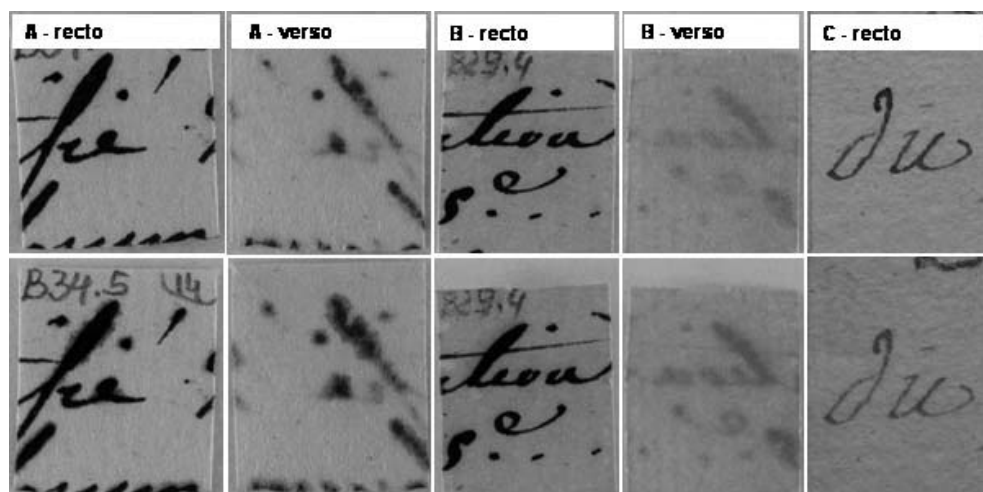


Figure 1
Quelques exemples de modification d'aspects visuels
 haut : prises de vue avant traitement.
 bas : prises de vue après traitement.

Échantillon A : migrations latérale et transversale flagrantes

Échantillon B : migrations latérale et transversale subtiles

Échantillon C : perte de tonalité flagrante

de France (*Actualités de la conservation* n°21). Une partie des recherches réalisées au CRCC dans le cadre de ce projet vise à évaluer les migrations ayant lieu sur des manuscrits anciens suite à des traitements aqueux. Ces travaux ont pour objectif d'identifier les traitements les moins risqués et de définir si possible des méthodes permettant de diagnostiquer le risque. Nous présentons dans cette communication l'état d'avancement et les perspectives de cette recherche.

Méthodologie

La méthodologie choisie privilégie l'examen d'originaux. Deux lots de manuscrits sans valeur datant des XVIII^e et XIX^e siècles ont été sélectionnés, tous écrits à l'encre ferrogallique¹ et en relativement bon état de conservation. A priori aucune encre ne contient de colorant synthétique. Le premier lot, appelé « Lot A », rassemble 13 manuscrits d'origines très diverses et pour lesquels la couleur de l'encre est plus ou moins foncée. Le second, appelé « Lot B », est issu d'une même liasse d'états de frais et comprend des manuscrits qui datent de 1818 à 1896. Dans ce second lot, beaucoup plus homogène, les papiers ont un aspect similaire et des grammages proches. Dans chaque manuscrit, plusieurs échantillons de quelques centimètres carrés ont été découpés, chacun destiné à un traitement aqueux différent. Les effets secondaires de ces traitements ont ensuite été évalués par un

examen visuel, principalement réalisé à l'aide de macrophotographies sous lumière du jour. Ils ont été classés en trois types : pertes de tonalité de l'encre, migrations latérales de composés colorés (formation d'un halo), et migrations transversales de composés colorés (au verso du papier). Nous avons séparé les effets de nature flagrante, clairement identifiables au sein d'un atelier, de ceux qui sont subtils, car seulement identifiables en comparant des macrophotographies prises avant et après traitement (voir figure 1).

Pour évaluer les possibilités de diagnostic, nous avons effectué sur les manuscrits des tests de solubilité des encres de la manière suivante : 0,1 microlitre d'eau distillée est déposé sur l'encre, dans une zone où le trait est le plus épais possible. Un papier buvard Cobb est immédiatement mis en contact pendant 20 secondes avec une pression correspondant à un poids de 5 kg appliqué sur une surface de 4 cm². Cette opération est répétée trois fois à une minute d'intervalle sur le même point, de façon à repérer les encres susceptibles de « décharger » de manière progressive. Sur chaque manuscrit, trois tests de solubilité ont ainsi été réalisés. Les encres sont dites « non solubles » lorsque aucune marque n'est visible sur le papier buvard.

Ces tests de solubilité ont été complétés par des mesures d'absorption d'eau du papier. Ces mesures correspondent au temps nécessaire pour

qu'une goutte de 0,1 microlitre d'eau soit absorbée par le papier. Une très grande dispersion des mesures étant observée sur les papiers anciens, nous avons, pour chaque manuscrit, considéré quatre moyennes de 10 mesures, chacune réalisée au recto et au verso du papier vierge, ainsi qu'au recto et au verso du tracé.

Les traitements aqueux testés

Pour minimiser les effets secondaires liés à la solubilité des encres, quelques règles simples sont communément admises par la communauté des restaurateurs. Par exemple, lorsqu'un document doit subir un traitement par bains, les temps d'immersion choisis sont généralement les plus courts possibles ; les encres ferrogalliques étant peu solubles à l'alcool, des mélanges d'eau et d'alcool peuvent être employés pour limiter les problèmes de solubilité ; des solutions saturées de bicarbonate de calcium sont parfois préférées à l'eau pure, car on considère qu'elles sont moins efficaces à l'extraction des produits solubles ; les techniques d'humidification « douces » utilisant par exemple du Goretex® peuvent être privilégiées par rapport à des traitements par pulvérisation ou immersion, car jugées moins « interventionnistes » ; enfin, il a été avancé que l'emploi d'alcool pur avait un rôle « fixant » sur les encres ferrogalliques².

Pour évaluer la pertinence de ces règles, nous avons mis en oeuvre les



traitements « types » résumés dans le tableau 1. Après chaque traitement par immersion, les échantillons ont été « égouttés » en plaçant la tranche des papiers au contact d'un papier buvard. Quant à l'humidification sous Goretex®, elle a été réalisée de la manière suivante : les échantillons ont été placés entre deux toiles de sérigraphie, entre deux films de Goretex® (face lisse côté échantillon), puis entre deux buvards Cobb de 17x17cm imprégnés chacun de 15 ml d'eau distillée. La mise au contact se fait par le poids d'une plaque de verre placée sur l'ensemble. Tous les échantillons ont séché après traitement en étant simplement posés sur une claie, dans une pièce climatisée à 50% HR et 23°C.

Synthèse des observations

De manière générale, nous avons constaté que les traitements aqueux s'accompagnent d'un grand nombre de migrations subtiles qui ne sont pas perçues par les restaurateurs. Pour les traitements par immersion, le nombre de migrations latérales observées reste assez similaire au nombre de migrations transversales, et elles ne seront donc pas commentées spécifiquement. Nos observations réalisées sur le lot A, résumées sur les figures 2 et 3, confirment l'importance du temps d'immersion. Plus ce paramètre est important, plus il y a un risque de perte de tonalité de l'encre. Un éclaircissement du papier est aussi généralement observé. Pour les encres dont la couleur est sombre, cette perte de tonalité reste très subtile, et n'est généralement pas perceptible à l'œil nu.

Limiter le temps d'immersion d'un traitement aqueux ne permet toutefois pas de limiter les effets secondaires : la figure 3 indique que les migrations transversales sont d'autant plus importantes que les temps d'immersion sont courts. En effet, la solubilisation de certains produits n'est généralement pas immédiate. Si l'échantillon est sorti du bain, et reste mouillé, les produits solubilisés qui

Tableau 1 : description des différents traitements aqueux menés sur les manuscrits.

Nom	Description du traitement	Lot concerné
Eau - 1min	Immersion dans de l'eau pure pendant 1 minute	Lot A
Eau - 5min	Immersion dans de l'eau pure pendant 5 minutes	
Eau - 15min	Immersion dans de l'eau pure pendant 15 minutes	
Eau - 30min	Immersion dans de l'eau pure pendant 30 minutes	
Bi - 1min	Immersion dans une solution de bicarbonate de calcium pendant 1 minute	
Bi - 15min	Immersion dans une solution de bicarbonate de calcium pendant 15 min.	
Eau - 100%	Immersion dans de l'eau pure pendant 5 minutes	Lot B
Eau - 66%	Immersion dans un mélange eau/éthanol (2/3 d'eau en volume) pendant 5 minutes	
Eau - 33%	Immersion dans un mélange eau/ éthanol (1/3 d'eau en volume) pendant 5 minutes	
Eau - 5%	Immersion dans de l'éthanol technique (contenant 5% d'eau en masse) pendant 5 minutes	
Ethanol	Immersion dans de l'éthanol pur	
Gore	Humidification sous Goretex® pendant 30 minutes	
Eth - Gore	Bain dans de l'éthanol pendant 5 minutes. Séchage. Humidification sous Goretex® pendant 30 minutes	

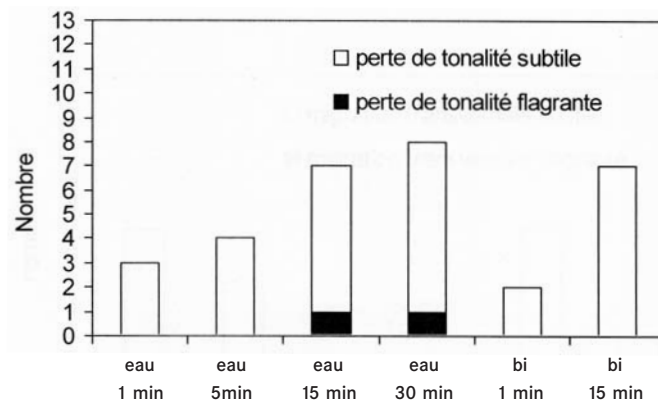


Figure 2 : Nombre d'échantillons du lot A sur lequel on observe une perte de tonalité du tracé. Ce nombre est représenté en fonction du traitement appliqué.

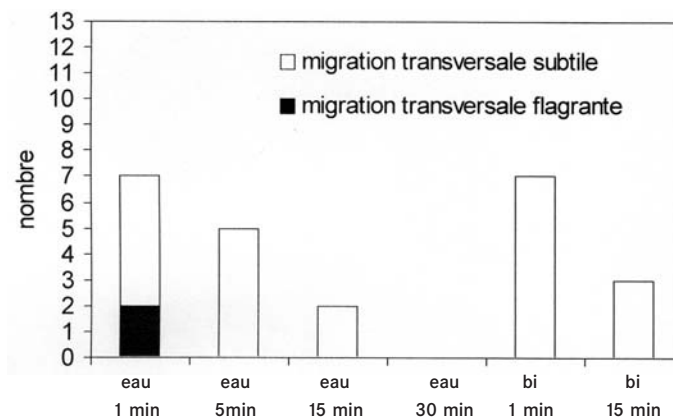


Figure 3 : Nombre d'échantillons du lot A sur lequel on observe une migration transversale de composés colorés. Ce nombre est représenté en fonction du traitement appliqué.

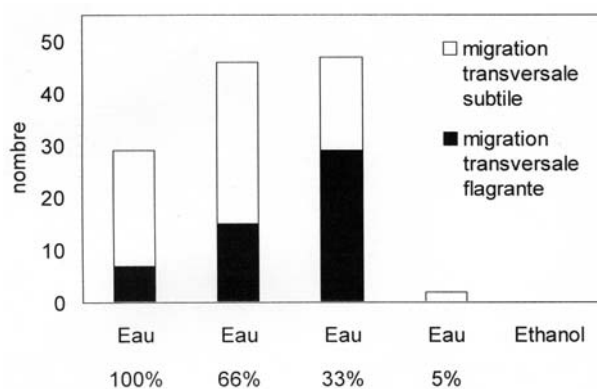


Figure 4 : Nombre d'échantillons du lot B sur lequel on observe une migration transversale de composés colorés. Ce nombre est représenté en fonction du traitement appliqué.

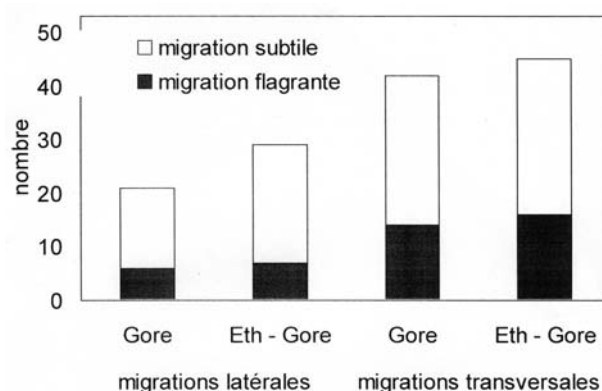


Figure 5 : Nombre d'échantillons du lot B sur lequel on observe une migration transversale ou latérale de composés colorés. Ce nombre est représenté en fonction du traitement appliqué.

n'ont pas eu le temps de passer en solution migrent dans le papier.

L'utilisation d'une solution de bicarbonate de calcium ne nous a pas semblé réduire le risque de migration. Sur les figures 2 et 3, les différences observées entre les échantillons traités avec de l'eau pure et ceux traités avec le bicarbonate de calcium sont trop faibles pour être significatives.

Les encres ferrogalliques ne sont pas solubles à l'alcool. Ce fait a été vérifié sur le lot B. La figure 4 montre qu'il n'y a aucune migration sur les échantillons immergés dans l'éthanol pur. Toutefois, le fait d'utiliser des mélanges eau/alcool ne permet pas de limiter les risques, bien au contraire. Davantage de migrations sont relevées avec les mélanges eau/alcool qu'avec l'eau pure. Ce fait s'explique de la manière suivante : l'ajout d'alcool favorise la pénétration de l'eau dans le papier et donc l'accès aux produits solubles. Mais il est fort probable que la présence d'alcool limite l'extraction de ces produits dans le solvant. Plutôt que de partir en solution, ces produits migrent donc dans le papier.

La figure 5 représente le nombre de migrations observées sur le lot B lorsque les échantillons sont humidifiés de manière « douce » en employant du Goretex®. Ce nombre est bien supérieur à celui que l'on obtient pour les traitements par immersion. Là encore, les produits solubilisés

par l'apport d'eau, ne pouvant partir en solution, migrent dans le papier.

Quant à l'action « fixante » de l'éthanol, elle n'a pas été mise en évidence. Sur les échantillons du lot B, le traitement des échantillons à l'alcool préalablement à l'humidification sous Goretex® n'a en rien limité les phénomènes de migrations latérales et transversales.

Evaluation des tests préliminaires

Les tests de solubilité d'encre se sont avérés insuffisants pour prédire les risques de migration. Par exemple, sur les 53 manuscrits du lot B testés, 8 ont montré des tests de solubilité négatifs. Parmi ceux-ci, 6 ont donné lieu à des migrations flagrantes ou subtiles au cours d'une immersion pendant 5 minutes dans un mélange eau/alcool contenant 66% d'eau. Les tests d'absorption du papier donnent quelques indications complémentaires permettant d'interpréter certaines migrations. Ainsi, dans un traitement par humidification (comme le traitement au Goretex® de la figure 5) les migrations transversales sont plus importantes que les migrations latérales. Cette observation nous semble liée au fait que le papier est généralement plus hydrophile au recto et au verso du tracé, que dans les zones vierges. Le caractère hydrophile du papier au niveau du tracé constitue à

notre avis un facteur de risque non négligeable.

Ceci étant, en dépit de toutes ces remarques et malgré nos efforts, il ne nous a pas été possible, en rapprochant les tests préliminaires avec les effets observés, de dégager une méthode de diagnostic fiable des risques encourus.

Conclusion et perspectives

Il ressort de ce travail que la quasi-totalité des tracés présente un risque de migration, qui ne peut être anticipé par les tests préliminaires. Ces migrations, d'amplitudes variées, restent pour la plupart très subtiles. Elles sont favorisées par les paramètres qui facilitent la pénétration de l'eau dans le papier et par ceux qui limitent le passage en solution des produits solubilisés. Comme les modifications visuelles qu'elles entraînent sont généralement peu perceptibles dans des conditions d'atelier et n'altèrent pas la lisibilité du manuscrit, ces migrations sont souvent tolérées. Cependant, il est fort probable que, au niveau du tracé, une diffusion de fer ait lieu au cœur du papier, ce qui aurait des conséquences dramatiques à long terme. Il est envisagé de poursuivre ce travail en essayant de mesurer cette diffusion par des méthodes très sensibles comme l'analyse par faisceaux d'ions.

Dans l'état actuel des choses, il nous semble important de prendre en



compte le risque de migration du fer dans les choix d'intervention sur les manuscrits. Dans le cas de traitements par humidification, nous sommes en train d'approfondir ce travail en explorant l'effet de méthodes d'humidification plus douces. Dans le cas de traitements par immersion, le risque de migration décroît avec le temps d'immersion, mais d'autres effets indésirables accompagnent alors le traitement. En particulier, la composition chimique du manuscrit et la couleur du papier évoluent alors de manière significative. Ces effets ont été étudiés sur quatre manuscrits «types» et seront discutés dans une prochaine communication.

1 L'identification de la nature ferrogallique des encres a été réalisée à l'aide du papier indicateur de présence de fer(II) commercialisé par la société Preservation Equipment Ltd (www.preservationequipment.com, Iron Gall Ink Test Paper)

2 S. Choi, M. Zinsmeister, *Introducing Calcium Phytate and Calcium Bicarbonate in the treatment of Historically Significant 18th Century American Iron Gall Ink Manuscripts*, Communication, 2^d Iron Gall Ink Meeting, 24-27 janvier 2006, Newcastle.
Cette communication rapporte le fait qu'environ 5 000 feuillets datant de la guerre d'Indépendance (1775-1783) ont été immergés dans un bain d'éthanol, puis séchés, avant de subir un traitement aqueux par bain. Les auteurs indiquent avoir remarqué que cette pratique limitait les risques de migration.

Remerciements

Ce travail a été réalisé avec le soutien financier de la Bibliothèque nationale de France, qui a permis à Blandine Durocher, Marine Letouzey, et Julie Stordiau de réaliser les expérimentations nécessaires. Nous tenons à remercier également les restaurateurs et les ingénieurs de la Bibliothèque nationale de France, qui ont apporté leur expérience à ce projet : Véronique Belon, Madeleine Blouin, Myriam Eveno, Olivier Joly, Alain Lefebvre, Dominique Saligny et Thi Phuong Nguyen.

Véronique Rouchon,
coordonnatrice du projet.
Centre de Recherches
sur la Conservation des Collections.
Mél : rouchon@mnhn.fr

Blandine Durocher,
restauratrice d'Arts Graphiques.
Mél: blandine.durocher@yahoo.fr

Marine Letouzey,
restauratrice d'Arts Graphiques.
Mél : marine.letouzey@free.fr

Julie Stordiau Pallot,
restauratrice d'Arts Graphiques.
Mél : julie.stordiau@wanadoo.fr

à savoir

La rubrique **conservation** du site internet de la Bibliothèque a été améliorée : sous-rubriques enrichies et consultation plus ergonomique ; adresse à redécouvrir

[bnf.fr](#) > [Professionnels](#) > [Conservation](#)

Informations techniques

Validation du dépoussiérage des papiers moisissés

Tony Basset, Laure Simeone (BnF, laboratoire)

Le développement des micro-organismes sur les ouvrages entraîne une détérioration des matériaux qui les constituent comme la cellulose et le collagène. En conséquence, lors d'une infestation, il est impératif de réagir le plus vite possible en préconisant un traitement des collections mais aussi en agissant sur les causes ayant favorisé le développement de ces micro-organismes. Selon les pays, les techniques recommandées sont différentes, par exemple en France l'usage de l'oxyde d'éthylène est autorisé alors qu'il est interdit dans certains pays qui privilégient des techniques alternatives tel le dépoussiérage des surfaces moisissées.

Le présent article fera état d'une étude réalisée sur un support organique : le papier est contaminé puis dépoussiéré après une période de séchage plus ou moins longue, 3 jours à 6 mois. Afin de suivre l'évolution de la contamination, les coupons dépoussiérés sont mis en culture ce qui permet de juger de l'efficacité du dépoussiérage. Ce procédé de décontamination manuel est comparé à un traitement chimique à l'oxyde d'éthylène suivi d'un dépoussiérage.

Protocole expérimental

Sélection des matériaux

Pour cette étude, il a été choisi de travailler sur le support papier. Afin de vérifier si l'ancienneté du matériel a une incidence sur le dépoussiérage, il a été décidé d'effectuer cette étude sur des matériaux neufs et anciens. Ainsi ont été utilisés un papier neuf (le papier Whatman) et un papier en fibres de coton prélevé sur un ouvrage de 1950.

Tous les tests ont été réalisés en parallèle avec deux espèces de moisissures différentes qui sont *Penicillium chrysogenum* et *Aspergillus niger*. Ces 2 espèces ont été choisies pour leur fréquence dans la contamination des livres.

Méthodologie.

Préparation des coupons : Des lots de coupons d'une dimension de 3 cm x 3 cm ont été préparés dans chaque matériel. Afin de travailler sur des échantillons stériles tous les coupons ont été désinfectés à l'oxyde d'éthylène, technique qui est la moins délétère pour les matériaux. Cette désinfection a été réalisée dans un autoclave, en contact pendant 7h30 avec l'oxyde d'éthylène à une concentration de 650 mg/l.

Contamination des surfaces : Tous ces coupons ont été contaminés soit avec une solution de spores de *Penicillium chrysogenum* à 100 spores/ml, soit avec la solution de spores d'*Aspergillus niger* à 100 spores/ml. Afin de favoriser la germination des spores, les disques ont été disposés dans des boîtes de Petri contenant du MEA (Malt Extract Agar) et mis à incuber pendant 4 jours dans une étuve réglée à 25°C. Dans ces conditions, les moisissures se sont développées ; l'appareil végétatif, qui permet leur croissance et leur développement, est visible sur les supports. Passé ce délai, chaque échantillon a été retiré de la boîte de Petri puis remis dans une boîte de Petri vide, refermée uniquement par son couvercle et disposée dans une salle à 20°C et 50% HR, afin de procéder au séchage naturel.

Dépoussiérage : Les coupons moisissés ont ensuite été dépoussiérés après une période de séchage différente, 3 jours, 1 mois, 2, 3 et 6 mois. Ce dépoussiérage a été effectué à l'aide d'un aspirateur à filtre absolu de norme HEPA (High efficiency particulate air Filter) de marque Nilfisk et la technique de dépoussiérage réalisée selon les recommandations des restaurateurs. L'efficacité du dépoussiérage est déterminée en comparant visuellement la contamination initiale à la deuxième remise en culture des échantillons suite au traitement. L'ampleur de cette contamination est évaluée grâce à une échelle de mesure établie :

- pas de germination.....	0
- nombre d'Unité Formant Colonie (UFC) compris entre 1 et 10.....	1
- nombre d'UFC compris entre 11 et 20.....	2
- surface entièrement couverte de moisissures.....	3

Afin de pouvoir comparer ce procédé avec un traitement de désinfection, pour chaque lot un échantillon est désinfecté à l'oxyde d'éthylène puis dépoussiéré (cf. tableau 1)

Par ailleurs, pour chaque lot dépoussiéré des témoins sont utilisés afin de réaliser deux types de photos : des photos numériques et des photos au microscope électronique à balayage

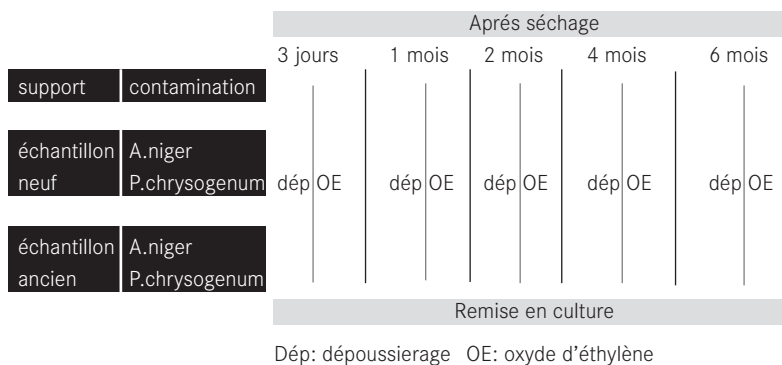


Tableau 1 : récapitulatif de la méthodologie

(MEB) ce qui permet de voir l'état des surfaces avant et après traitement.

Résultats :

Résultat du dépoussiérage

D'un point de vue pratique le dépoussiérage n'est pas aisé sur des moisissures en développement car le corps de la moisissure est encore présent sur les supports. Ce mycélium constitué d'hyphes ramifié contient entre ses parois des substances liquides qui sont libérées par écrasement lors du dépoussiérage. Elles se propagent alors, collant les spores sur les surfaces ce qui freine fortement leur aspiration. Ce problème diminue avec la durée de séchage, ainsi après 1 mois minimum, le dépoussiérage commence à être plus facile et au-delà de 4 mois il est beaucoup plus aisé, car le mycélium a disparu suite à l'assèchement des spores.

D'un point de vue esthétique, le dépoussiérage sur des moisissures fraîches tache tous les supports (cliché 2), notamment le papier et le textile, en raison de l'écrasement des hyphes sur le support libérant ainsi un liquide coloré. Au contraire, plus le séchage est long et moins les surfaces sont tachées. Par ailleurs, le dépoussiérage des supports moisiss par *Aspergillus niger* tache beaucoup plus que celui de *Penicillium chrysogenum*, cette différence est due aux pigments que produit cette espèce de moisissure.

Résultat des prises de vues

Ainsi, dans la première série de photos numériques, les moisissures en développement apparaissent filamenteuses, duveteuses, de plus elles sont humides au toucher (photo 1). Quant aux moisissures sèches, plus la durée de leur séchage est longue et plus elles apparaissent granuleuses.

L'utilisation du microscope électronique à balayage nous permet de constater que les surfaces des échantillons témoins (photos 3-4) sont propres. En revanche, sur les surfaces

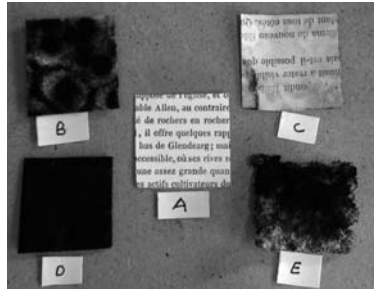


Photo 1 : Photographie numérique de surfaces moisies. A : Papier ancien témoin ; B : papier ancien contaminé J+7 ; C : papier ancien dépoussiéré J+1 mois ; D : papier Whatman dépoussiéré J+2 mois et remis en culture ; E Papier Whatman dépoussiéré J+4 mois et remis en culture

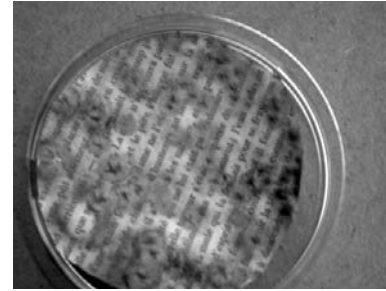


Photo 2 : Papier whatman contaminé et dépoussiéré

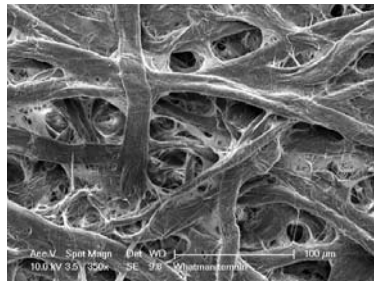


Photo 3 : Surface du papier Whatman témoin

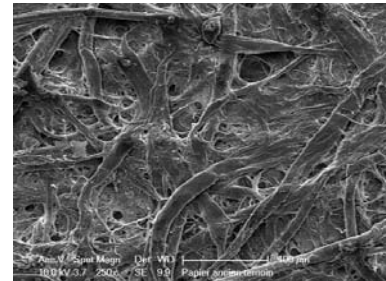


Photo 4 : Surface du papier ancien témoin

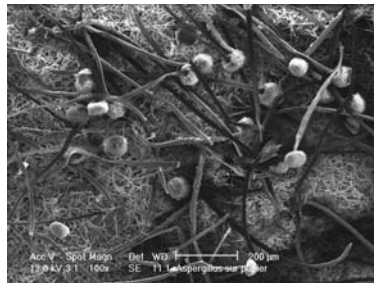


Photo 5 : Support papier contaminé par *Aspergillus niger*

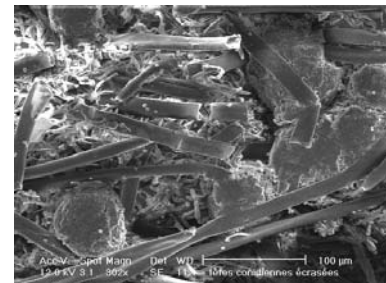


Photo 6 : Surface dépoussiérée après 3 jours de séchage

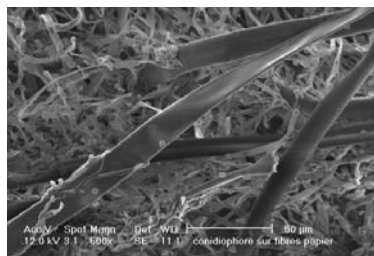


Photo 7 : Surface dépoussiérée après 1 mois de séchage

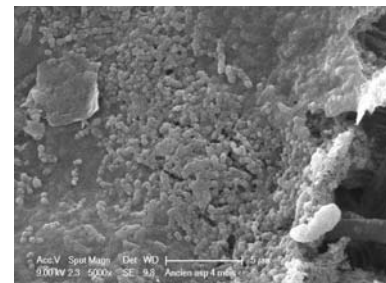


Photo 8 : Surface dépoussiérée après 4 mois de séchage



Support	Souche	Contamination origine	Après séchage									
			3 jours		1 mois		2 mois		4 mois		6 mois	
			dep	OE	dep	OE	dep	OE	dep	OE	dep	OE
Papier Whatman	A niger	1	3	0	3	0	3	0	2	0	2	0
	P.chryso-genum	1	3	0	3	0	3	0	2	0	2	0
Papier ancien	A niger	1	3	0	3	0	3	0	2	0	2	0
	P.chryso-genum	1	3	0	3	0	3	0	2	0	2	0

Dep= dépoussiérage

OE= Oxyde d'éthylène

Tableau 2 : résultats microbiologiques de la mise en culture des échantillons dépoussiérés

dépoussiérées neuves ou anciennes, une couche de spores se crée à la surface des papiers (clichés 5-8). Cette couche est composée de têtes conidiennes écrasées (cliché 6) et de spores. De plus, la composition de cette couche varie selon le délai de séchage. En effet, pour un séchage court elle est composée essentiellement de têtes conidiennes écrasées et pour des séchages plus longs, au-delà de 1 mois, elle est composée de spores agglomérées (cliché 8).

Résultats microbiologiques

Nous avons constaté une très nette augmentation de la contamination et un envahissement très rapide des surfaces quelle que soit la souche et quelles que soient la durée de séchage et la nature du support, neuf ou ancien (tableau 2). Par ailleurs, nous n'avons pas noté de différences sensibles entre l'efficacité du dépoussiérage des surfaces neuves et anciennes ni de différence entre les souches.

Les résultats de la remise en culture des échantillons après un traitement à l'oxyde d'éthylène sont négatifs, aucune moisissure ne s'est développée malgré la présence de spores à la surface ce qui valide le traitement de désinfection à l'oxyde d'éthylène.

Ainsi, un simple dépoussiérage des surfaces moisies ne permet pas de les décontaminer, au contraire il

contribue à un accroissement de la contamination par l'étalement des spores viables à la surface des échantillons

Interprétations - discussions

Les résultats obtenus nous permettent d'affirmer que le dépoussiérage augmente la contamination quand il est réalisé notamment sur des moisissures en développement. Ceci s'explique par l'humidité contenue dans le mycélium des moisissures qui permet aux spores d'adhérer aux surfaces et de ne pas être aspirées. De plus, les têtes conidiennes très fragiles dispersent très facilement les spores au moindre choc, frottement ou courant d'air. Il se crée ainsi une couche de spores viables sur toute la surface des supports comme le montrent les photographies au MEB. Ces spores viables sont en dormance et sont capables de germer si les conditions environnementales, l'humidité relative notamment, le permettent. La viabilité de ces spores reste identique quelle que soit la durée de séchage si aucun traitement de désinfection n'est réalisé. Ainsi, le dépoussiérage des supports moisies ne peut être réalisé sans une expertise préalable permettant de vérifier, par des analyses microbiologiques, la viabilité des spores de moisissures et de préconiser le traitement curatif adéquat.

Informations techniques

■ Analyse microbiologique de quatre colles d'amidon de blé

Tony Basset, Stéphane Mareynat (BnF), Stéphanie Rock (C2RMF)

Les colles utilisées par les restaurateurs pour leurs travaux sont souvent rapidement contaminées par des moisissures. L'objet de cette étude est de comparer 4 colles d'amidon de blé en poudre. Pour cela nous avons réalisé différentes analyses afin de définir la ou les origines des contaminants. Les résultats de cette étude serviront à définir au mieux un protocole de préparation afin de limiter l'apport de contaminants sur les œuvres restaurées.

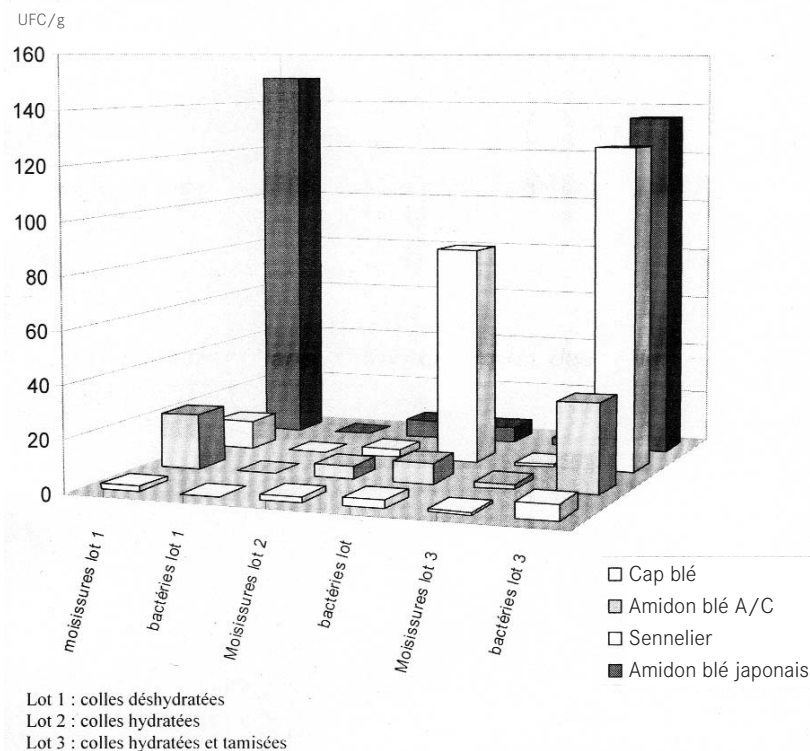
Les bilans microbiologiques des colles et des eaux:

Protocole expérimental

Cette étape consiste à révéler la ou les origines de la contamination fongique, pour cela nous avons analysé les colles à différents stades de leur fabrication. Ainsi, nous avons analysé les colles déshydratées, les colles hydratées, et les colles hydratées et tamisées. Toutes sont préparées à partir de poudre selon le protocole utilisé par les restaurateurs: la concentration (1 volume de poudre pour 3 volumes d'eau), la température (70°C environ) et le temps de chauffage (10 min) ont été respectés. L'équivalent de 1 g de chaque colle déshydratée est ensemencé sur 3 types de milieu de culture: un milieu généraliste MEA (Malt Extract Agar) et deux milieux sélectifs, DRBC (Dichloran Rose Bengale Chloramphenicol) et DG18 (Dichloran Glycol). Ces analyses sont réalisées 4 fois pour chaque colle et pour tous les stades de préparation. Après 3 jours d'incubation à 25 °C, le dénombrement des colonies est réalisé.

Résultats des bilans microbiologiques des colles

Parallèlement, nous avons comparé dans l'étude l'influence de l'eau osmosée et celle de l'eau courante. Pour cela, nous avons filtré 50 ml de chaque eau à travers une membrane que nous avons déposée sur différents milieux



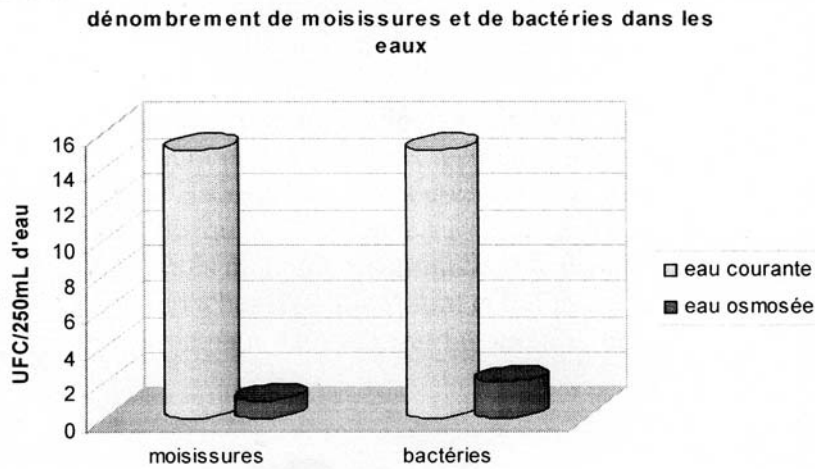
de culture. Après trois jours d'incubation le nombre de colonies développées est compté

Interprétation : Ces résultats nous permettent de constater que toutes les colles déshydratées sont contaminées et que cette contamination originelle est très différente d'une colle à l'autre. Ainsi, la colle la moins contaminée est la colle Cap blé et la plus contaminée est la colle Shoufu (amidon blé japonais).

Par la suite nous constatons que l'hydratation des colles diminue très nettement le nombre de contaminants tout en gardant la variabilité d'une colle à l'autre. De plus, nous constatons la présence de nouveaux contaminants: des bactéries dans ces colles préparées dont le nombre augmente avec le tamisage. Ces contaminants résultent soit d'une contamination humaine soit d'une contamination par le matériel et par l'eau.

Identification des moisissures

Les différentes moisissures développées lors de ces analyses ont fait l'objet d'une identification au microscope optique sur des critères macroscopiques et microscopiques. Ainsi, les souches identifiées en majorité sont des *Aspergillus* sp et notamment *Aspergillus niger* et *versicolor*, des *Penicillium* comme *Penicillium chrysogenum* et *restrictus*. Nous avons aussi noté la présence de *Chaetomium globosum*, et de *Cladosporium* sp et d'*Epicoccum* sp. Toute cette flore fongique mise en évidence correspond à celle qui se développe sur les céréales avant la récolte. La flore dite des champs se retrouve donc après mouture des grains de blé dans les amidons déshydratés. Or, nous notons que la majorité des souches identifiées sont cellulolytiques: ces moisissures trouvent si elles se développent sur le papier un substrat favorable à leur croissance.



Bilan microbiologique des eaux

Interprétation : Les résultats mettent en évidence deux types de contamination pour chaque type d'eau dans des proportions non similaires. Ainsi, l'eau courante comporte des moisissures et des bactéries en proportion bien supérieure à l'eau osmosée. Or si l'eau osmosée est utilisée pour la préparation de la colle, l'eau courante, elle, est utilisée pour le nettoyage du matériel (casserole, tamis etc). Ainsi, les bactéries présentes après l'hydratation des colles proviennent probablement de la contamination des eaux.

quotidiennement en petite quantité et le séchage des supports encollés doit être réalisé dans de bonnes conditions afin de limiter la germination des spores de moisissures.

Conclusion

À la lumière de ces résultats, nous pouvons conclure que toutes les colles déshydratées sont contaminées ; à cette contamination originelle s'ajoute une contamination secondaire bactérienne issue de l'eau et du matériel contaminés utilisés lors de la préparation. De plus, nous pouvons affirmer que la méthode de préparation a une influence sur la contamination biologique des colles préparées, notamment le chauffage qui permet de réduire la contamination fongique ainsi que l'utilisation d'eau osmosée et de matériel propre qui permettent de limiter l'apport de contaminants. Ainsi, face au risque d'une contamination fongique due à des moisissures cellulolytiques, les colles doivent être préparées

■ Congrès international de l'FLA 2007 : le satellite meeting on Mould, integrated pest management and dust in collections : 15-16 août 2007, Durban

Philippe Vallas (BnF/ département de la Conservation)

Le satellite meeting organisé à Durban les 15 et 16 août, en préliminaire au congrès international de l'IFLA, par Johann Maree, conservateur à la bibliothèque universitaire de Cape Town et membre associé de la section Préservation et conservation, abordait des domaines dans lesquels la BnF est particulièrement active grâce au laboratoire du DSC, et Johann m'avait proposé d'y effectuer une intervention. J'ai accepté d'autant plus volontiers que le programme rassemblait trois intervenants très connus dans ces spécialités : Helen Lloyd (National Trust, Royaume-Uni), David Pinner (un fameux entomologiste britannique) et Diane Vogt-O'Connor (responsable de la conservation à la Library of Congress).

Le colloque a rassemblé près de 60 personnes, provenant en majorité des bibliothèques, archives et musées d'Afrique du Sud. Plusieurs membres de la section Préservation et conservation y assistaient, dont la Présidente en titre Nancy Gwinn et son successeur désigné Per Cullhed, ainsi que Christiane Barylà du programme PAC.

Les 3 ateliers successifs ont été d'un très bon niveau scientifique, et formatifs même pour des spécialistes :

- Helen Lloyd, qui traitait la problématique de la poussière au travers des activités et de la longue expérience du National Trust (fondation britannique qui grâce à des dons et à des milliers de volontaires formés entretient des centaines de demeures historiques, musées et bibliothèques privées du Royaume-Uni), a produit un exposé particulièrement original et intéressant sur les sources et la distribution de la poussière dans les locaux recevant des visiteurs, sur la perception qu'en ont ceux-ci, sur le phénomène de cémentation qui la fait coller aux objets, sur les techniques qui

permettent de mesurer l'empoussièremment, et enfin sur les politiques de dépoussièrage possibles et leurs implications économiques. Même si les exemples étaient généralement pris dans des musées ou demeures historiques, de nombreux conseils pratiques pouvaient s'appliquer aux bibliothèques (pare-poussière sur les rayonnages notamment).

- David Pinner a développé un exposé classique mais très complet sur les différentes espèces d'insectes susceptibles d'endommager les collections, et sur leurs caractéristiques communes qui permettent d'élaborer une stratégie pour éviter leur apparition ou les éliminer. Il l'a complété par des exercices pratiques très formatifs d'identification des espèces à partir des dommages causés sur des échantillons de bois, textile ou papier.
- Diane Vogt-O'Connor, qui traitait la question des moisissures, a réalisé une intervention très détaillée et percutante, relevée d'une bonne dose d'humour. Comme chez Pinner, on y relevait logiquement l'importance fondamentale à accorder à la prévention, basée dans les deux cas sur le contrôle thermohygrométrique, un nettoyage soigneux des documents et des locaux, et l'entretien des bâtiments. D'autres traits étaient plus typiquement anglo-saxons, comme une très grande prudence vis-à-vis des interventions curatives utilisant des produits chimiques, la primauté marquée donnée à la santé et au bien-être des équipes, et le souci constant du discours extérieur à tenir au public et aux autorités de tutelle.

Les trois exposés finaux étaient de courts témoignages de problèmes d'infestation rencontrés par divers établissements et des politiques menées pour y faire face. C'est dans ce cadre que j'ai pu présenter en anglais, en 30

mn environ, la situation actuelle à la BnF en matière d'empoussièremment et d'infestations, et les actions menées par le département de la Conservation et son laboratoire dans ces domaines. J'ai pu mesurer à cette occasion l'incompréhension et l'opposition traditionnelles des anglo-saxons à l'usage de l'oxyde d'éthylène qui persiste en France.

compte-rendu de colloque

■ Mission à la BNU du Kosovo du 24 au 27 avril 2007

Jean-Yves Sarazin (BnF/département de la Conservation, service restauration)

Contexte

En juillet 2006, M. Sali Bashota, directeur de la BNU du Kosovo, a effectué une visite de deux jours à la Bibliothèque nationale de France, au cours de laquelle il a pu durant une matinée découvrir et comprendre le fonctionnement des services de conservation et de restauration notamment à Richelieu. Dans une lettre adressée à la directrice générale de la BnF, il demandait qu'un responsable des questions de conservation et de restauration vint à Prishtina afin de réaliser une expertise des besoins.

Parcours

Pendant deux jours et demi, j'ai pu effectuer cette mission avec l'aide précieuse de M. Rama Vata, professeur de chimie et interprète français/albanais. La journée du mercredi 25 avril a été consacrée à différentes visites : services et installations de la Bibliothèque nationale et universitaire du Kosovo (environ 100 employés) ; archives nationales du Kosovo et atelier de restauration ; musée de Prishtina et atelier de restauration des céramiques et du bois. La journée du jeudi 26 avril a été partagée en deux parties : le matin, j'ai été invité à donner une conférence de deux heures et demie sur les enjeux d'une politique globale de conservation dans un établissement patrimonial ; l'après-midi, j'ai analysé les traitements effectués par les deux restauratrices du département des collections spéciales. Pour la matinée du vendredi 27 avril, M. Bashota a organisé une réunion restreinte avec le responsable des affaires financières qui m'a permis de faire un premier bilan de mes observations.

Situation

La situation sanitaire est stable : aucun dégât des eaux, aucun choc thermique, climatisation des magasins situés en sous-sol ; en revanche, absence de

mesure de l'atmosphère. Les magasins sont saturés, mais on ne remarque aucun encombrement dans les travées des épis métalliques. Peu de chercheurs consultent les collections anciennes ou spéciales (manuscrits arabes, cartes et plans, photographies) qui ne sont que très rarement communiquées, a contrario les collections de livres et de journaux modernes des XIX^e et XX^e siècles forment le socle des communications aux étudiants. Le personnel de magasinage et l'encadrement - constitué d'universitaires sans formation bibliothéconomique initiale - n'ont pas ou très peu de connaissances sur les questions de conservation préventive et de restauration. Aucune opération de dépoussiérage, de conditionnement ou de récolement n'a été entreprise. À l'heure actuelle, ces activités ne sont pas non plus réalisables du fait de l'absence de budget, mais aussi de personnels et de prestataires qualifiés. Ce sont des sujets neufs - trois ans à peine de recul selon le directeur - et les professionnels sont en attente de propositions et fort attentifs aux idées développées en Europe occidentale. Pour mémoire, la province du Kosovo a un budget contrôlé par les Nations Unies de 720 millions d'euros pour deux millions d'habitants ; un professeur d'université, doctorant, a un salaire mensuel de 500 euros, un restaurateur de 180 euros, un magasinier de 100 euros.

Conférence

Ma conférence s'est tenue devant une soixantaine de personnes, professionnels des bibliothèques et des archives de la province, elle a donné lieu à deux articles dans la presse kosovare respectivement dans *Iliria Post* et *Zëri*.

Les points suivants ont été abordés :

1. les actions de prévention, dans les salles de lecture et dans les magasins ;

2. la conservation préventive : dépoussiérage, mesures de l'atmosphère (présentation d'un thermo-hygromètre) et conditionnement des collections avec une démonstration des types de boîtes et de pochettes en usage à la BnF

3. le recensement des documents dégradés pour établir l'état sanitaire ;

4. la restauration : quand ? comment ? pourquoi ? avec un extrait du diaporama 2006 réalisé à partir des documents traités par le service de la restauration Richelieu, projeté sur grand écran.

Durant deux nuits entières, un thermo-hygromètre a été disposé par séquence de douze heures sur deux niveaux de magasins installés en sous-sol et climatisés. Rappelons-le, aucun système ne régule l'atmosphère. Les données relevées toutes les cinq minutes ont été imprimées et communiquées au directeur de la BNUK.

Et après, poursuite de la coopération

M. Bashota souhaite que soit mise en place une coopération internationale entre la France et le Kosovo par l'intermédiaire d'organismes de développement.

Comment envisager cette coopération internationale ? Sont à envisager :

- des formations, soit sur place, soit à Paris ;

- des propositions de matériels : il faudrait convaincre les dirigeants des établissements français de donner certains matériels peu sophistiqués, par exemple pour la restauration (presses métalliques, appareils de prises de vue en argentique). Car, dans ce domaine, nul n'est besoin de beaucoup de matériel, la formation aux gestes étant primordiale ;

- Une autre proposition serait de mettre en place un processus de traduction des meilleurs textes sur les sujets que nous avons aborder



ensemble : textes sur les dégradations biologiques, sur les processus de restauration de conditionnement, ou encore d'établir un lexique de termes spécialisés en français, anglais et albanais.

Deux sortes de formation ont pu se tenir cette année. Bernard Gallois, restaurateur du centre de Sablé s'est rendu en juin au Kosovo, afin d'apporter un sérieux complément aux quatre restauratrices (deux de la BNUK et deux des archives nationales), qui possèdent déjà une base : réparations au papier japonais, couture simple, comblement de lacunes, doublage à chaud, connaissance sur la désinfection et la désacidification. Deux journées et demie ont été consacrées à la réalisation de petites réparations sur cuir ou sur papier. La bibliothèque ne possède ni texte, ni reliure sur parchemin.

Enfin, Mme Bedrije Mekolli, restauratrice, a effectué un stage de trois mois de septembre à novembre, pour un tiers dans les ateliers de Tolbiac, pour un tiers dans ceux de Richelieu, et encore en dernière partie dans l'atelier des grands formats du département des cartes et plans pour aborder la question de l'entoilage sur fond tendu. La direction de la BNUK a mobilisé des moyens financiers pour sa réalisation, soit environ 10 000 euros. Ce stage a permis en priorité d'explorer les techniques de restauration et de reliure des manuscrits orientaux, seuls détenus en grand nombre à la BNUK, et de familiariser la restauratrice aux questions de traitements chimiques. Il n'a pas été possible de réaliser un lexique en trois langues (français, anglais, albanais) à partir de celui qui est en usage dans le service et qui a été utilisé avec les stagiaires irakiens durant le premier semestre 2006.

■ Compte-rendu du séminaire de mycologie prévisionnelle, 24 avril 2007, BnF

Tony Basset, (BnF, laboratoire)

Ce séminaire, issu de la collaboration entre Malala Rakotonirainy, microbiologiste au CRCC, et Tony Basset, microbiologiste du laboratoire de la Bibliothèque nationale de France, est la synthèse scientifique de l'avancée des recherches sur le thème des contaminations fongiques dans le domaine patrimonial.

Il a été conçu et articulé autour de trois interventions déterminantes :

- Gestion du risque de contamination fongique des documents graphiques, la prévention et ses limites, par Brigitte Leclerc et Caroline Laffont du laboratoire de la BnF
- la contamination fongique dans les monuments historiques, par Geneviève Oriol du Laboratoire de recherche des monuments historiques
- la mycologie prévisionnelle, par Philippe Dantigny du Laboratoire de génie des procédés microbiologiques et alimentaires.

I/Gestion du risque de contamination fongique, la prévention et ses limites (Brigitte Leclerc, Caroline Laffont, BnF)

Contexte historique

La mission de la Bibliothèque nationale de France est de collecter toutes les publications françaises, de les faire connaître, de les valoriser et de les conserver pour les générations futures. Ces documents graphiques sont particulièrement sensibles aux dégradations fongiques car ils sont hygroscopiques et sont composés de matériaux organiques qui peuvent être utilisés par les moisissures comme source nutritive. Sur ce genre de support, le développement fongique est ainsi favorisé et les conséquences en sont très graves :
- dégradation physique pouvant aller jusqu'à la perte irrémédiable de tout ou partie des informations.
- altérations inesthétiques.

Ainsi, tant en raison du volume important de ses collections que de leur richesse, la Bibliothèque nationale de France a été amenée à mettre en place une politique préventive, prenant en compte la globalité des collections, ainsi que des traitements de masse adaptés.

Parallèlement, dans les années 80, la déontologie de la conservation des œuvres patrimoniales a évolué dans deux directions : d'une part vers une réduction des traitements chimiques systématiques, qui pouvaient avoir éventuellement des effets néfastes sur les matériaux, et d'autre part vers une politique de restauration des œuvres la moins interventionniste possible.

Aussi, au début des années 80, face à cette problématique et devant l'augmentation des contaminations microbiologiques, la BnF s'est-elle orientée vers une politique préventive et non plus exclusivement curative.

La création du laboratoire de recherche s'est donc inscrite dans une démarche « qualité », elle-même intégrée à la politique de conservation préventive.

Gestion du risque

Afin d'appréhender au mieux le problème des contaminations fongiques, le laboratoire a mis en place un système d'évaluation et de contrôle à multiples paramètres (collections, bâtiments, environnement climatique, microbiologique), permettant de maîtriser le risque fongique en élaborant des prescriptions ainsi que des procédures d'entretien.

Une bonne évaluation du risque est fondée sur 4 paramètres :

- L'amélioration des connaissances des collections conservées dans les locaux (documents écrits et graphiques, estampes, costumes, etc.), afin d'en maîtriser toutes les caractéristiques et d'y adapter les conditions de conservation.

- L'approfondissement des connaissances du niveau général de la contamination, par la mise en place d'une surveillance microbiologique des collections, couplée à une surveillance microbiologique des surfaces et de l'air. Ces contrôles réguliers permettent de mettre en évidence rapidement tout changement dans ce domaine .

- Une meilleure appréhension de l'environnement des collections par la mise en place d'une surveillance climatique des magasins, afin de détecter tout incident climatique et de pouvoir intervenir le plus tôt possible.

- La fiabilité de la connaissance de l'état du bâtiment est primordiale dans l'évaluation du risque. Il est en effet nécessaire de connaître les zones à risques pouvant exercer une action néfaste à la bonne conservation des collections, comme par exemple, le passage de canalisations, de siphons, le cheminement des chéneaux d'eau pluviale, la localisation des équipements techniques (CTA, humidificateur), les fenêtres, les portes, les zones de travaux...

Cette évaluation fiabilise la mise en place de procédures permettant de maîtriser les risques.

Ainsi le laboratoire peut intervenir comme conseiller dans le choix des matériaux, par exemple : les revêtements de surface qui ne doivent pas générer de poussière comme le béton ou retenir les poussières comme les moquettes... On conseillera plutôt des sols avec revêtement plastique facilement nettoyable.

Le laboratoire pourra intervenir aussi quant au choix des équipements techniques : les points de consigne des CTA, le choix des filtres, des méthodes de nettoyage des filtres et des gaines, etc... Le laboratoire participe également à l'élaboration des procédures de nettoyage des locaux et des collections, lors de l'entrée de certains

fonds (dons, legs), qui feront l'objet d'une mise en quarantaine et d'un contrôle sanitaire systématique afin d'éviter toute contamination.

La connaissance des conditions climatiques requises permet au laboratoire d'intervenir très rapidement en cas de fluctuation environnementale.

De même, le suivi microbiologique des collections et de l'air des magasins permet d'intervenir avant que le seuil d'alerte (25 UFC/m³) ne soit atteint.

Évolution

Cette gestion du risque et la mise en place de la politique de conservation préventive ont permis, au fil des années, de diminuer sensiblement le nombre d'infestations et surtout l'ampleur des contaminations.

Cependant, il existe toujours des cas où, malgré la prévention et le contrôle climatique, des contaminations sont à déplorer.

De même, le laboratoire de la BnF ne s'explique pas la différence de vulnérabilité de certains matériaux vis-à-vis des moisissures selon les régions...

Ainsi, il ne peut que constater que certaines régions comme la Guyane (où l'humidité relative dépasse parfois 80%), ne semblent pas sujettes à des taux de contamination alarmants, alors qu'il a dû constater ailleurs des cas d'infestations fortes, malgré des conditions climatiques conformes aux normes (HR=55%).

C'est pourquoi une meilleure connaissance des facteurs déclenchant la germination des spores, et de leurs interactions sera nécessaire pour progresser dans l'anticipation des développements fongiques. De même, mieux connaître les influences des propriétés physico-chimiques des matériaux, des stress climatiques sur la cinétique de germination des spores, permettra de mettre au point des indicateurs précis quant à la germination des spores et au développement des moisissures.

La contamination fongique dans les monuments historiques

(Geneviève Oriol, Laboratoire de

Recherche des Monuments Historiques)

Contexte

Le laboratoire de microbiologie du LRMH a une approche différente. En effet, la difficulté du laboratoire du LRMH est de :

- travailler sur un grand nombre de monuments historiques, éclatés sur tout le territoire français,
- gérer des micro-organismes très nombreux, tels que les algues, les bactéries, les lichens, les moisissures, etc.
- être confronté à une multitude de supports susceptibles d'être contaminés.

Ainsi, les recommandations d'usage, comme le contrôle climatique, le contrôle du taux d'empoussièrément, la mise en place d'une approche préventive, ne peuvent être généralisées à tous ces monuments.

Dès lors, le Laboratoire intervient dans la majorité des cas pour identifier le ou les contaminants et évaluer l'ampleur de la contamination afin de préconiser un traitement curatif adéquat. Ce traitement curatif est selon le cas et le degré de la contamination :

- un dépoussiérage mécanique des surfaces afin d'enlever les moisissures en développement et de stopper leur prolifération
- un traitement curatif chimique de l'air, couplé à un traitement des surfaces.

Gestion du risque

Il existe deux types de contamination :

- la contamination accidentelle (une inondation due à la maîtrise d'un incendie, à des modifications apportées par l'homme dans le bâtiment comme un nouvel aménagement des surfaces, la mise en place du chauffage, etc.).
- la contamination latente (généralement dans le cas d'un édifice confiné, d'un empoussièrément élevé, etc.).

Trois exemples viennent illustrer ces propos :

- La contamination du Parlement de Rennes :

Pour éteindre un incendie déclaré dans cet édifice, les pompiers ont uti-

lisé des tonnes d'eau tirées de la Vilaine. La quantité et la qualité de l'eau utilisée, couplées à une mauvaise coordination des équipes techniques, ont contribué à un développement microbiologique généralisé en 8 jours. Un traitement long et coûteux a permis d'éradiquer cette prolifération. Pour cela plusieurs types de traitement ont été mis en place : traitement des boiseries, de l'atmosphère et des surfaces, soit par application directe de produit désinfectant soit par thermonebulisation.

- La contamination du musée de la dentelle de Calais :

Après le départ à la retraite du responsable technique, la maintenance des déshumidificateurs a été arrêtée. De ce fait, en quelques mois des moisissures se sont développées sur l'ensemble des collections.

Là encore, des traitements longs ont permis d'éradiquer cette contamination.

- La contamination de la grotte de Lascaux :

Cette grotte après sa découverte a fait l'objet de visites intensives de la part du public. Dès lors, le fragile équilibre de cet écosystème a été perturbé par des apports de contaminants, de vapeur d'eau, de lumière, qui ont favorisé le développement de micro-organismes sur les parois.

La grotte fut alors fermée au public en 1966, afin de permettre les traitements curatifs nécessaires et de préserver ce site.

Des traitements curatifs au formaldéhyde couplés à une régulation des conditions climatiques ont permis d'éradiquer la contamination.

Or, 40 ans après, le changement des appareils de régulation des conditions climatiques a perturbé encore une fois l'équilibre du site conduisant cette fois à un développement microbiologique sur les parois.

Cette contamination est toujours en cours de traitement.

Évolution

Ces différents exemples montrent

bien l'ampleur des difficultés que doit affronter l'équipe du LRMH, afin de protéger les monuments des méfaits des microorganismes. Leur intervention s'inscrit, par la force des choses, dans une approche plus curative que préventive.

Cependant, afin d'intervenir le plus en amont possible, le LRMH a mis au point un système de « nez renifleur » capable de détecter certaines molécules émises par les moisissures (COVM : composés organiques volatiles microbiens), appareil qui permettra de détecter précocement les zones contaminées et donc de réagir le plus rapidement possible afin d'éviter une contamination généralisée.

La mycologie prévisionnelle

(Philippe Dantigny, laboratoire de génie des procédés microbiologiques et alimentaires)

État des connaissances

La mycologie prévisionnelle étudie l'influence des facteurs de l'environnement sur la cinétique de développement des moisissures en tenant compte de leurs spécificités. Ces études utilisent des outils mathématiques établis pour la microbiologie prévisionnelle développée pour les bactéries. Malgré la complexité des phénomènes biologiques, ils peuvent être modélisés par des lois simples.

Afin d'établir de tels modèles, il faut prendre en compte les spécificités des moisissures. Par exemple, elles se propagent par le biais de spores, petites sphères déshydratées, légères, qui sont produites en grande quantité par les moisissures. Ces spores sont véhiculées par l'air et elles se sédimentent sur tous les supports. Dans des conditions favorables, les spores germent et se développent sur le support contaminé en le dégradant. La croissance des moisissures implique la germination et l'extension des hyphes formant finalement le mycélium c'est-à-dire le corps de la moisissure. Nous pouvons considérer que la germination est le stade crucial qu'il faut absolument éviter, les spores sortent de l'état végétatif, de dormance pour avoir une activité biologique. Or, quels sont les facteurs qui influencent la germination ?

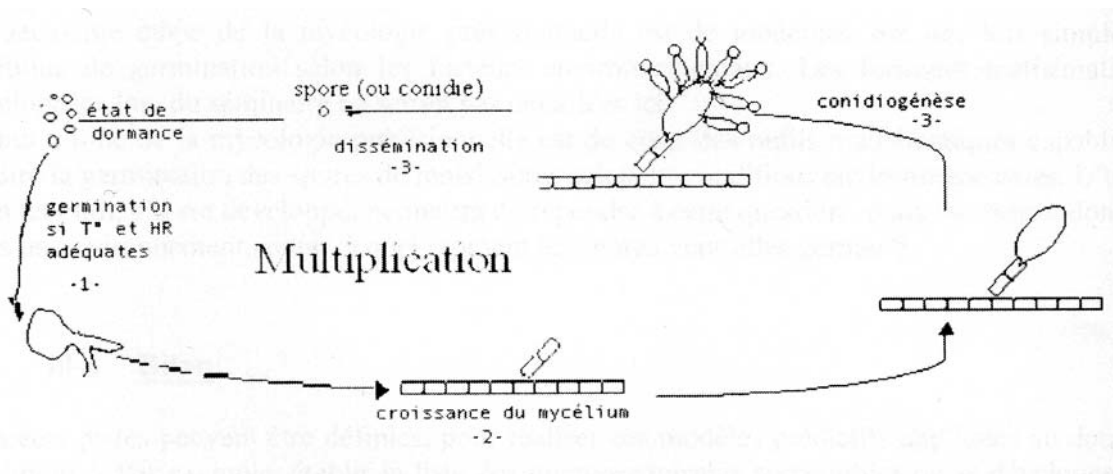
Malheureusement, peu d'études répondent à cette question, peu de travaux ont été réalisés sur la cinétique de germination des spores ou sur l'influence des paramètres environnementaux, par exemple la température, l'humidité relative, le PH, etc. La mycologie prévisionnelle, science nouvelle, travaille sur cet objectif notamment pour le secteur de l'agroalimentaire.

Les facteurs influençant le développement fongique

Il a pu être établi que selon les conditions environnementales la croissance des moisissures est plus ou moins rapide. Le taux de croissance le plus élevé est obtenu quand tous les facteurs de l'environnement sont à leur niveau le plus favorable.

Or, il y a beaucoup de facteurs qui peuvent limiter le développement fongique : par exemple le support qui peut contenir des inhibiteurs, les facteurs internes aux supports comme le pH et les facteurs externes comme l'activité de l'eau, la température.

L'interaction entre différents organismes qui se développent sur le même support peut affecter le métabolisme des moisissures. Par exemple il peut y avoir des phénomènes de compétition pour le substrat limitant ainsi la croissance, mais aussi des phénomènes de synergie : un organisme peut se développer seulement si un autre organisme est présent. L'état physiologique des spores peut aussi avoir une incidence sur la cinétique de germination ainsi : le stress subi par les spores, l'âge des spores, les conditions de production des spores sont aussi des facteurs à prendre en compte.





Les modèles

La première étape de la mycologie prévisionnelle est de déterminer les facteurs principaux au moyen d'études simples. Ainsi, il a été possible de déterminer que l'activité de l'eau est le facteur principal à prendre en compte pour contrôler la croissance des moisissures ; d'autres facteurs interviennent comme la température mais dans une moindre mesure. De même, pour le PH, il a été montré qu'il n'avait aucun effet significatif sur la germination de spores !

Il faut ajouter à cela, l'action réciproque de deux facteurs ; par exemple il a été démontré une synergie entre l'humidité et la température.

La deuxième étape de la mycologie prévisionnelle est de modéliser par des lois simples la cinétique de germination selon les facteurs environnementaux. Les formules mathématiques développées lors du séminaire ne seront pas détaillées ici.

Le but ultime de la mycologie prévisionnelle est de créer des outils mathématiques capables de prédire la germination des spores de moisissures selon les conditions environnementales. L'usage d'un tel outil, s'il est développé, permettra de répondre à cette question : dans un endroit donné et dans un environnement connu, à quel moment les spores vont-elles germer ?

peuvent être mis en place afin d'éviter le développement fongique sur les ouvrages, comme le contrôle de l'humidité relative dans les magasins de stockage, l'humidité étant le premier facteur déclenchant la germination des spores de moisissures. La température doit aussi être contrôlée afin d'éviter des phénomènes de condensation augmentant de fait l'humidité relative ; de même la ventilation limite ces phénomènes de condensation. Il faut également tenir compte du niveau d'empoussièrement des collections et des magasins. Car les spores qui sont véhiculées par l'air se sédimentent sur tous les supports ; ainsi, en diminuant la poussière, on diminue le nombre de spores viables susceptibles de germer à la moindre variation climatique.

Bilan

Plusieurs pistes peuvent être définies, pour réaliser ces modèles prédictifs appliqués au domaine patrimonial. Par exemple, établir la liste des microorganismes susceptibles de se développer sur les supports (cuir, papier, parchemin, etc), rechercher leurs caractéristiques physiologiques ainsi que les caractéristiques physiques des supports. À partir de ce constat, établir des modèles simples permettant de connaître l'influence des facteurs environnementaux sur des spores déposées sur ces différents substrats.

En attendant les résultats de ces recherches des moyens simples

sélection d'articles

renseignements : conservation@bnf.fr

Conservation : institutions

BIOLETTI, Susie. Collection preservation at Trinity College Library Dublin. In : *NPO e-journal*, March 2007, n°5, 2 p.

MOGNETTI, Elizabeth. Le centre interrégional de conservation restauration de Marseille (CICRP) présentation du centre, restauration des peintures de très grands formats. In : *Coré*, déc. 2006, n° 17, p. 59-63.

RUTHERSTON, Jane. Book conservation at the Victoria & Albert Museum. In : *The New bookbinder*, 2006, vol. 26, p. 21-23.

SHENTON, Helen. The British Library Centre of Conservation. In : *International preservation news : a newsletter of the IFLA Core programme on Preservation and Conservation*, July 2007, n° 41, p. 29-28.

Conservation Préventive

L'archivage sur CD-R : acquérir, graver, contrôler, conserver. Paris : Eyrolles, 2006. 93 p. [Isbn 2-212-11799-X](https://www.isbn-international.org/view/title/2-212-11799-X)

La conservation en trois dimensions : catastrophes, expositions, numérisation : actes du symposium international, Paris, 8-10 mars 2006 = Proceedings [...] / organisé par la BnF avec la collaboration de l'IFLA, Paris, 8-10 mars 2006 ; C. Koch. Paris : BnF, 2007. (International Preservation News ; 7). Disponible sur l'URL : <http://www.ifla.org/VI/4/news/ipi7-en.pdf>

IFLA. *Prévention des catastrophes et plans d'urgence = Disaster preparedness [...]* / by John McIlwaine under the direction of Marie-Thérèse Varlamoff, traduit par Corine Koch. Paris : IFLA. PAC, 2006. 84 p. (International preservation issues ; 6) [Isbn 2-912743-04-4](https://www.isbn-international.org/view/title/2-912743-04-4)

INRIA. *Pérenniser le document numérique : Séminaire Inria, 2-6 oct. 2006*, Amboise / ouvrage coordonné par Lisette Calderan, Bernard Hidoine et Jacques Millet. Paris : ADSB, 2006. 206 p. [Isbn 2-8465-087-9](https://www.isbn-international.org/view/title/2-8465-087-9)

Manuel du patrimoine en bibliothèque / dirigé par Raphaële Mouren et al. Paris : Le Cercle de la librairie, 2007. 416 p. [Isbn 978-2-7654-0949-6](https://www.isbn-international.org/view/title/978-2-7654-0949-6)

Maintenance des collections :

Marquage des documents

DUBUS, Michel, Le Sant, Véronique, Ramaz, Marianne. Un protocole pour la qualification de produits de marquage d'identification applicables aux œuvres d'art. In : *Support Tracé*, 2006, n° 6, p. 58-66.

FOSSARD, Jean-Loup. Les étiquettes d'identification électronique : code-barres, RFID, anti-vol. URL : <http://arsag.org/manifestations/Marquage.doc>

Le marquage des documents : [compte-rendu de la journée d'étude de l'ARSAG du 6 avril 2006, Grande Galerie, Muséum]. In : *Support tracé*, 2006, n° 6, p. 96-104.

Contenant

JACKSON, Rab. Computerised boxmaking at the National Library of Scotland. In : *NPO e-journal*, March 2007 n° 5, [2] p. URL : <http://www.bl.uk/services/npo/journal/5/box.html>

SCHEPER, Karin. Simple and adequate conservation covers : some thoughts on classical conservation bindings and four flap folders. In : *PapierRestaurierung*, 2007, vol. 8, n°1, p. 30-35.

Environnement

GRZYWACZ, Cecily M. *Monitoring for gaseous pollutants in museum environments*. Marina del Rey : The Getty Conservation Institute, 2006. 160 p. (Tools for conservation) [Isbn 0-89236-851-9](https://www.isbn-international.org/view/title/0-89236-851-9)

The National Trust. *Manual of housekeeping : the care of collections in historic houses open to the public*. Amsterdam : Elsevier, 2006. 941 p. [Isbn 0750655291](https://www.isbn-international.org/view/title/0750655291)

NGUYEN, Thi-Phuong, DUBUS, Michel, SAHEB, Mandana. Étude de la qualité de l'air dans les magasins de la Bibliothèque nationale de France. In : *Support Tracé*, 2006, n° 6, p. p. 48-57.

Connaissance des matériaux

OCIM. *Annuaire des fournisseurs de musées*. Dijon : Ocim, 2007. 186 p. Url : <http://www.ocim.fr>

PEREGO, F. *Dictionnaire des matériaux de peinture*. Paris : Belin, 2006. 895 p. [Isbn 2-7011-2135-3](https://www.isbn-international.org/view/title/2-7011-2135-3)

Encre métallologique

CSEFALVAYOVA, Linda et al. The influence of Iron Gall Ink on Paper Ageing. In : *Restaurator*, 2007, vol. 28, n°2, p. 129-139.

HAVLINOVA, B. et al. The conservation of historical documents carrying iron gall ink by antioxidants, In : *Restaurator*, 2007, vol. 28, n°2, p.112-128.

HUSHMANN, Enke ; Hähner, Ulrike. Technical note : Application of the Non Woven Viscose Fabric Paraprint OL 60 for Float Screen Washing of Documents Damaged by Iron Gall Ink Corrosion. In : *Restaurator*, 2007, vol. 28, n°21, p. 140-151.

KECSKEMETI, Istvan. 20th century Industrial Iron Gall Inks : identification form. In : *Restaurator*, vol. 28, n° 1, p.19-26.



The Ink Corrosion Website.

URL : <http://www.knaw.nl/ECPA/ink/index.html>

Photographie

LAVÉDRINE, Bertrand. *(Re)Connaître et conserver les photographies anciennes* / Bertrand Lavédrine ; avec la collaboration de Jean-Paul Gandolfo et de Sibylle Monod. Paris : Ed. du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2007. 345 p. Isbn 978-2-7355-0632-3

JOCHUMSEN, Ina, Schneller, Regina ; Paraki, Andrea et al. Développement d'une technique de consolidation d'épreuves argentiques à la gélatine endommagées par l'eau et les moisissures. In : *Support tracé*, 2006, n° 6, p. 67-71.

QUINTRIC, Gaël. Conservation restauration des photographies en couleurs à développement chromogène : étude de la réactivité des colorants azométhiniques aux solvants. In : *Support tracé*, 2006, n° 6, p. 72-77.

Papier

Ageing and stabilisation of paper / ed. by Matija Strlic ; J. Kolar. Ljubljana : National and university library, 2005. 211 p. Isbn 961-6551-03-5

HAN, Yoon-Hee et al. Traditional papermaking techniques revealed by Fibre orientation in historical papers. In : *Studies in conservation*, 2006, n° 51, n°4, p. 267-276.

MASUDA, Katsuhiko. Reflections on the spread of Japanese paper and conservation techniques. In : *The Paper conservator*, 2006, n° 30, p. 7-10.

WEBBER, Pauline. East and West : a unified approach to paper conservation. In : *The Paper conservator*, 2006, n° 30, p. 43-64.

Bases de données en ligne

BCIN : *Base de données bibliographiques du Réseau d'information sur la conservation*

AATA : *Abstracts of international conservation literature*

2007/08

2007

Vienne, 17 - 21 sept. (Autriche)

Intitulé : *XIth International of the IADA*
September 2007 in Vienna, Austria.

Thèmes : prévention des risques pour les collections, point scientifique sur les recherches actuelles, déontologie. Rens. :

Web : <http://palimpsest.stanford.edu/iada>

Paris, 22-24 octobre (France)

Intitulé : *Cesare Brandi et la France*
(fondateur de l'Istituto Centrale di Restauro de Rome, 1939)

Thèmes : Une réflexion autour de l'œuvre de Brandi sur la théorie de la restauration et la conciliation d'exigences tant historiques qu'esthétiques.

Lieu : : INP - Auditorium Colbert -
2 rue Vivienne 75002 -

Organisation : 33 . I 01 44 41 16 41

Web : www.inp.fr

Paris, 22-24 octobre (France)

Intitulé : *Le patrimoine immatériel de l'Europe : inventer son inventaire.*

Thèmes : Inventaire et Valorisation du patrimoine immatériel : confrontation des méthodes des différents pays européens

Lieu : INP - Auditorium Colbert - 2
rue Vivienne 75002 - Organisation :

33 . I 01 44 41 16 41

Web : www.inp.fr

Paris, 7-8 novembre (France)

Intitulé : *Matériaux du livre médiéval* / Cnrs - ; org. par Monique Zerdoun ; Caroline Bourlet.

Lieu : Cnrs - 3 rue Michel Ange
75016 Paris - M° Michel-Ange -
Inscriptions C. Bourlet - IRHT 40 av
d'Iéna 75116 Paris.

Mél : bourlet@irht.cnrs.fr

Copenhague, 19 - 23 nov.

(Danemark)

Intitulé : *Preventive Conservation* / The
National Museum of Denmark ;
Icom - CC.

Thème : environnement et qualité de
l'air dans les institutions patrimoniales
(normes, recherches, pratique).

Rens. : Mads Christensen -National
Museum of Denmark -

Mél : musmic@natmus.dk -

Web : <http://www.natmus.dk/microclimates>

manifestations 2007/08 □

Paris, 6-7 décembre 2007 (France)

Intitulé : *Sciences des matériaux du patrimoine culturel* / MRT

Thèmes : Colloque organisé par la mission recherche et technologie du Ministère de la Culture et de la communication (Délégation au développement et aux affaires internationales), clôturant les quatre années d'appels à projets du programme national de recherche sur la connaissance et la conservation des matériaux du patrimoine culturel (PNRC).

Lieu : INP - Auditorium du patrimoine, Carré Colbert, 2, rue Vivienne - 75002 Paris

Contact : Sylvie Colinart -

Tél. : 01 40 15 80 45,

courriel : sylvie.colinart@culture.gouv.fr

2008

Jérusalem, 25 - 30 mai

Intitulé : *Art 2008 - 9th international conference : non destructive testing microanalysis and preservation in the conservation of cultural and environmental heritage* / The Israël National society for non - destructive testing

Contact : ISAS international seminars - PO BOX 574 - Jérusalem 91004 Israël - Tél. : ++ 972 2 652 05 74 - Fax : ++ 972 2 652 05 58 -

Mél : meetings@isas.co.il

Web : <http://www.isas.co.il/art2008>

Stockholm, 27 - 30 mai 2008 (Suède)

Intitulé : *The Birth of an Industry - from Forest to Paper during the 19th Century/International Paper Historians Congress 2008*

Rens. et propositions d'intervention : Jan - Erik Levlin - Flygkaptensgränd 4F - 00200 Helsingfors - FINLAND - mél : jan-erik.levlin@iki.fi

Tél: +358 40 511 16 049

London, 15 - 19 Sept. 2008 (Royaume Uni)

Intitulé : *Conservation and Access / 22nd IIC international Congress*

Thème : rendre accessible les collections : sécurité et conservation du patrimoine culturel. Etat de la recherche, retours d'expérience, étude de cas autour de la question de l'exposition permanente des collections, de l'exposition temporaire, du transit des œuvres d'art.

Propositions d'intervention :

www.iiconservation.org

New Dehli, 22 - 26 sept. 2008 (Inde)

Intitulé : *Diversity in heritage conservation : tradition, innovation and participation / ICOM - CC 15th triennial meeting.*

Rens. : Isabelle Verger - ICOM - CC Secretariat c/o ICCROM 13, via San Michele ROME 00153

Mél. : secretariat@icom - cc.org

Web : <http://icom - cc.icom.museum>

Avis aux lecteurs

• Les demandes de diffusion de *Actualités de la conservation* peuvent être adressées à :

Marie-Claude Verrier,

mél : marie-claude.verrier@bnf.fr

• Les suggestions et contributions peuvent être adressées à :

Philippe Vallas

tél. 01 53 79 50 58

mél. philippe.vallas@bnf.fr

Bibliothèque nationale de France

Centre Bussy-Saint-Georges (CBG)

14 avenue Gutenberg,

77607 Bussy-Saint-Georges cedex 03

Fax 01 64 76 39 10

• Les *Actualités de la conservation* sont également consultables sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.bnf.fr>

NOUVEAU : Un index donne accès

à l'ensemble des articles parus dans

Actualités de la conservation depuis

sa première publication en 1996

Actualités de la conservation

Direction des Services et des Réseaux

Bibliothèque nationale de France

Quai François-Mauriac

75706 Paris Cedex 13

Tél. : 01 53 79 41 60

Fax : 01 53 79 41 61

Directeur de la publication :

Arnaud Beaufort

Directeur de la rédaction :

Isabelle Dussert-Carbone

Coordination de la publication :

Philippe Vallas, Mireille Ballit

Manifestations / bibliographie :

Catherine Dumas

Mise en page :

Françoise Tannières, Jennifer Ward

Impression :

Reprotechnique

Responsable de la distribution/

Diffusion : Centre de Bussy-Saint-Georges

Comité de rédaction :

Gilles Beddok,

Jean-Marc Chalou,

Bernard Fages,

Marie-Élise Fréon,

Josiane Laurent-Corlay,

Brigitte Leclerc,

Thi-Phuong Nguyen,

Dominique Maillet,

Jean-Yves Sarrazin.

Périodicité : semestrielle

Dépôt légal : 4^e trim. 2007 - ISSN : 1277-6106