

Article

Le traitement de conversion des blancs de plomb par nébulisation : développement d'un protocole et application sur des maquettes de décor de la Bibliothèque-Musée de l'Opéra

Lucile Dessennes^a, Nadège Duqueyroix^b

^a Cheffe de travaux d'art, département de la Conservation, BnF

^b Cheffe de travaux d'art, département des Estampes et de la Photographie, BnF

Mots-clés: Blanc de plomb
Altérations – Nébulisation
- Peroxyde d'hydrogène
- Maquette de décor -
Blanchiment

Keywords: Lead white –
Nebulisation - Hydrogen
peroxide - Set model -
Bleaching

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1. Le fonds de maquettes de décors de la BMO | 1 |
| 2. Les peintures blanches: blancs de plomb, de zinc et de titane | 4 |
| 3. Les traitements de conversion du blanc de plomb | 5 |
| 4. Un nouveau protocole de conversion : la nébulisation | 7 |
| 5. Application du traitement | 8 |
| 6. Conclusion | 10 |
| Bibliographie | 11 |
| Glossaire | 12 |

Introduction :

La bibliothèque de l'Opéra de Paris (Bibliothèque-Musée de l'Opéra, Bibliothèque nationale de France) abrite une collection de 2500 décors de théâtre et 2700 maquettes datant du XVIII^e au XX^e siècle. Certaines maquettes du XIX^e s. comportaient des altérations importantes du blanc de plomb et ont été confiées à l'atelier de restauration des documents graphiques et des maquettes en 2016. La **gouache** blanche à base de plomb était utilisée par les décorateurs pour donner des indications d'éclairage lors de la réalisation scénographique. Les maquettes, d'assez grand format (600 x 800 mm) étaient peintes en **camaïeu** de gris monochrome et en blanc de plomb. Des documents altérés avaient été déjà traités à l'atelier avec la méthode dite « standard » (Lussier, 2007), mais celle-ci ne convenait pas car il n'est ni facile ni fréquent d'appliquer les méthodes de conversion du blanc de plomb sur de

si grandes surfaces. Après une recherche s'appuyant sur la littérature existante, nous avons expérimenté et évalué plusieurs méthodes de blanchiment qui nous ont conduites à élaborer un nouveau protocole par nébulisation de peroxyde d'hydrogène. Sans contact direct avec la gouache, il permet au restaurateur de contrôler son action tout au long du processus de conversion. L'application de ce traitement pourrait s'étendre à l'ensemble de la collection.

1. Le fonds de maquettes de décors de la BMO

Dans la seconde moitié du XIX^e s. avec la multiplication des salles de spectacle, la production de décors s'intensifie et se standardise. Les 1500 maquettes de cette période sont exceptionnelles par le renom des décorateurs, la qualité des pièces, la taille et l'importance du fonds. Dès sa création, l'Opéra Garnier hérite d'un fonds de maquettes en volume. En 1863 leur dépôt dans les archives devient obligatoire (Wild, 1987). Très tôt dans l'histoire du bâtiment, deux espaces leur sont dédiés : l'un pour leur conservation dans la première bibliothèque au-dessus de la rotonde du Glacier (**fig.1**) et le second pour leur présentation permanente au public dans le musée créé en 1877 (**fig.2**). Ces maquettes de décors sont des documents techniques intermédiaires entre l'esquisse dessinée et le décor final. Elles servent de base de travail aux peintres décorateurs lorsqu'ils réalisent le décor en taille réelle, ce dernier étant réalisé sur des toiles peintes suspendues par des tringles ou tendues sur des cadres appelés châssis. Comme le décor final, les maquettes sont composées de différents panneaux verticaux découpés et agencés de manière à constituer une perspective frontale (**fig.3**)



Figure 1. La vieille bibliothèque, Bibliothèque Musée de l'Opéra ©BnF Gallica



Figure 2. La Galerie des Guignols, Bibliothèque Musée de l'Opéra ©BnF



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 3. MAQ- 99, Le Roi de Lahore, acte III, décor de Jean-Baptiste Lavastre, 1877, ©BnF Num Res.

Les maquettes préparatoires sont fabriquées sur des cartes et peintes à la gouache. Documents techniques, elles ont été utilisées, annotées, parfois démantelées et réutilisées élément par élément (Wild, 1987). Une bonne partie d'entre elles est peinte en camaïeux de gris (crayons graphites et/ ou encre) sur de la carte bleue ou crème (**fig.4**). Parmi tous ces tons nuancés, le blanc a une place importante. Composée le plus souvent de carbonate de plomb, la peinture blanche s'est altérée jusqu'à devenir noire en passant par des nuances de rose, d'orange et de gris.



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 4. Maquette préparatoire, ©BnF Num Res.

1.1 Des documents en camaïeu de gris et de blanc

Sans qu'un pourcentage précis puisse être donné, au moins un tiers des maquettes est peint en **camaïeu** de gris à l'encre, à l'aquarelle et à la gouache blanche, utilisée très diluée en **lavis** ou en rehauts ponctuels et couvrants selon l'effet désiré. Contrairement aux esquisses en deux dimensions, les maquettes ne donnent pas d'indications colorées au peintre décorateur mais semblent apporter des consignes précises d'éclairage. Tout d'abord l'emploi du camaïeu permet d'indiquer précisément les nuances lumineuses, panneau par panneau. Il accentue également sur un format réduit les lignes de fuite et la perspective du décor sans distraction colorée. Il permet également au peintre décorateur d'apprécier d'un seul coup d'œil l'effet tridimensionnel donné par le décor. Les panneaux monumentaux du décor final, de très grande taille et peints à plat, ne permettent pas au peintre d'avoir le recul nécessaire pour visualiser ces jeux de lumière. En effet, le passage de la deuxième à la troisième dimension se fait essentiellement pour l'œil par des indications d'ombre et de lumière qui s'alternent d'un panneau à un autre. Ainsi, les indications monochromes du camaïeu donnent, par ce jeu de rehauts et d'ombres, de la profondeur au dessin et accentuent ainsi les fausses perspectives du décor.

1.2 «Peindre avec la lumière»¹



Figure 5. MAQ- 65, Jeanne d'Arc, acte IV, ©BnF Num Res.



Figure 6. MAQ- 62, Jeanne d'Arc, acte III, ©BnF Num Res.

La lumière et l'éclairage dans les maquettes permettent de situer l'action dans un espace intérieur ou extérieur. Pour une vue d'intérieur les rehauts de blanc vont circonscrire l'espace en soulignant les arêtes architecturales, et par là la perspective (**fig.5** : [MAQ- 65, Jeanne d'Arc, acte IV](#), tableau 3, décor de Charles Cambon, Antoine Lavastre et Eugène Carpezat, 1876). Pour simuler un paysage, l'éclairage va au contraire élargir l'espace et la peinture blanche sera plutôt appliquée en lavis (**fig.6** : [MAQ- 62, Jeanne d'Arc, acte III](#), tableaux 1 et 2, décor d'Auguste Rubé et Philippe Chaperon, 1876). La lumière va également aider à situer géographiquement la scène : elle sera irradiante pour suggérer un pays chaud (**fig.7** : [MAQ-A-141, Jérusalem, acte IV](#), tableau 1, décor d'Edouard Desplechin, 1847), plus légère et blanche pour une région froide. En variant les emplacements des éclairages et leur intensité, les décorateurs vont également situer la scène dans le temps et préciser ainsi le moment de la journée : éclairages rasants de l'aube et du crépuscule, zénithal du midi (**fig.8** : [MAQ- 39, Faust, acte III, tableau 3](#), décor de Charles Cambon, 1875), lumière bleue de la nuit (**fig.9** : [MAQ- 40, Faust, acte IV, tableaux 1 et 2](#), décor d'Auguste Rubé et Philippe Chaperon, 1875) ou éclairages particuliers d'une saison de l'année : réverbération de la lumière sur la neige (**fig.10** : [MAQ- 20, Hamlet, acte I, tableau 2](#), décor de Philippe Chaperon, 1875, ou lumière automnale.



Figure 7. MAQ-A-141, Jérusalem, acte IV, ©BnF Num Res.



Figure 8. MAQ-39, Faust, acte III, ©BnF Num Res.



Figure 9. MAQ-40, Faust, acte IV, ©BnF Num Res.



Figure 10. MAQ-20, Hamlet, acte I, ©BnF Num Res.

1.3 L'éclairage des décors de théâtre au XIX^e s

L'éclairage scénique se transforme au XIX^e s. Avant les lieux publics, les salles de spectacles deviennent des lieux d'expérimentation de l'usage du gaz et de l'électricité (Finot, 2009). Sur scène, l'éclairage au gaz domine entre 1820 et 1880. Avant que son emploi ne se généralise, l'électricité est utilisée ponctuellement pour des effets lumineux dès 1849 (Richier, 2011). En dépit de ces innovations, l'éclairage directionnel demeure difficile à obtenir car, sur scène, les immenses toiles ou châssis posés les uns derrière les autres projettent des ombres portées conséquentes (Join-Dieterle, 2012). Pour supprimer ces ombres, l'éclairage est placé de chaque côté des panneaux et sur les cintres : il est alors général, intense et régulier, ce qui a pour conséquence de supprimer les volumes. Les rehauts de gouache blanche ont un rôle fonctionnel. En s'opposant aux ombres peintes, ils renforcent les contrastes et donnent l'illusion du relief, tant

¹ Grazioli, 2017

pour la scénographie que pour les maquettes. En cours de dépoussiérage puis de montage des maquettes, l'illusion est toujours saisissante : les maquettes s'illuminent d'elles-mêmes et "se mettent en volume" sans éclairage extérieur de par la seule mise en place des panneaux les uns derrière les autres. Les rehauts de blanc de plomb structurent l'espace et créent une ambiance lumineuse tout en dirigeant la lumière sur la scène. Toutefois, sur de nombreuses maquettes, les indications d'éclairage originellement blanches ont viré de couleur, faussant ainsi le message artistique et technique (**fig.11**). La peinture au blanc de plomb instable est devenue orange, rose, grise, marron ou noire sous l'effet de l'oxydation et de la pollution. A ce stade, il convenait d'établir un protocole de restauration pour rendre à ces maquettes leur lisibilité. Avant toute intervention, le constat d'état a permis de poser un diagnostic sur l'altération de la gouache blanche et une étude bibliographique a été menée pour définir les options de traitement possibles.



Figure 11. Indications de lumière ayant viré de couleur, ©BnF Num Res.

2. Les peintures blanches: blancs de plomb, de zinc et de titane

La seule peinture blanche couvrante disponible à l'époque est composée de carbonate de plomb (**fig.12**). Le blanc de zinc, inventé à la fin du XVIII^e s. n'est pas un blanc «couvrant» (**fig.13**), il ne peut donc servir à réaliser des rehauts. Il faut attendre l'apparition du blanc de titane au début du XX^e s. pour avoir une couleur blanche stable et opaque (**fig.14**). Non toxique, le blanc de titane remplace petit à petit le blanc de plomb interdit en France aux professionnels en 1948 et à la commercialisation en 1993.

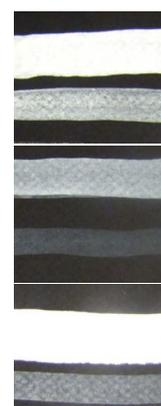


Figure 12. Blanc de plomb opaque et couvrant, ©Bnf Num Res.

Figure 13. Blanc de zinc translucide, ©Bnf Num Res.

Figure 14. Blanc de titane couvrant ©Bnf Num Res.

2.1 Le blanc de plomb et ses altérations

La peinture blanche au plomb, ou céruse, a été largement utilisée jusqu'au milieu du XX^e s. malgré une toxicité connue depuis le XVIII^e s. (Rainhorn, 2019). Il s'agit d'un carbonate basique de plomb obtenu par exposition du plomb à des acides. Le plomb est responsable du saturnisme par ingestion ou respiration, mais la peinture au carbonate de plomb est la seule peinture blanche opaque utilisable jusqu'au début du XX^e s. En dehors de sa toxicité, l'inconvénient majeur de la peinture au carbonate de plomb est son instabilité bien connue des fresquistes et constatée dès les débuts de son utilisation dans la gouache (Gabrielli, 2000). Les altérations chromatiques du carbonate basique de plomb sont complexes : elles dépendent des techniques de fabrication de la peinture, des types de liant et d'adjuvant ainsi que des conditions de conservation du document (Hoevel C., 1985). Le carbonate de plomb est particulièrement sensible aux différents composés sulfurés des atmosphères polluées ou des matériaux à son contact, mais aussi à l'humidité relative, à la température et au pH. La composition du pigment se modifiant chimiquement, sa couleur va varier du gris au noir en passant par le rose et l'orangé.

2.2 Pollution au gaz de houille à l'Opéra au XIX^es

Si l'Opéra de Paris utilise ponctuellement l'électricité pour des effets lumineux dès 1875, le passage à l'électricité est progressif et n'est étendu à tout le bâtiment qu'en 1886 (Finot, 2009). Jusqu'en 1881, le bâtiment est surtout éclairé au gaz de houille. Or, si les variations possibles d'intensité lumineuse de ce type d'éclairage sont appréciées au spectacle depuis 1822, ses inconvénients sont également très connus : «Le gaz que nous employons aujourd'hui a cependant un assez grave inconvénient : il contient toujours une certaine quantité d'hydrogène sulfuré qui attaque les métaux et les noircit ; il flétrit toutes les peintures, et peut, dans le cours d'une année, gâter et détruire toutes les décorations et les ornements les plus coûteux» (Kaufmann, 1840). C'est ainsi que, un an seulement après l'inauguration du nouvel Opéra, il est discuté de la dépose des peintures de Paul Baudry détériorées «par le gaz et la buée» (Berger, 1876).

2.3 Exposition des maquettes à une atmosphère sulfurée

Réaction chimique aux polluants

Le carbonate de plomb est sensible aux composés soufrés présents dans les polluants de l'environnement (Borring N., 2017). Une faible quantité d'hydrogène sulfuré doublé d'un effet cumulatif suffit à altérer les blancs de plomb (Jaccottet, 1989). Ce schéma d'altération correspond tout à fait à l'histoire de ces documents exposés à l'hydrogène sulfuré de l'éclairage au gaz de la rotonde du Glacier où ils furent entreposés. Sur les documents graphiques, l'une des modifications chimiques du blanc de plomb est la transformation du carbonate basique de plomb blanc en sulfure de plomb noir. La transformation du carbonate de plomb passe également par un rosissement de la couleur d'origine. Toutefois, le produit orange-rose obtenu n'est toujours pas identifié clairement contrairement au sulfure de plomb (Hoevel C.L., 1985) et apparaît entre autres comme stade intermédiaire entre les matières blanche et noire.

Traitement de conversion au peroxyde d'hydrogène

Il est possible de retrouver de nouveau la couleur blanche en transformant par oxydation le sulfure de plomb noir en sulfate de plomb à l'aide de peroxyde d'hydrogène ; la matière rose-orangée blanchit de la même manière. Ce traitement de conversion est connu depuis longtemps, sans doute la fin du XIX^es. (Daniels, 1992; Lussier, 2007) et permet de retrouver la couleur d'origine mais non la composition originelle puisque l'on obtient un sulfate et non un carbonate de plomb.

3. Les traitements de conversion du blanc de plomb

Pour obtenir la conversion colorée, l'atelier a déjà utilisé sur des gouaches altérées un mélange d'éther et de peroxyde, appelé méthode « standard » (Lussier, 2006) et appliqué au pinceau. Deux autres techniques étaient couramment décrites : l'une utilisant une membrane de Goretex® et l'autre un gel. Nous les avons testées toutes les trois.

3.1 Méthode standard à l'éther et au peroxyde d'hydrogène :

Le traitement au pinceau est un procédé communément utilisé (Lussier, 2007) : la solution appliquée sur la peinture au blanc de plomb est composée pour moitié d'éther et pour moitié de peroxyde d'hydrogène à 6%. La solution se sépare immédiatement en deux phases: une phase aqueuse se déposant au fond du récipient, et une phase éther au-dessus. L'utilisation d'un solvant comme l'éther a deux objectifs : Elle permet tout d'abord aux impuretés contenues dans le peroxyde d'hydrogène, et utilisées pour le stabiliser, de se déposer dans l'eau (Plenderleith, 1956 ; Daniels, 1992). D'autre part, cette solution biphasée limite l'action mécanique conjointe de l'eau et du pinceau sur la gouache (Lussier, 2006).

La phase éther, dans laquelle est plongé le pinceau, contient assez de peroxyde d'hydrogène (environ 0,5% : Gabrielli, 2000) pour obtenir une conversion.

3.2 Méthode avec application de gel :

Cette technique a été couramment utilisée et documentée pour la conversion de fresques altérées. Elle a ensuite été appliquée aux arts graphiques (Mac Farland, 1997). Elle consiste à mélanger une solution alcaline de 3 % de peroxyde

d'hydrogène avec un gel d'éther de cellulose. Le gel obtenu est posé directement au pinceau ou à la spatule sur les parties à traiter, avant d'être retiré. Elle permet d'augmenter significativement le temps d'application du peroxyde sans répéter d'action mécanique.

3.3 Méthode avec un Goretex® :

Une troisième technique consiste à utiliser une membrane de Goretex® mise en sandwich entre le document et un buvard imbibé de peroxyde d'hydrogène à 3%. Une feuille de Mélinex®, posée entre le document et la feuille de Goretex® protège les parties saines du document, d'une éventuelle oxydation par la solution de peroxyde. Le peroxyde d'hydrogène agit ainsi sous forme de brume (Debershyre, 1993).

Outre le mode d'emploi du peroxyde d'hydrogène utilisé dans ces trois méthodes comme agent actif, d'autres facteurs jouent sur la rapidité de la conversion comme la température, le pH, le temps d'exposition et l'application du traitement dans un environnement clos (Mac Farland, 1997).

Avantages et inconvénients

Le problème des blancs de plomb sulfurés concernait *in fine* la collection entière.

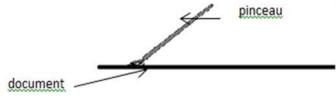
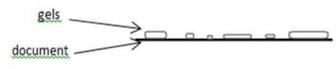
Si chacune de ces méthodes de conversion pouvait convenir au cas par cas pour traiter la variété des applications du blanc de plomb, il importait de trouver une méthode qui puisse répondre à toutes nos contraintes et aux caractéristiques des objets à traiter : des panneaux de grandes dimensions (environ 80x60 cm), en nombre important (intervention immédiate sur une quinzaine de planches) et comportant des lavis de gouache à restaurer dans un temps donné.

Toutefois, toute méthode d'application directe sur les lavis implique des risques de dissolution de la couche picturale, les lavis étant particulièrement légers et diffus. Ainsi, le traitement « standard » à l'éther appliqué en continu sous hotte aspirante est problématique en raison des formats, de la durée et de la toxicité du traitement. Concernant la seconde méthode, l'application de gel sur de larges surfaces gouachées d'un document graphique risque de provoquer un gondolement important du support, et il est difficile de contrôler les résidus de gel sur une surface poreuse comme le papier.

Enfin, pour la dernière méthode, l'utilisation du Goretex® résout le problème d'application directe sur la gouache. En revanche, le découpage des feuilles de Mélinex®, long et peu précis sur une large surface, est compliqué du fait du contour diffus des lavis. Par ailleurs, après plusieurs essais, des problèmes de condensation sont apparus en lisière des zones découpées, apportant ainsi des risques d'auréoles et d'altérations de la peinture. Enfin, la durée d'exposition relativement longue (une quinzaine de minutes) entraîne un gondolement du support et augmente les risques de dégradation des matériaux.

Le tableau ci-dessous récapitule les avantages et les inconvénients de ces techniques rapportés au type de documents à traiter (**fig.15**).

Figure 15. Tableau récapitulatif des trois méthodes couramment utilisées pour traiter les blancs de plomb

| Techniques | | Adaptation à de nombreux documents | Adaptation à de larges zones | Adaptation à des dessins de grande taille | Contrôle du traitement |
|---|---|--|---|--|--|
| Pinceau et solution d'éther/peroxyde d'hydrogène (50:50 vol/vol). |  | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de mise en place. • Instabilité de la solution | <ul style="list-style-type: none"> • Contact direct avec la peinture. • Problème d'application avec les lavis. • Problème d'homogénéité. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de travailler sous une hotte aspirante. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de contrôler l'homogénéité. • Difficulté de contrôler les résultats. |
| Goretex et peroxyde d'hydrogène. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de mise en place. | <ul style="list-style-type: none"> • Gondolement du support. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de mise en place. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de contrôler l'homogénéité. • Contrôle difficile en cours de traitement. |
| Gel avec solution alcaline de peroxyde d'hydrogène |  | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de mise en place. | <ul style="list-style-type: none"> • Gondolement du support. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de mise en place. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de contrôler l'homogénéité. • Difficulté de contrôler les résultats. |

4. Un nouveau protocole de conversion : la nébulisation

4.1 Principe général

La réflexion s'est portée sur la recherche d'une nouvelle méthode d'application. Il a paru nécessaire de retrouver l'aspect diffus des lavis dans le protocole d'application du peroxyde d'hydrogène. L'utilisation de la brume pour blanchir est assez répandue dans la culture traditionnelle. Ainsi, on étendait le linge la nuit pour le rendre plus blanc ceci grâce à l'effet conjugué du peroxyde d'hydrogène et de l'ozone qui se forment dans les gouttelettes d'eau de la rosée du matin (Parisot, 1986). Son usage en restauration est aussi attesté pour blanchir les taches sur le papier (Bonnardot, 1846)².

A l'atelier, nous avons produit la brume de peroxyde d'hydrogène en utilisant le principe du nébuliseur à ultrasons. Ce dernier est couramment employé en restauration pour l'humidification en chambre de documents avant remise à plat. La brume froide est produite à l'aide d'un générateur d'ultrasons qui transforme l'eau liquide en fines particules. Ce principe permet de produire de la brume à partir de n'importe quel liquide à condition que la viscosité demeure basse. Cette technique a été adaptée par la suite par les restaurateurs pour produire de la brume d'adhésif servant à la consolidation des couches picturales fragilisées (Michalski et al. 1994). Pour le traitement des blancs de plomb, le nébuliseur à ultrasons a été utilisé avec comme liquide du peroxyde d'hydrogène dilué à la concentration voulue.

La **figure 16** montre le dispositif fabriqué par le laboratoire du département de la Conservation d'après celui proposé par Dignard et al. (1997). Il permet de produire puis d'appliquer la brume sur le document à traiter ; le fonctionnement du dispositif est le suivant : la solution de peroxyde d'hydrogène est placée dans un flacon relié à des tuyaux, lui-même installé dans un flacon plus grand contenant de l'eau et le générateur d'ultrasons. Lorsque le générateur est en marche, les ultrasons passent au travers du flacon et transforment le peroxyde liquide en brume. La brume produite a tendance à rester en surface du liquide, on utilise donc une pompe à air (pompe d'aquarium) pour envoyer la brume dans un petit tuyau jusqu'à un embout fin qui sera approché de la zone du document à traiter pour y appliquer la brume.

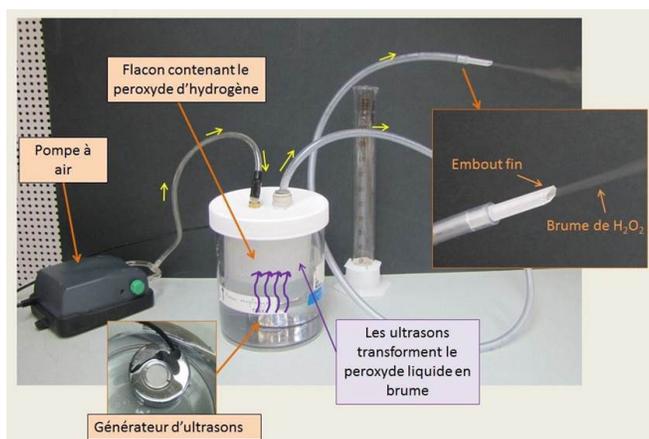


Figure 16. Schéma de fonctionnement du nébuliseur à ultrasons fabriqué par le laboratoire de la BnF © Bnf.

4.2 Application du traitement : réflexions préalables

Avant d'appliquer le traitement sur les maquettes, il convenait d'évaluer les possibles effets collatéraux sur les parties non-détériorées afin de développer la meilleure mise en œuvre possible. L'application de peroxyde d'hydrogène sur les blancs de plomb est pratiquée depuis longtemps mais est également très étudiée dans la littérature technique et scientifique (cf. Lussier et al. 2007). Ce présupposé théorique et pratique nous apportait un certain recul sur ce traitement. Le choix s'est porté sur un peroxyde d'hydrogène de laboratoire (Peroxyde d'hydrogène 30% Prolabo®) pour s'assurer de l'absence d'impuretés et dilué à 1% dans l'eau osmosée. Après l'application de la solution à 1%, une dilution à 3% a été privilégiée sur les zones très altérées pour lesquelles la dilution initiale ne donnait pas le résultat escompté. L'utilisation du produit en phase gazeuse avait déjà été testée par application à travers une membrane en Gore-Tex (Derbyshire A., 1993).

L'incertitude avec ce nouveau protocole résidait dans la diffusion de la brume à la surface du document, avec une possible dispersion sur les zones adjacentes pouvant affecter le support et la couche picturale. En effet, lors de l'application

² «La plupart des taches huileuses et graisseuses finiraient par céder au procédé naturel qui sert à blanchir les toiles : exposer l'estampe à la rosée, l'asperger trois fois par jour avec de l'eau distillée, l'étaler en plein soleil, et renouveler l'expérience pendant huit ou quinze jours.»

du traitement, l'embout d'où sort le flux de brume est placé à environ 3 cm du document ; la surface à traiter est balayée doucement par ce flux. Il se forme alors un petit nuage en surface (**fig.17**) qui potentiellement se dépose sur le document. Pour empêcher la dispersion de la brume, l'utilisation d'un cache en film polyester Melinex® a été testée afin de masquer les zones à protéger. Les inconvénients déjà cités pour la méthode 3.3. nous ont dissuadées d'utiliser un cache, le dépôt de brume étant très minime.



Figure 17. Impact du flux de brume sur un fond en carton noir © BnF

4.3 Sécurité des produits utilisés

Il convenait de conjuguer sécurité et manipulation des maquettes sans danger tant pour les personnels que pour les objets. Compte tenu de la dimension des maquettes, un travail sous hotte aspirante s'avérait difficile car il impliquait des équipements lourds, facteur de pénibilité pour le restaurateur. A priori, l'utilisation du peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse présente moins de risques sanitaires que le mélange dans un solvant comme l'éther. La fiche toxicologique de l'INRS du peroxyde d'hydrogène (Bonnard N. et al. 2007) indique qu'à une concentration faible (inférieure à 6%), le peroxyde d'hydrogène n'est pas irritant pour l'homme. Fort de ces données, la décision de travailler à l'établi a été retenue car les concentrations utilisées pour les traitements de blanc de plomb étaient inférieures ou égales à 3%.

5. Application du traitement

5.1 Efficacité du traitement

En appliquant ce protocole, nous avons pu constater son efficacité, que ce soit pour traiter du blanc de plomb appliqué localement par touches (**fig.18**) ou en lavis

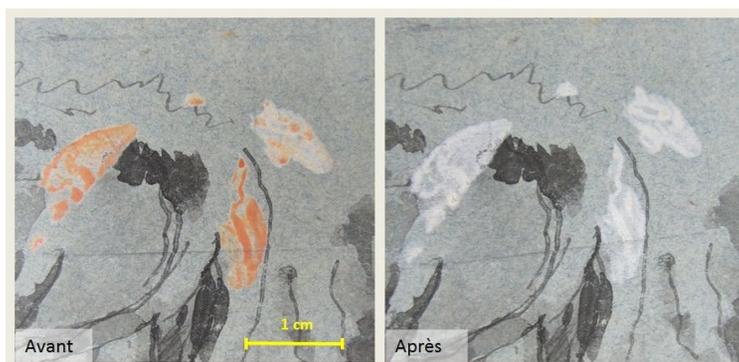


Figure 18. Détail avant et après traitement d'une zone de blanc localisée sur MAQ-53, Robert le Diable 1^{er} acte, décor de Jean-Louis Chéret © BnF.

La **figure 19** montre un détail où le blanc de plomb est utilisé en lavis diffus pour représenter des nuages et la brume. Le traitement par nébulisation est particulièrement approprié pour obtenir un résultat homogène sur toute la surface tout en évitant l'action directe sur le support.

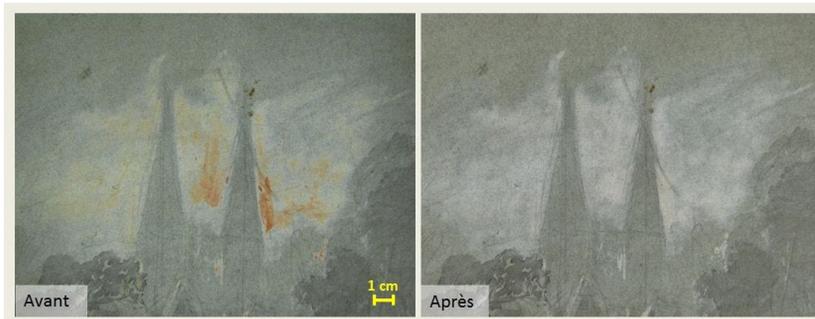


Figure 19. Détail avant et après traitement d'une zone de blanc en lavis : à gauche, changement de couleur du blanc altéré : de l'orange vif au jaune selon la dilution du medium sur MAQ-34, Faust 1^{er} acte 1^{er} tableau, décor de Charles-Antoine Cambon © BnF.

5.2 La nébulisation, une méthode progressive

La nébulisation de peroxyde d'hydrogène permet d'avancer graduellement dans le traitement : chaque passage à une concentration faible convertit partiellement le blanc altéré et plusieurs passages du produit sont parfois nécessaires pour parvenir au résultat escompté (**fig.20**). La solution de peroxyde d'hydrogène à 1% est appliquée en moyenne quatre fois. Le restaurateur contrôle réellement son traitement en procédant par étapes et choisit à quel stade il lui semble préférable de stopper l'intervention quand le résultat lui semble esthétiquement homogène et cohérent avec le reste du document. Les effets du traitement sont visibles en direct dans les minutes qui suivent l'application, contrairement aux protocoles qui masquent la zone en traitement (Gore-Tex®, gels...).

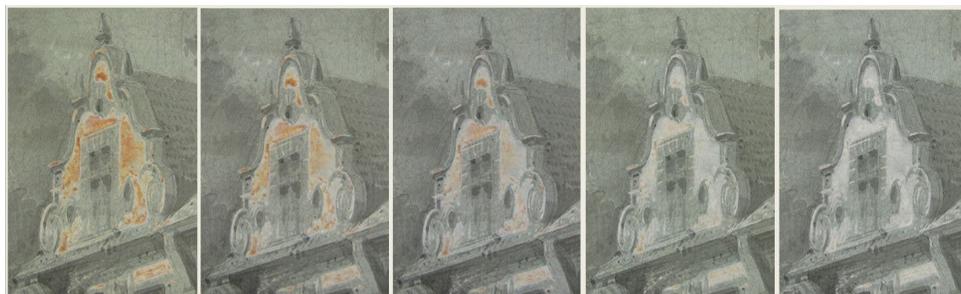


Figure 20. De gauche à droite, visualisation d'applications successives de peroxyde d'hydrogène à 1% sur MAQ-34, Faust 1^{er} acte 1^{er} tableau, décor de Charles-Antoine Cambon © BnF.

Cas particuliers : Pour des lots dont les factures semblaient identiques, la conversion du blanc de plomb n'a pas été homogène : par exemple, pour l'une d'entre elles, la conversion totale a été obtenue en un seul passage, alors que pour les autres, plusieurs applications n'ont pas suffi même si le résultat esthétique était satisfaisant (**fig.21**).

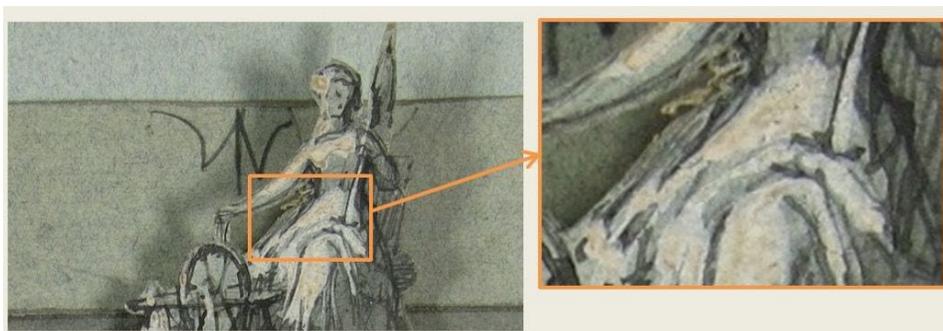


Figure 21. Conversion du blanc en cours sur un détail de MAQ-34, Faust 1^{er} acte 1^{er} tableau, décor de Charles-Antoine Cambon © BnF.

Afin de contrôler au mieux le traitement, nous conseillons d'augmenter très progressivement la concentration de peroxyde d'hydrogène.

5.3 Retour d'expérience

Après avoir appliqué le traitement sur une dizaine de maquettes, le protocole du traitement par nébulisation a été ajusté. L'un des premiers effets constatés est la condensation possible de la brume en surface du document. Celle-ci se produit lorsque le restaurateur laisse le flux trop longtemps sur la même zone ; si la brume se condense ou stagne (**fig.22**) la couche picturale risque de gonfler et le support de se gondoler. Il est donc impératif d'opérer un mouvement de va-et-vient régulier pour que le flux de brume ne « mouille » pas le support, ceci d'autant plus quand le support est de faible grammage. Enfin, après traitement, nous recommandons de faire sécher la zone traitée sous de légers poids pour éviter la déformation du support.

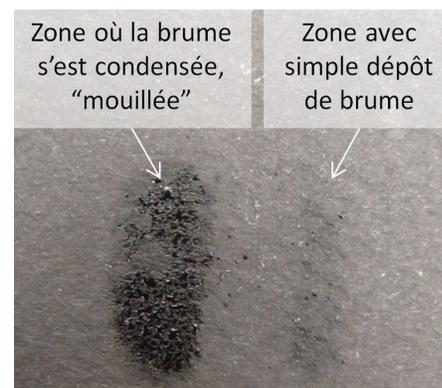


Figure 22. Condensation de la brume à la surface du carton noir © BnF.

Concernant la diffusion de la brume autour du point d'impact du flux, l'usage d'un embout assez fin est recommandé : le geste et le dépôt de brume sont plus précis comme le montre le test effectué dans la **figure 23**. Des tests complémentaires resteraient à réaliser concernant les possibles effets de la diffusion de la brume.

Les maquettes traitées ont fait l'objet d'un suivi de contrôle en 2018 pour constater la pérennité du traitement. Aucun changement détectable à l'œil nu n'était visible : la couleur blanche est restée stable sans nouveau noircissement.

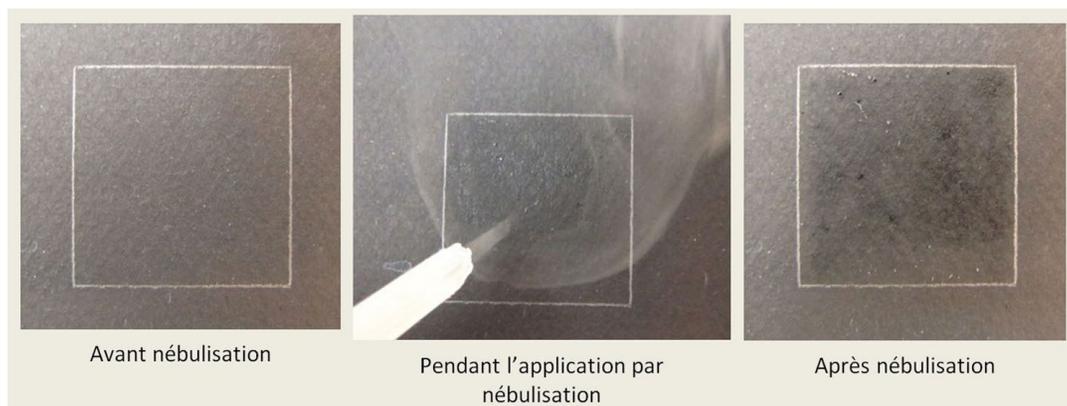


Figure 23. Application de la brume sur une zone bien délimitée sur carton noir : dépôt de la brume dans la zone visée à l'intérieur du carré © BnF.

6. Conclusion

Tout en s'appuyant sur des principes de traitement pratiqués et étudiés par les restaurateurs et les scientifiques, ce nouveau protocole par nébulisation s'est avéré adapté à notre problématique de restauration de maquettes. Simple à mettre en œuvre, n'employant pas de solvants et contrôlable à chaque étape, il a montré son efficacité pour traiter des surfaces réduites ou étendues, tout en évitant le contact direct avec la couche picturale. Les maquettes une fois remontées ont retrouvé une cohérence esthétique et technique en restituant les indications de lumière (fig.24). Il resterait néanmoins à évaluer plus précisément comment la brume de peroxyde peut potentiellement affecter les zones adjacentes à celles à traiter. D'autres retours d'expérience sur d'autres supports seraient souhaitables afin de développer et affiner ce protocole de traitement. Plus largement, l'observation des blancs de plomb altérés a fait naître beaucoup d'interrogations sur le processus d'altération de ce pigment, sur sa répartition dans la couche picturale et sur les effets réels du traitement de conversion dans l'épaisseur de la matière. La littérature sur le sujet a répondu partiellement à ces questions complexes. L'étude d'un corpus comme celui des maquettes de l'Opéra permettrait dans le futur d'apporter des réponses à ce phénomène d'altération des blancs de plomb et de mieux conserver ce type d'œuvres.



Figure 24. Restitution des indications de lumière grâce au traitement des blancs de plomb - MAQ-59, Jeanne d'Arc 1^{er} acte, décor de Jean-Louis Chéret, avant et après traitement © BnF.

Bibliographie

- Berger G.** (1876) «Les peintures de M. Baudry au foyer du nouvel Opéra », *Journal des débats*, 24 janv.1876, p. 39. En ligne sur : [Gallica](#)
- Bonnard N., Falcy M., Jargot D.** (2007) «Peroxyde d'hydrogène et solutions aqueuses », INRS, Fiche toxicologique. En ligne sur [Inrs](#)
- Bonnardot A.** (1846) Essai sur la restauration des anciennes estampes et des livres rares ou Traité sur les meilleurs procédés à suivre pour réparer, détacher, décolorer et conserver les gravures, dessins et livres. En ligne sur : [Gallica](#)
- Borring N., Buti D., Vinther Hansen B. et al.** (2017) «The past, present and future of lead white in Denmark's national graphic art collections», *ICOM-CC, 18th Triennial Conference*, Copenhagen.
- Daniels V., Thickett D.** (1992) «The reversion of blackened lead white on paper», *IPC Conference Papers*, Manchester, ed. S. Fairbrass, London, p. 109-115.
- Derbyshire A.** (1993) «Uses of hydrogen peroxide with Gore-Tex », *Paper Conservation News*, 67, p. 12-13.
- Finot A.**, (2009) «L'éclairage dans les spectacles à Paris du XVIII^e s. au milieu du XX^e s.», *Annales historiques de l'électricité*, 1 : 7, p. 11-23. En ligne sur Cairn : <https://www.cairn.info/revue-Annales-historiques-de-l-electricite-2009-1-page-11.htm>
- Gabrielli A.** (2000) *Restauration de 18 dessins de joaillerie de Charles Jacquau, Petit Palais, Musée des Beaux-Arts de la ville de Paris*, mémoire de fin d'étude, ENP-IFROA.
- Grazioli C.** (2017) «Peindre avec la lumière : la naissance d'une esthétique au tournant des XVIII^e et XIX^e s.», *Revue d'histoire du théâtre*, 273, p. 57-66.
- Hoevel C.L.** (1985) «A study of the discoloration products found in white lead paint films», *AIC. The Book and paper group annual*, 4, p. 35-42.
- Jaccottet M.** (1989) *Les rehauts de blanc*, Mémoire de fin d'études, IFROA
- Join-Dieterle Catherine** (2012) « L'art de l'éclairage au théâtre », *L'Envers du décor à la Comédie française et à l'Opéra de Paris au XIX^e s.*, catalogue d'exposition, CNCS, Moulins.
- Kaufmann, J.-A.** (1840) *Architectonographie des théâtres, ou Parallèle historique et critique de ces édifices considérés sous le rapport de l'architecture et de la décoration*, Paris, L. Mathias. En ligne sur [Gallica](#) : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k54704164/f11.image>.
- Lussier S. M., Smith G. D.** (2007) «A review of the phenomenon of lead white darkening and its conversion treatment », *Reviews in conservation*, 8, p. 41-53.
- Lussier S.** (2006) «An examination of Lead White Discoloration and the Impact of treatment on paper artifacts: a summary of experimental testing», *AIC. The Book and Paper Group Annual*, 25, p. 9-12.
- Mac Farland M.** (1997) «The Whitening effects of peroxide gels on darkened lead white paint», *AIC. The Book and Paper Group Annual*, 16, p. 56-65.
- Michalski S., Dignard C., Van Handel L. et al.** (1994) «Ultrasonic mister: Application to consolidation treatments of powdery paint on wooden artifacts». *Painted wood: History and conservation*. Proceedings of the symposium in Williamsburg, Va., Sept. 11-14, 1994.
- Parisot J.-P.** (1986) «La lune mange-t-elle les couleurs ?», *Earth, Moon and Planets*, 34, p. 273-279.
- Rainhorn J.** (2019) «Blanc de plomb, histoire d'un poison légal», Presses de Sciences Po, Paris.
- Richier C.** (2011) « Le temps des flammes, une histoire de l'éclairage scénique avant la lampe à incandescence », éd. AS.
- Wild N.** (1987) « Décors et costumes du XIX^e s. : tome 1 », Bibliothèque Nationale, Paris.

Glossaire

Camaïeu : Composition monochrome qui présente des variations de valeur, régulières ou non, et dont le ton peut être plus ou moins pur. Les lavis sont souvent des camaïeux. Bergeon- Langle, Ségolène & Curie, Pierre (2009) *Peinture et dessin : vocabulaire et technique* : 1. Ed. du Patrimoine, 2009, p. 50.

Gouache : Peinture opaque dont le liant aqueux comporte une gomme. Bergeon- Langle, Ségolène & Curie, Pierre (2009) *Peinture et dessin : vocabulaire et technique* : 1. Ed. du Patrimoine, 2009.

Lavis : Couche colorée transparente réalisée avec un matériau fortement dilué dans l'eau, afin de laisser visible le support sur lequel elle est posée. Bergeon-Langle, Ségolène & Curie, Pierre (2009) *Peinture et dessin : vocabulaire et technique* : 1. Ed. du Patrimoine, 2009, p. 882. Selon le même ouvrage le lavis est « de n'importe quelle couleur mais jamais blanche (opacité des matériaux blancs) » ; toutefois, dans cette peinture non académique mais technique, la gouache blanche, très diluée, est utilisée à contre-emploi, laissant apparaître parfois la couleur du support.

Remerciements à l'atelier de numérisation du service Restauration qui a assuré les prises de vue pour les figures 1-2 ; 5-15.

Résumé :

La bibliothèque de l'Opéra de Paris (Bibliothèque-Musée de l'Opéra, Bibliothèque nationale de France) abrite une collection de 2500 décors de théâtre et 2700 maquettes datant du XVIIIe au XXe siècle. Or certaines de ces maquettes datant du XIXe s. comportaient des décolorations importantes du blanc de plomb. En 2016, l'atelier de restauration des documents graphiques et des maquettes du département de la Conservation (service technique) a recherché une technique particulière pour traiter les blancs de plomb sulfurés. Après avoir présenté les caractéristiques de ces maquettes et de ce pigment, l'article décrit les avantages et inconvénients des techniques classiques de blanchiment au peroxyde d'hydrogène. En prenant appui sur la synthèse bibliographique de Lussier (2007), un nouveau protocole de conversion des blancs de plomb a été initié, sa réussite permet d'envisager son application à l'ensemble de la collection.

Abstract :

The Opera de Paris Library (Bibliothèque-Musée de l'Opéra, Bibliothèque nationale de France) is housing a collection of 2500 theatre sets and 2700 models dating from the 18th to the 20th century. However, some of these 19th century models had significant discolourations of lead white. In 2016, the workshop for the restoration of graphic documents and mock-ups (Conservation Department) looked for a particular technique to treat sulphide lead whites. After presenting the characteristics of these models and this pigment, this paper describes the advantages and disadvantages of standard hydrogen peroxide bleaching treatments based on Lussier's (2007) bibliographic synthesis. A new protocol for the conversion of lead whites has been initiated, and its success makes possible to consider its use for the entire collection.