



Manon D'haenens

La pénétration des adhésifs de doublage

Méthode d'évaluation et recherche des facteurs d'influence

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Manon D'haenens, « La pénétration des adhésifs de doublage », *CeROArt* [En ligne], | 2013, mis en ligne le 11 mai 2013, consulté le 21 février 2014. URL : <http://ceroart.revues.org/3082>

Éditeur : CeROArt asbl

<http://ceroart.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne sur :

<http://ceroart.revues.org/3082>

Document généré automatiquement le 21 février 2014.

© Tous droits réservés

Manon D'haenens

La pénétration des adhésifs de doublage

Méthode d'évaluation et recherche des facteurs d'influence

Introduction

Problématique

- 1 « Quel lien peut être établi entre la pénétration des adhésifs synthétiques de doublage au sein de la toile originale, leur mode d'application et la réversibilité du traitement ? » Cette interrogation récurrente en restauration de peinture a mené à une investigation de fond : la recherche d'une méthode d'évaluation de la pénétration.
- 2 En effet, la réversibilité s'avère être fort complexe et il est très vite apparu que la pénétration de l'adhésif au sein de la toile originale a un impact important sur ce point. Pourtant, parmi les nombreuses études déjà menées sur les techniques de doublage, aucune n'a, jusqu'à présent, tenté de déterminer la pénétration de manière objective. Ce serait pourtant un élément essentiel à intégrer afin de poser des choix en toute connaissance de cause.

Le doublage

- 3 Avant toute chose, il est préférable de redéfinir clairement le doublage, car une confusion persiste souvent entre doublage et rentoilage :
- 4 Le rentoilage est la pose d'une toile neuve au revers d'une toile originale à l'aide d'un adhésif qui pénètre profondément celle-ci pour atteindre l'encollage et souvent la préparation. Tandis que lors du doublage, il s'agit également de la pose d'une toile neuve au revers d'une toile originale à l'aide d'un adhésif, mais sans pénétration de celui-ci dans la préparation ni, a fortiori, dans la couche picturale.¹

Fig. 1. Représentation schématique du doublage et du rentoilage



Doublage (à droite) et rentoilage (à gauche).

Crédit: STOUT, G.L., GETTENS, R.J., "The problem of lining adhesives for paintings", dans *Technical studies in the field of the fine arts*, n°2, vol. 2, 1933, p.82

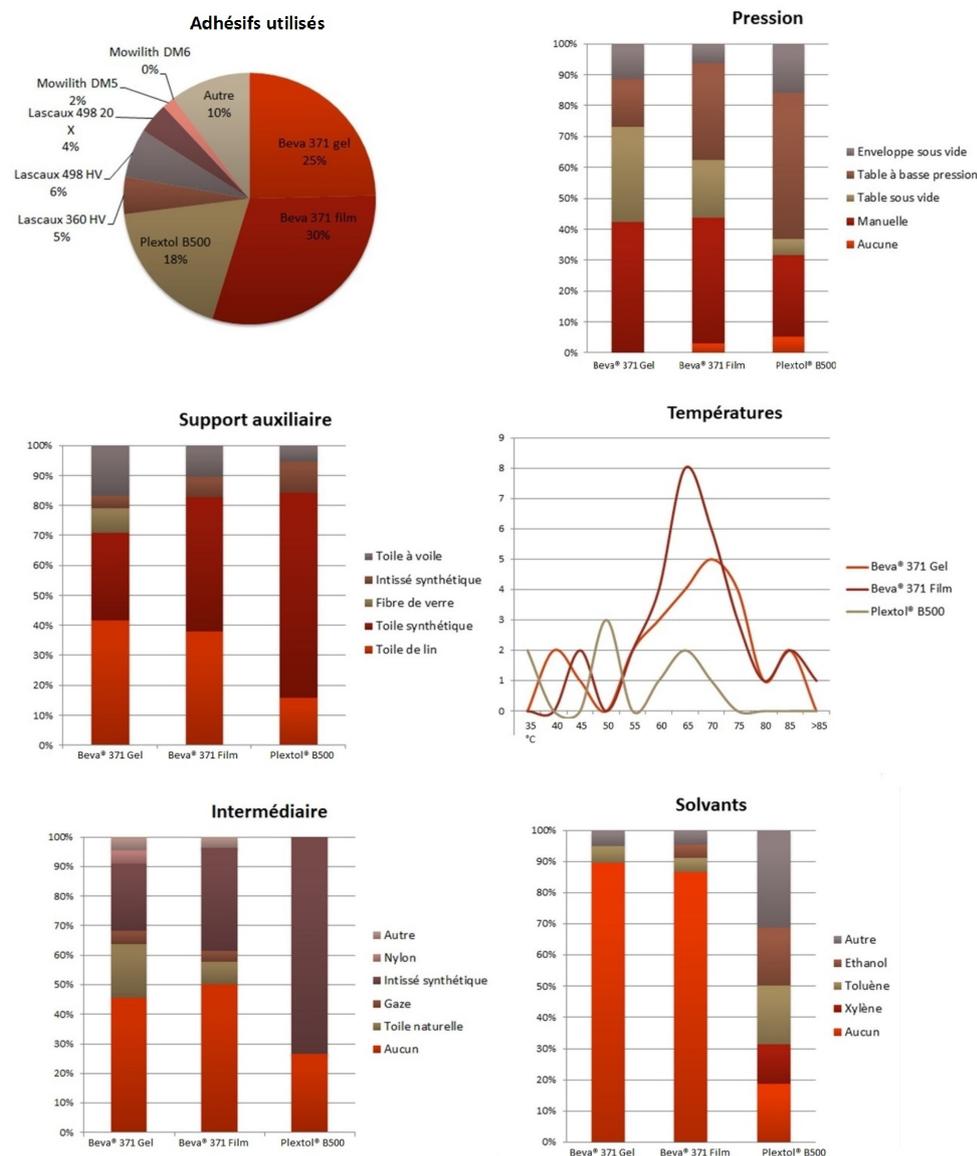
- 5 Le doublage est donc une évolution moderne du rentoilage mis en place dans un contexte de changement des mentalités et de nouvelles possibilités matérielles. Il s'est développé avec les adhésifs synthétiques dès les années 30, alors basés sur l'acétate de vinyle principalement², mais s'est surtout répandu fin des années 60 et durant les années 70, avec les mélanges de polymères acryliques suivis de l'éthylène vinyle acétate³. Ils étaient alors réputés non pénétrants et parfaitement réversibles.

Matériaux et techniques

- 6 Depuis lors, de nombreux matériaux et techniques se sont développés. Afin de cibler la recherche et de s'approcher au mieux des pratiques actuelles des restaurateurs, un sondage a été réalisé au mois de mars 2011.
- 7 Il est alors apparu que la très grande majorité des doublages se réalise à l'aide de Beva® 371 suivi du Plextol® B500, principalement sur toile synthétique et souvent sur toile de lin et avec un non-tissé synthétique intermédiaire dans la moitié des cas. En ce qui concerne le scellage,

la pression est presque toujours utilisée, mais son intensité est peu contrôlée. La chaleur est utilisée à une température moyenne de 60 à 70 °C et pour ainsi dire toujours utilisée dans les cas de Beva® 371 et dans la moitié des doublages au Plextol® B500. La réactivation au solvant n'est presque jamais utilisée sauf pour le Plextol® B500 pour lequel 81% des doublages sont réactivés au solvant.

Fig. 2 Résultat du sondage sur les techniques employées en fonction des adhésifs.



Réversibilité et pénétration

- 8 Malgré toutes les recherches et développements réalisés sur le sujet, aujourd'hui, certains de ces doublages doivent être dé-restaurés. Il s'avère alors que toutes ces techniques ne sont pas si facilement réversibles et qu'une certaine quantité d'adhésif pénètre toujours au sein des fibres de la toile et y demeure irrémédiablement.

Théorie de la réversibilité

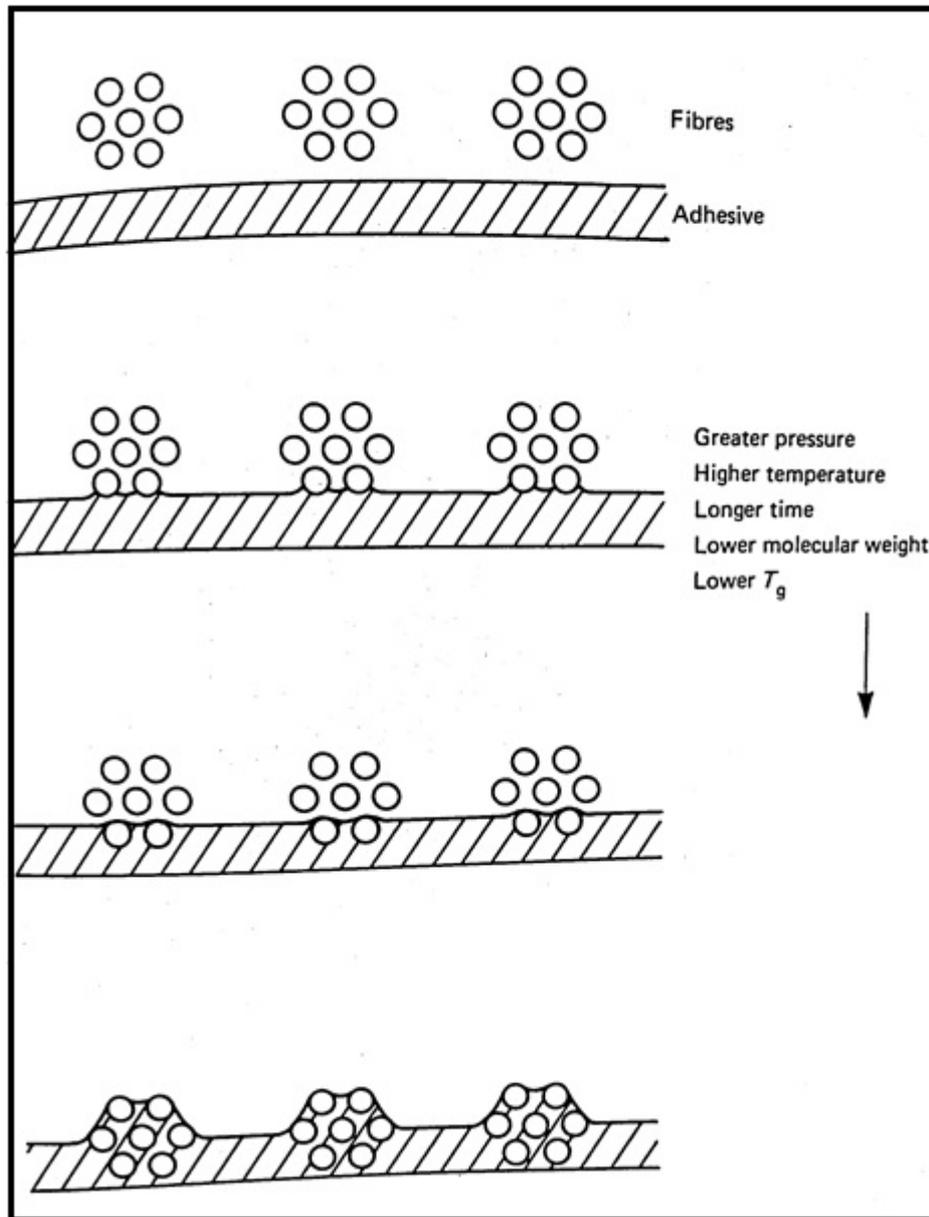
- 9 La question de la réversibilité est un sujet très complexe et polémique dans le monde de la restauration. Pour comprendre comment la contrôler, il a fallu commencer par l'analyser. Pour ce faire, trois axes théoriques permettent de l'envisager dans son ensemble :

- 10 **La suppression possible de l'intervention** : Tous les éléments doivent être retirables y compris ceux qui sont invisibles. Ce qui, pour un doublage, se traduit par le retrait mécanique du support auxiliaire et le retrait des résidus d'adhésif.
- 11 **L'innocuité du traitement** : C'est-à-dire la conservation des propriétés de l'œuvre. D'un point de vue esthétique, optique, physique ou chimique, le traitement ne doit pas modifier l'œuvre (empâtements, indice de réfraction, rigidité, acidité, etc.). Il faut donc éviter les interactions entre les matériaux tant durant l'intervention que la dérestauration.
- 12 **La retraitabilité⁴ de l'œuvre** : Que ce soit après l'avoir retirée ou par ajout, l'intervention ne doit pas limiter une intervention ultérieure.

Paramètres de réversibilité et pénétration

- 13 En pratique, la réversibilité d'un doublage se déroule en trois phases : le retrait mécanique du support auxiliaire, le retrait des résidus d'adhésifs et la retraitabilité. Dans ce processus, trois paramètres physico-chimiques interviennent principalement : L'adhésion jouant un rôle mécanique dans le retrait du support et des résidus ; La solubilité de l'adhésif qui peut être utilisée pour aider au retrait du support ou pour retirer les résidus ; Enfin, la pénétration qui définit l'adhésion, mais aussi les possibilités de retrait des résidus, la conservation des propriétés de l'œuvre et sa retraitabilité.
- 14 **L'adhésion** est un phénomène complexe dans lequel interviennent la chimie, dans le type de liaison formée entre l'adhésif et le substrat, et la physique, dans l'accrochage mécanique. Ces paramètres définissent la force d'adhésion, c'est-à-dire la force qu'il faut appliquer pour séparer les deux substrats (les deux toiles). Pour un doublage, il est évident qu'elle ne doit pas être trop élevée sinon elle limite la réversibilité et risque d'endommager la toile originale lors du retrait de la toile de renfort, mais il faut qu'elle soit suffisante pour soutenir l'œuvre. La force nécessaire pour retirer une toile d'une autre se mesure par le pelage (cf. pelage).⁵
- 15 **La solubilité** de l'adhésif est définie par son paramètre de solubilité. Lorsqu'un solvant est introduit dans un adhésif, il écarte les molécules jusqu'à faire gonfler le film puis éventuellement le liquéfier si c'est un bon solvant. La solubilité peut donc être utilisée pour diminuer la force de cohésion de l'adhésif et donc aider au pelage ou au retrait mécanique des résidus avec un scalpel. Cependant, les solvants pénètrent et se diffusent au sein de la toile originale et probablement dans la couche picturale. Le solvant utilisé doit donc être le moins dommageable pour l'œuvre. Les adhésifs complètement solubilisés peuvent de plus pénétrer à nouveau de manière plus profonde au sein de la toile originale à cause de leur viscosité amoindrie.⁶
- 16 **La pénétration** de l'adhésif au sein de la toile originale est donc très souvent un facteur important d'adhésion, mais peut être contrôlée afin de la limiter. Elle dépend d'un nombre important de facteurs physico chimiques tels que la viscosité (plus l'adhésif sera fluide, plus il pénétrera dans la toile), la tension superficielle et donc la capacité de mouillage de l'adhésif sur la toile, la diffusion de l'adhésif, la capillarité des fibres et la porosité de l'œuvre en général, ... Ces paramètres sont définis par la composition de l'adhésif, sa mise en œuvre et la technique de doublage, comprenant la température d'application, la forme du produit et la pression utilisée en fonction de l'œuvre.⁷

Fig. 3. Pénétration d'adhésif dans les fibres



Influence des facteurs physico-chimiques sur la pénétration des adhésifs dans une toile.

Crédit: HORIE C.V., Materials for conservation, organic consolidants, adhesives and coatings, Oxford, Butterworth Heinemann, 2009, p. 79

17 La pénétration est problématique pour deux raisons principales :

- Les particules incrustées dans la toile sont, a priori, irréversibles, car très difficiles à retirer en profondeur, tout du moins sans altérer la toile (actions aux solvants ou au scalpel). Leur présence peut empêcher la retraitabilité de l'œuvre.
- La pénétration de molécules d'adhésif au sein de l'œuvre peut en modifier les propriétés optiques, chimiques et physiques. Les produits introduits dans l'œuvre peuvent réagir avec celle-ci et se dégrader en son sein en créant des produits de dégradation dangereux pour l'œuvre. Le mélange de Mowilith DM5/DMC2 rejette par exemple de l'acide acétique, qui peut ensuite dégrader l'œuvre.⁸

18 Ainsi, la question de la pénétration de l'adhésif est majeure et indissociablement liée à la réversibilité du doublage, car elle peut l'entraver à chacune des trois étapes précitées.

Expérimentation

Protocole de test

- 19 À partir de ces observations, il paraissait donc nécessaire de réaliser des comparaisons et de mettre au point une méthode permettant d'évaluer la pénétration des adhésifs au sein de la toile originale.
- 20 Une sélection de facteurs d'influence, ciblés en fonction du sondage a donc été opérée : Les tests ont été effectués à partir des trois adhésifs principaux, Beva® 371 film, Beva® 371 gel et Plextol® B500⁹. Les supports sont principalement en toile de lin, mais également en toile de polyester et un non-tissé intermédiaire en polyester. Les adhésifs ont été appliqués de trois manières différentes : continue, Nap Bond lining¹⁰ et en projection (Mist lining)¹¹. Enfin les doublages ont été scellés, à frais ou réactivés, avec chaleur, solvant et pression variables. Les doublages fictifs ont donc été réalisés afin de correspondre à ces différents facteurs.
- 21 Pour chaque adhésif, un doublage de référence est défini selon son mode d'utilisation le plus répandu (cf. sondage). Il est ensuite décliné selon les différents facteurs pour obtenir la plus large gamme d'échantillons possible. La réversibilité mécanique (pelage) et la pénétration des adhésifs dans les toiles de chaque échantillon doivent ensuite être mis en parallèle afin d'en déterminer le lien. Les résultats seront ensuite analysés par type de facteur pour en déterminer les influences.

Étude mécanique : le pelage

- 22 Pour l'étude de la réversibilité mécanique, deux types de pelages à 180° ont été effectués : à froid et à chaud. L'objectif est de déterminer si l'apport de chaleur permet de faciliter l'opération.
- 23 Aucune référence n'existant pour ce type de tests, un dispositif sur mesure a été réalisé : Une mini-table chauffante autour de laquelle sont fixés de part et d'autre un moteur avec un câble enroulé et un dynamomètre électronique. Le moteur¹² permet une traction régulière de 8,7 cm/s tandis que le dynamomètre électronique¹³ accompagné de son logiciel (AFH 01) permet de mesurer la force exercée par la traction de l'autre côté tout au long du processus.
- 24 Pour les tests avec apport de chaleur, les échantillons sont posés sur la table à 50°C durant 5 minutes afin que la température atteigne l'adhésif au centre de l'échantillon avant la réalisation du pelage.

Évaluer la pénétration

- 25 La recherche d'une méthode d'analyse de la pénétration fut la phase la plus complexe. Cela a permis de réaliser un panorama de la plupart des techniques applicables et d'en évaluer les capacités et limites.
- 26 Dans un premier temps, la pesée¹⁴ des échantillons a permis de connaître le poids des résidus d'adhésif dans la toile originale après pelage, mais l'accrochage des fibres durant le pelage en rend l'interprétation plus complexe.
- 27 Ensuite, l'observation en coupe sous microscope optique a permis d'observer la disposition de l'adhésif. Cette étape a permis d'observer chaque doublage en coupe et de déterminer différents types de comportement de l'adhésif : l'épaisseur et la répartition de l'adhésif (régulière ou non) ainsi que sa localisation pour les plus visibles.

Fig. 4. Vue microscopique de doublage en coupe

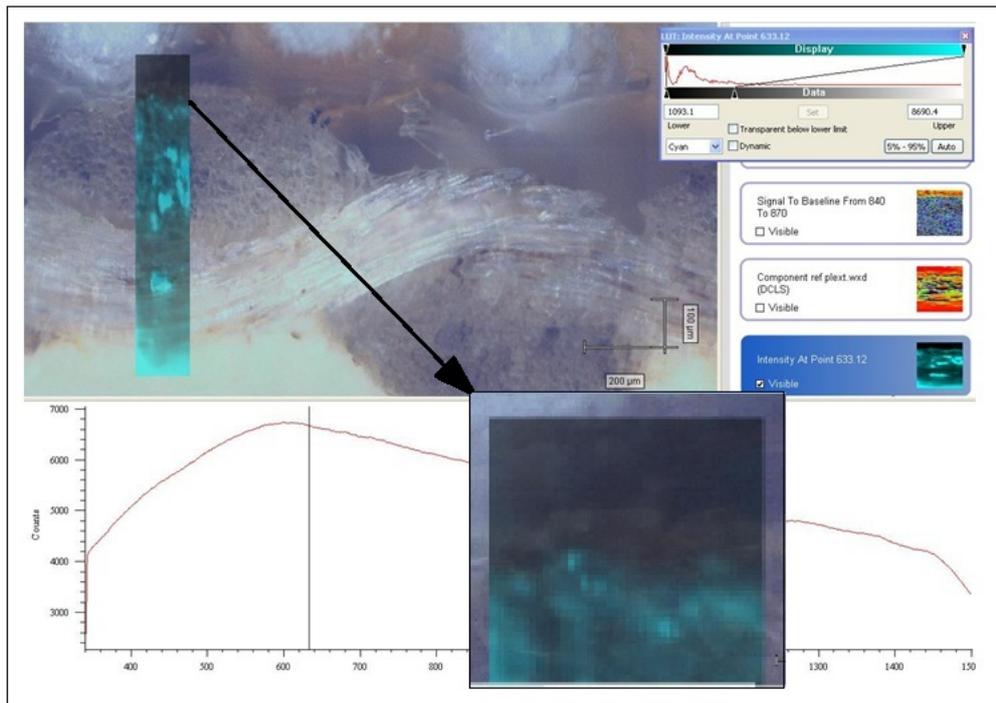
Ces observations permettent une localisation et visualisation du comportement des adhésifs en fonction des doublages.
Crédit: © Manon D'haenens

- 28 Finalement, afin d'obtenir une mesure plus précise, un système d'identification du matériau est nécessaire : Le marquage de l'adhésif a été envisagé (fluorochrome, marqueur radioactif, colorant et réactif chimique), mais aucune des possibilités n'a pu être mise en œuvre. Le microscope électronique à balayage en mode environnemental¹⁵ ne permet pas de différencier clairement les matériaux tous organiques et composés des mêmes éléments de base. L'imagerie Terahertz¹⁶ manque de résolution par rapport à l'épaisseur de la couche d'adhésif. La spectroscopie infrarouge¹⁷ est une technique qui s'approche de l'objectif, mais reste trop peu précise également. Enfin, la spectroscopie Raman, proche de la spectroscopie infrarouge, est assez précise, de l'ordre du micron, pour permettre cette recherche.
- 29 L'aide de deux centres de recherche, l'Ulg et le CICRP¹⁸, a permis de développer une méthode efficace. La cartographie par spectroscopie Raman permet effectivement l'évaluation de la pénétration de l'adhésif au sein de la toile.

Cartographies Raman

- 30 La spectroscopie Raman est une méthode d'analyse des rayonnements diffusés par les vibrations d'une molécule. Elle se réalise par la mesure de la fréquence d'un rayon laser monochromatique après avoir été réfléchi par l'échantillon. La modification de la fréquence initiale par la vibration moléculaire permet alors d'identifier le type de liaison atteint.
- 31 L'analyse Raman permet d'identifier des molécules, d'en réaliser une analyse quantitative, de distinguer deux molécules de même composition atomique ou de structure cristalline différente. L'avantage de la méthode est de nécessiter peu de matière, de permettre une résolution de l'ordre du micron et de pouvoir se faire sans modification de l'atmosphère, donc à l'air libre.¹⁹
- 32 L'imagerie a été effectuée en couplant la spectroscopie à la microscopie et en réalisant un « scan » c'est-à-dire en réalisant un spectre point par point sur toute la surface de la zone sélectionnée²⁰. Par traitement de ces résultats, il est donc possible de faire ressortir les éléments caractéristiques de l'adhésif et de les mettre en évidence. Couplé à l'image microscopique, cela permet donc de localiser l'adhésif et de mesurer sa pénétration dans la toile.

Fig. 5. Cartographie Raman d'un doublage au Plextol® B500



Visualisation de la pénétration dans la zone plus foncée.
 Crédit: © Manon D'haenens

Résultats

33 Pour une raison évidente de marge d'erreur, les différents résultats obtenus ne peuvent être utilisés comme valeur absolue. Ils doivent être employés par comparaison entre eux et confrontés aux objectifs de départ.

Fig. 6. Tableau récapitulatif des résultats obtenus

N°	Application	Pression (kPa)	Température (°C)	Solvant (ml/m²)	Support	Pelage (N/m)	pelage à chaud (N/m)	Evaluation approximative de la pénétration par Raman (µm)
BfRC1	film	30	65	-	Lin	8,574	-	-
BfRC2	film	0	65	-	Lin	-	-	-
BfRC3	film	50	65	-	Lin	8,574	07	-
BfRC4	film	30	80	-	Lin	282,94	91,456	0
BfRC5	film	30	65	-	Lin+intissé	17,148	-	-
BfRC6	film	30	65	-	Polyester	8,574	0	-
BfRS1	film	30	0	190	Lin	-	-	-
BfRS2	film	0	0	190	Lin	-	-	-
BfRS3	film	50	0	190	Lin	-	-	-
BfRS4	film	30	0	380	Lin	-	-	-
BfRS5	film	30	0	190	Lin+intissé	-	-	-
BfRS-C1	film	30	65	190	Lin	551,59	42,87	100
BfRS-C2	film	30	65	190	Lin+intissé	194,34	100,03	0
Beva® 371 film								
Légende								
● Doublage inefficace								
● Réversible/efficacité faible								
● Bonne réversibilité								
● Mauvaise réversibilité								
● Très mauvaise réversibilité								
Plextol® B500								
BaRC1	Spalter	30	65	-	Lin	8,574	-	100
BaRC2	Spalter	0	65	-	Lin	-	-	-
BaRC3	Spalter	50	65	-	Lin	20,006	-	-
BaRC4	Spalter	30	65	-	Lin	-	-	-
BaRC5	Spalter	30	30	-	Lin	-	-	-
BaRC6	Spalter	30	80	-	Lin	82,882	17,148	100
BaRC7	Spalter	30	65	-	Lin+intissé	25,722	-	07
BaRC8	Spalter	30	65	-	Polyester	54,302	7,858	-
BaRC1	Mist lining	30	65	-	Lin	40,012	-	-
BaRS1	Spalter	30	0	190	Lin	-	-	-
BaRS2	Spalter	0	0	190	Lin	-	-	-
BaRS3	Spalter	50	0	190	Lin	-	-	-
BaRS4	Spalter	30	0	380	Lin	8,574	-	0
BaRS5	Spalter	30	0	190	Lin+intissé	-	-	-
BaRS-C1	Spalter	30	65	190	Lin	22,864	-	-
BaRS-C2	Spalter	30	65	190	Lin+intissé	97,172	37,154	-
BaFC1	Spalter	30	65	-	Lin	8,574	-	-
BaFC2	Spalter	30	65	-	Lin+intissé	-	-	-
BaFC3	Spalter	30	65	-	Polyester	5,716	-	-
BaFS1	Spalter	30	0	190	Lin	-	-	-
BaFS2	Spalter	30	0	190	Lin+intissé	-	-	-
Beva® 371 gel								
PaRC1	Palette	30	65	-	Lin	8,574	-	-
PaRC2	Palette	50	65	-	Lin	-	-	07
PaRC3	Palette	30	30	-	Lin	-	-	-
PaRC4	Palette	30	80	-	Lin	14,29	-	-
PaRC5	Palette	30	65	-	Lin+intissé	8,574	-	-
PaRS1	Palette	30	0	190	Lin	68,392	88,588	0
PaRS2	Palette	0	0	190	Lin	-	-	-
PaRS3	Palette	50	0	190	Lin	31,438	-	-
PaRS4	Palette	30	0	380	Lin	217,21	213,49	0
PaRS5	Palette	30	0	190	Lin+intissé	62,876	54,302	-
PaRS6	Palette	30	0	190	Polyester	-	-	-
PbRS1	Mist lining	30	0	190	Lin	171,48	257,22	-
PbRS1	Nap Bond	30	0	190	Lin	65,734	54,302	-
PaRS+C1	Palette	30	65	190	Lin	231,5	165,76	-
PaRS+C2	Palette	30	65	190	Lin+intissé	28,58	-	07
PaFC1	Palette	30	65	-	Lin	-	-	-
PaFC2	Palette	50	65	-	Lin	34,296	20,006	-
PaFC3	Palette	30	65	-	Lin+intissé	60,018	25,722	-
PaFS1	Palette	30	0	190	Lin	140,04	125,81	50
PaFS2	Palette	50	0	190	Lin	178,61	114,32	2
PaFS3	Palette	30	0	380	Lin	-	505,87	07
PaFS4	Palette	30	0	190	Lin+intissé	77,166	26,59	207
PaFS5	Palette	30	0	190	Polyester	208,63	314,28	40
PbFS1	Mist lining	30	0	190	Lin	282,94	282,94	200
PbFS1	Nap Bond	30	0	190	Lin	-	505,87	207
PaFP1	Palette	30	0	-	Lin	-	-	-
PaFP2	Palette	30	0	-	Lin+intissé	60,018	34,296	-
PaFS+C1	Palette	30	65	190	Lin	260,08	231,49	-

Les valeurs obtenues donnent une première interprétation, mais doivent principalement être utilisées en comparaison les unes avec les autres.

Crédit: © Manon D'haenens

Réversibilité mécanique : pelage

34 L'interprétation des résultats se base sur les données de Gerry Hedley et Alan Phenix qui considèrent que 120 N/m est un minimum pour que le doublage soit efficace, 320 à 400 N/m

pour une bonne adhérence et 600 N/m est un maximum au-delà duquel la réversibilité pourrait être difficile.²¹

35 Durant ce test, la majorité des doublages a présenté une rupture adhésive à l'interface toile originale-adhésif et quelques doublages ont révélé une rupture cohésive en surface du substrat à cette même interface²².

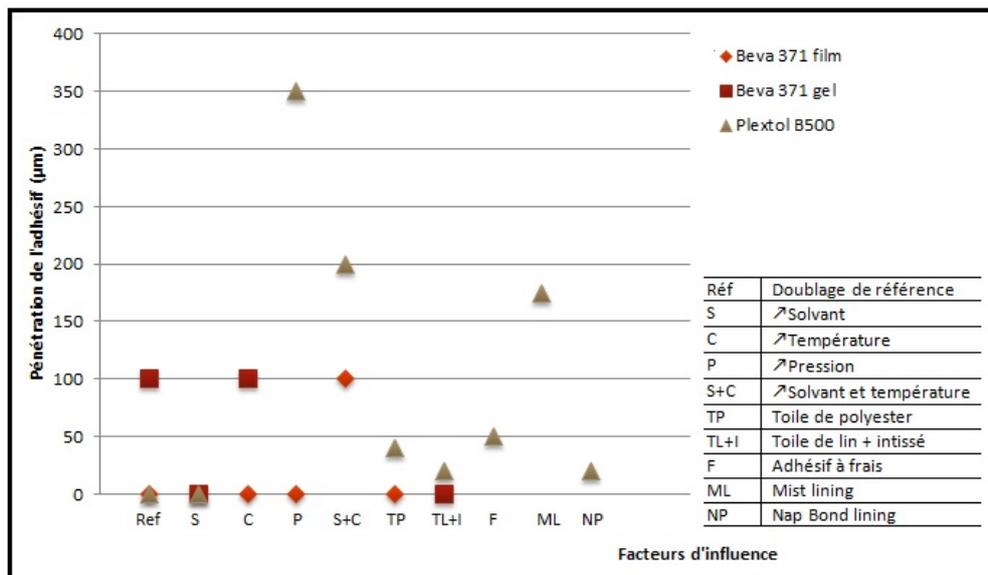
36 Aussi surprenant que cela puisse paraître, il ne semble par contre exister aucun lien reliant la force de pelage nécessaire pour défaire un doublage et le taux de pénétration de l'adhésif au sein de la toile originale. Il pourrait aussi s'agir d'un manque d'éléments de comparaison et de multiplication d'échantillons.

37 Par contre, les résultats indiquent clairement une influence de l'apport de chaleur sur la force de pelage qui est généralement beaucoup plus faible. Aucune règle proportionnelle ne peut cependant en être dégagée.

La pénétration : facteurs d'influence

38 Plusieurs tendances ont pu être dégagées en fonction de chaque facteur envisagé.

Fig. 7. Taux de pénétration en fonction des facteurs d'influence



Comparaison des principales mesures obtenues par cartographie Raman en fonction des adhésifs et des facteurs d'influence testés

Crédit: © Manon D'haenens

Les adhésifs

39 Chaque adhésif se comporte de manière différente. Par généralisation, il peut être conclu que :
 40 Le film Beva[®] 371 ne pénètre pas. Il se maintient sous une forme déterminée et sans propagation, excepté lors d'apport de solvant ajouté à la chaleur. La force de pelage augmente alors également de manière très importante. Le Beva[®] 371 gel présente plus facilement une pénétration de 100 µm en moyenne. Sa localisation visuelle est plus difficile, il apparaît plus diffus. Enfin, le Plectol[®] B500 pénètre de 50 µm environ. Il forme un film d'adhésif beaucoup plus identifiable. Sa localisation visuelle sous microscope est généralement aisée. Sa pénétration semble sensible à la pression, à la combinaison chaleur/solvant et à l'utilisation à frais de l'adhésif.

Le scellage

41 La combinaison de chaleur et solvant a un impact important qui entraîne une très nette augmentation de la force de pelage et une pénétration importante. La température et la quantité de solvant ont un impact sur la force de pelage, mais la pénétration y semble moins liée. La force de pelage augmente lorsque la température utilisée augmente. La pénétration ne semble par contre pas évoluer, mais le poids des résidus diminue. Une augmentation nette de la force de pelage est également observable avec l'augmentation de volume de solvant, mais

Le comportement lié à la pénétration n'est pas évident. La pression y est par contre clairement liée pour les adhésifs sous forme « liquide ». La variation de la pression ne semble avoir aucun impact sur les doublages réalisés au film Beva® 371, mais la Beva® 371 en gel et le Plextol® B500 présentent une nette augmentation de la force de pelage avec l'augmentation de pression. Il y a également plus de pénétration pour les doublages réalisés dans le frais que réactivés.

Le support

42 La toile de référence utilisée est la toile de lin. Les résultats des autres supports sont donc interprétés en comparaison à celle-ci. L'utilisation d'un non-tissé intermédiaire pourrait effectivement diminuer la pénétration et garantir une meilleure réversibilité mécanique. La toile de polyester ne semble par contre par très pertinente comme facteur d'influence. Ses résultats sont hétérogènes et aucune règle générale ne peut en être dégagée.

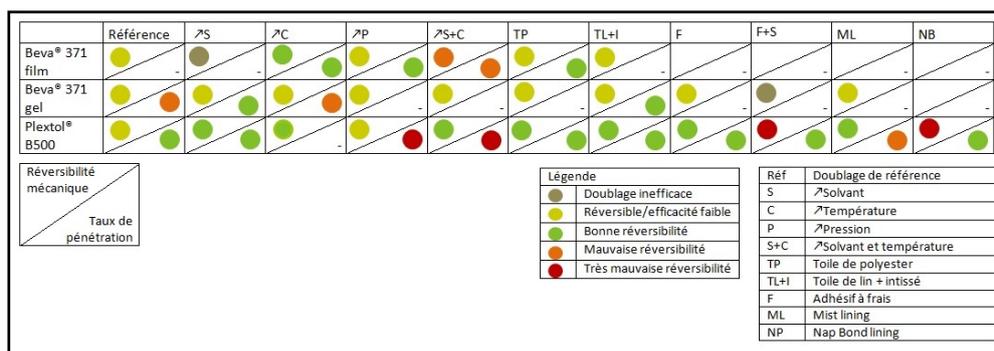
L'application de l'adhésif

43 Enfin, l'application de l'adhésif a clairement un impact sur la force de pelage et la pénétration. Les résultats de l'application par projection (« mist lining ») sont d'ailleurs très surprenants, car à l'opposé de la littérature et des recherches théoriques.²³ Il serait intéressant de reproduire ces tests pour vérification. La projection en nuage présente une accroche beaucoup plus importante que l'application en film continu. Les forces de pelage sont donc beaucoup plus importantes. Le Plextol® B500 appliqué dans le frais et réactivé au solvant présente une pénétration trois à quatre fois plus forte avec une application en pulvérisation qu'à la palette. Pour l'application en Nap Bond, dans le cas de la réactivation il n'y a pas de différence notable avec l'application continue tandis que dans le frais, sa force de pelage est presque neuf fois supérieure. Sa pénétration est par contre plus faible de moitié environ.

Conclusions

44 L'éventail de tests et d'échantillons réalisé a permis d'établir une comparaison entre les différents facteurs envisagés et de dégager des conclusions importantes.

Fig. 8. Tableau récapitulatif



Niveaux de réversibilité en fonction des combinaisons de facteurs.

Crédit: © Manon D'haenens

45 Premièrement, la réversibilité d'un doublage dépend de nombreux facteurs et non uniquement de l'adhésif choisi. Un choix ne se limite donc pas à l'adhésif à utiliser, mais bien en considération des combinaisons de facteurs qui entrent dans la réalisation de l'opération. De plus, le pelage peut être amélioré par un apport de chaleur lors du pelage.

46 Deuxièmement, il est possible d'évaluer la pénétration d'un adhésif au sein d'une toile sans en modifier le comportement. Cette évaluation concerne tant la mesure de la profondeur au sein des fibres que l'observation du comportement de l'adhésif entre les fils et/ou les fibres.

47 Finalement, la pénétration de l'adhésif au sein de la toile originale dépend d'un certain nombre de facteurs (mode d'application et de scellage de l'adhésif, réactivation du doublage et choix d'un support intermédiaire). Son comportement n'est pas systématiquement similaire à celui du pelage. Ceci induit que la réversibilité d'un doublage ne se limite pas à sa force de pelage, mais doit s'entendre dans un sens plus large.

Projections

- 48 Suite à ce développement, de nombreuses questions liées à la réversibilité des doublages peuvent à présent être approfondies. La procédure et les paramètres à suivre étant établis il serait donc maintenant possible d'élargir les résultats.
- 49 Il serait effectivement très intéressant d'étendre l'étude aux facteurs d'influence qui n'ont pu être considérés cette fois-ci (concentration de l'adhésif, autres supports, autres solvants, autres adhésifs synthétiques ou naturels, etc.) et de le coupler à un système de coloration afin de permettre une évaluation de la quantité de résidus en surface.
- 50 De plus, mesurer la pénétration et la quantité de résidus tout au long du processus de dérestauration (tests de retrait des résidus, mécaniques et chimiques, tests de pelage appuyés par vapeur de solvant) donnerait une idée de l'impact des traitements sur l'œuvre.

Bibliographie

Adhésifs et consolidants pour la conservation : recherches et applications - ICC Symposium Ottawa, 17 au 21 oct. 2011, Ottawa, ICC, 2011.

Adhésifs et consolidants, Xe Congrès international, Paris 2-7 septembre 1984, Champs-sur-Marne, SFIIC, 1984.

Alternatives to lining, The structural treatment of paintings on canvas without lining, 19 sept. 2003, Preprints, London, UKIC, 2003.

ICOM Committee for Conservation, 4th triennial meeting, Venise, Paris, ICOM, 1975.

ICOM Committee for Conservation, 6th triennial meeting, Ottawa, Paris, ICOM, 1981.

Lining and backing: the support of paintings, paper and textiles. Papers delivered at the UKIC conference, 7-8 November 1995, London, UKIC, 1995.

ACKROYD, P., "The long-term aims of lining treatments for canvas paintings: are they achievable?", dans *Interim meeting, international conference on painting conservation: canvases, behaviour, deterioration and treatment: preprints*, Valencia, Editorial UPV, 2005, pp. 173-184.

ACKROYD, P., BOMFORD, D., "Questions of reversibility in the conservation of paintings on canvas", dans *British Museum occasional paper - Reversibility: does it exist?*, n° 135, London, The Trustees of the British Museum, 1999, pp. 53-62.

ACKROYD, P., PHENIX, A., VILLERS, C., "Not lining in the twenty-first century: attitudes to the structural conservation of canvas paintings", dans *The conservator*, n°26, 2002, pp. 14-23.

APPELBAUM, B., "Criteria for treatment: reversibility", dans *Journal of the American Institute for Conservation*, n° 26, Washington, 1987, pp. 65-73.

BERGER G.A., "Formulating adhesives for the conservation of painting", dans *ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Zagreb, 1-8 Oct., Preprints*, 1976, pp. 169-181.

BRUNDLE, C., R., EVANS, CH., A., WILSON SH., *Encyclopedia of materials characterization, surfaces, interfaces, thin films*, Stoneham, Butterworth-Heinemann, 1992, p. 33.

BUZZEGOLI, E., LANDI, L., MINOTTI, D., "The phenomenon of diffusion of materials used for painting consolidation in a porous support", dans *The Care of Painted Surfaces. Materials and methods for consolidation, and scientific methods to evaluate their effectiveness. Proceedings of the Conference, Milan, November 10-11, 2006, Saonara, Il prato, 2006*, pp. 79-87.

CASINI, A., et al., "Image spectroscopy mapping technique for non-invasive analysis of paintings", dans *Studies in Conservation*, vol.44, n°1, 1999, pp. 39-48.

COUPRY, CL., "Application of Raman microspectrometry to art objects", dans *Analysis*, n°1, vol.28, New York, Wiley – VCH, 2000, pp. 39-46.

GAY, M-CH., "Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces", dans *Annales du laboratoire de recherche des musées de France*, 1970, pp. 8-24.

GUINEAU, B., "Analyse in situ par microsonde Raman Laser d'une couche picturale à travers un support transparent", dans *Icom 7th triennial meeting. Copenhagen, 10-14 September 1984. Preprints*, Paris, Icom, 1984, pp. 84.14.29-84.14.33.

HEDLEY, G., *Measured Opinions*, London, United Kingdom Institute for conservation, 1993.

- HORIE, C.V., "Reversibility of polymers treatments", dans *The proceedings of the symposium resins in conservation, held at Edinburgh, 21st-22nd May 1982*, Edinburg, Scottish Society for Conservation and Restoration, 1983, pp. 3.1-3.6.
- HORIE, C.V., *Materials for conservation, organic consolidants, adhesives and coatings*, Oxford, Butterworth Heinemann, 2009.
- JAÏS-CAMIN, C., "Étude sur la réversibilité d'une nouvelle méthode de doublage avec la Beva 371 vaporisée chaude", dans *Conservation-Restauration des Biens Culturels*, Paris, ARAAFU, s.d., pp. 47-53.
- JANSSENS, K., DIK, J., SUSINI, J., "Photon-Based Techniques for Nondestructive Subsurface Analysis of Painted Cultural Heritage Artifacts", dans *Accounts of Chemical Research*, n°6, vol.43, 2010, pp. 814-825.
- MCGLINCHEY, CHR., et al., "Lining and consolidating adhesives: some new developments and areas of future research", dans *ICC Symposium Ottawa, Adhésifs et consolidants pour la conservation : recherches et applications - 17 au 21 oct. 2011*, Ottawa, ICC, 2011.
- MEHRA V.R., "Dispersion utilisée comme colle de rentoilage : champs d'application", dans *Adhésifs et consolidants, Xe Congrès international, Paris 2-7 septembre 1984*, Champs-sur-Marne, SFIIC, 1984, pp.41-43.
- MEHRA, V.R., "Further developments in cold lining (nap-bond system)", dans *Icom Committee for Conservation. 4th triennial meeting, Venice, 13-18 October. Preprints*, Paris, Icom, 1975, pp. 75115-1-26.
- PASTEROLLI, G., TADAY, PH., LOWE, D., STRLIC, M., "3D Terahertz imaging", dans *Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collection*, Paris, CTHS, 2012, pp. 102-103.
- PERCIVAL-PRESCOTT, W., "The lining cycle: causes of physical deterioration in oil paintings on canvas: lining from the 17th Century to the present day", dans *Lining paintings : papers from the Greenwich conference on comparative lining techniques*, London, Archetype publication, 2003, pp. 1-15.
- PHENIX, A., HEDLEY, G., "Lining without heat or moisture", dans *Measured Opinions*, London, United Kingdom Institute for conservation, 1993, pp. 42-48.
- ROCHE, A., "Approche du principe de réversibilité des doublages de peintures sur toile » dans *Studies in Conservation*, n° 2, vol 48, 2003, pp. 83-94.
- ROCHE, A., "Comportement de l'adhésif dans le doublage. Étude d'un doublage à froid", dans *Conservation-Restauration*, n°11, 1981, pp. 18-21.
- ROPRET P. ET AL., "Advances in Raman mapping of works of art", dans *Journal of Raman Spectroscopy*, 2010, 6p.
- SASVIC, S., OZAKI, Y., *Raman, infrared, and near-infrared chemical imaging*, Wiley, Hoboken, 2010, pp. 10-13 et 23-51.
- SOPPA, K., "Visualizing the penetration of consolidants using fluorescent labelling", dans *ICC Symposium Ottawa, Adhésifs et consolidants pour la conservation: recherches et applications - 17 au 21 oct. 2011*, Ottawa, ICC, 2011.
- STOUT, G.L., GETTENS, R.J., "The problem of lining adhesives for paintings", dans *Technical studies in the field of the fine arts*, n°2, vol. 2, 1933, pp.81-104.
- VAN OCH, J., "Mist lining and low-pressure envelopes: an alternative lining method for reinforcement of canvas paintings", dans *Zeitschrift fur kunsttechnologie and konservierung*, n°17, vol. 1, 2003, pp. 116-128.
- VILLERS, C., *Lining paintings: papers from the Greenwich conference on comparative lining techniques*, London, Archetype publication, 2003, 175p.
- WOLBERS, R., "Appendix 1 : Examining and staining paint cross-sections", dans *Cleaning painted surfaces, Aqueous methods*, London, Archetype, 2000, pp. 167-183.

Notes

- 1 BERGEON, S., *Peinture et dessin, vocabulaire typologique et technique*, Paris, Editions du Patrimoine, 2009, p. 633.
- 2 STOUT, G.L., GETTENS, R.J., "The problem of lining adhesives for paintings", dans *Technical studies in the field of the fine arts*, n°2, vol. 2, 1933, pp.81-104.
- 3 ³MEHRA V.R., "Dispersion utilisée comme colle de rentoilage : champs d'application", dans *Adhésifs et consolidants, Xe Congrès international, Paris 2-7 septembre 1984*, Champs-sur-Marne, SFIIC, 1984,

- pp. 41-43. BERGER G.A., "Formulating adhesives for the conservation of painting", dans *ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Zagreb, 1-8 Oct., Preprints*, 1976, pp. 169-181.
- 4 Terme utilisé par Barbara Appelbaum pour décrire l'un des degrés de la réversibilité qui assume l'impossibilité d'une réversibilité complète mais indique que même s'il n'est pas possible de revenir à l'état antérieur de l'œuvre, le traitement doit laisser le libre choix lors d'une réflexion ultérieure.
- 5 COGNARD J., *Science et technologie du collage*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004. DARQUE-CERETTI E., FELDER E., *Adhésion et adhérence*, Paris, CNRS Editions, 2003. ALLEN K.W., "Adhésion et adhésifs : principes de base", dans *Adhésifs et consolidants, Xe Congrès international, Paris 2-7 septembre 1984*, Champs-sur-Marne, SFIIC, 1984, pp. 1-8.
- 6 MASSCHELEIN-KLEINER L., *Les solvants*, Bruxelles, IRPA, 1994, pp. 39 et 49. HANSEN Ch.M., *The three dimensional solubility parameter and solvent diffusion coefficient, their importance in surface coating formulation*, Copenhagen, Danish Technical Press, 1967, pp. 12-16. TEAS J.P., "Graphic analysis of resin solubilities", dans *Journal of paint technology*, n°516, vol.40, 1968, pp. 19-25. TUMOSA Ch. S., MILLARD J., ERHARDT D., MECKLENBURG M.F., "Effects of solvents on the physical properties of paint films", dans *ICOM Committee for Conservation. 12th triennial meeting, Lyon, 29 August-3 Sept. 1999. Preprints*, London, James and James, 1999, p. 351. ERHARDT D., CUNNINGHAM S.R., "Extraction of material from oil paints by solvents", dans *Materials Issues in Art and Archaeology VI - symposium proceedings - materials research society*, Warrendale, Materials Research Society, 2002, pp. 43-52.
- 7 VAN DE VORST, A., *Introduction à la physique, premier cycle*, 2e édition, Bruxelles, De Boeck, 1997, pp. 366-371. ATKINS P. W., *Les concepts de chimie physique - 1e et 2e cycles universitaires*, Paris, Dunod, 1998, pp. 5-6. BUZZEGOLI E., LANDI L., MINOTTI D., "The phenomenon of diffusion of materials used for painting "consolidation in a porous support", dans *The Care of Painted Surfaces. Materials and methods for consolidation, and scientific methods to evaluate their effectiveness. Proceedings of the Conference, Milan, November 10-11, 2006*, Saonara, Il prato, 2006, pp. 82-83.
- 8 CHEVALIER A., *Comment concevoir un protocole d'application des technologies laser et nanogels pour la conservation/restauration des peintures sur toile*, Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris, Institut des sciences et technologies, 2010, pp. 46-47.
- 9 Beva® 371 gel de chez CTS et Beva® 371 film et Plectol® B500 de chez Kremer-Pigmente. Toile Lascaux P110 et toile de lin belge (395g/m² et 12,5 x 13 fils/cm²) de chez Deffner et Johann
- 10 MEHRA, V.R., "Further developments in cold lining (nap-bond system)", dans *Icom Committee for Conservation. 4th triennial meeting, Venice, 13-18 October. Preprints*, Paris, Icom, 1975, pp. 75115-1-26.
- 11 VAN OCH, J., "Mist lining and low-pressure envelopes: an alternative lining method for reinforcement of canvas paintings", dans *Zeitschrift für kunsttechnologie and konservierung*, n°17, vol. 1, 2003, pp. 116-128.
- 12 58 Visseuse Black & Decker® 14,4v
- 13 Dynamomètre SAUTER® FH 500
- 14 Balance « Sartorius »® BP210S - précision à 0,1 mg.
- 15 Test réalisé à l'Ulg (centre de microscopie Catµ) avec un appareil Philips XL-30 ESEM (Tension d'accélération de 20kV, Taille de spot de « 4.0 », Pression de vapeur d'eau de 0,4 Torr) Le microscope électronique à balayage (MEB) fonctionne sur base d'un faisceau d'électrons focalisé qui balaye la surface de l'échantillon ("scan") afin d'obtenir une image de la zone analysée en fonction des photons et électrons émis par l'interaction de la matière avec le faisceau d'électron incident. En « mode environnemental » (ESEM), signifie qu'il ne nécessite pas de vide d'air,
- 16 Cette technique a pu être testée grâce à l'aide de Tiphaine BARDON, étudiante doctorante en ingénierie au Centre for Sustainable Heritage, UCL London, supervisée par Matija STRLIC qui a accepté de prendre en charge les échantillons et Bianca JACKSON, chercheuse post-doctorante au C2RMF, Paris, qui l'a assistée lors de son stage au C2RMF où ont été réalisées les imageries. L'appareil utilisé est un Picometrix T-Ray 4000. Le THz-TDS (TeraHertz Time Domain Spectroscopy) se base sur l'interface entre deux médiums d'indices de réfraction différents. Le faisceau incident est donc renvoyé avec une modification selon l'indice de réfraction rencontré et indique la séparation des couches par la variation de cet indice de réfraction. L'épaisseur de ces couches peut également être calculée en fonction du temps de retour de l'onde.
- 17 Tests effectués en réflexion sur un µFTIR Nicolet® à l'Ulg. La spectroscopie infrarouge (FTIR) est basée sur l'analyse de l'absorption des rayonnements infrarouge par les molécules suite à leur vibration. Chaque type de liaison peut être identifié par sa vibration.
- 18 Avec l'aide du Pr. Gilbert à l'Université de Liège, Belgique et M. Colombini au Centre Interrégional de Conservation Restauration du Patrimoine à Marseille, France.

- 19 GUINEAU, B., "Analyse in situ par microsonde Raman Laser d'une couche picturale à travers un support transparent", dans *Icom 7th triennial meeting. Copenhagen, 10-14 September 1984*. Preprints, Paris, Icom, 1984, pp. 84.14.29-84.14.33. STUART B., *Analytical techniques in materials conservation*, Chichester, Wiley, 2007, pp. 136-157. ROPRET P. et al., Advances in Raman mapping of works of art", dans *Journal of Raman Spectroscopy*, 2010, 6p. COUPRY, Cl., "Application of Raman microspectrometry to art objects", dans *ANALYSIS*, n°1, vol.28, New York, Wiley – VCH, 2000, pp. 39-46. BRUNDLE, C., R., EVANS, Ch., A., WILSON Sh., *Encyclopedia of materials characterization, surfaces, interfaces, thin films*, Stoneham, Butterworth-Heinemann, 1992, p. 33. SASVIC, S., OZAKI, Y., *Raman, infrared, and near-infrared chemical imaging*, Wiley, Hoboken, 2010, pp. 10-13 et 23-51.
- 20 Micro-Raman Renishaw modèle InVia dispersif couplé à un microscope modèle LEICA (CICRP) Laser : diode à 785 nm et 300mW de puissance initiale – détecteur CCD Renishaw Rencam du type NIR/UV deep depletion – grossissement x200 – Logiciel Renishaw Wire 3.3 - mode static
- 21 ACKROYD, P., "The long-term aims of lining treatments for canvas paintings: are they achievable?", dans *Interim meeting, international conference on painting conservation: canvases, behavior, deterioration and treatment: preprints*, Valencia, Editorial UPV, 2005, p. 179.
- 22 Lors de tests d'adhésion, 3 types de rupture peuvent intervenir : cohésive du substrat (rupture au sein du support), cohésive de l'adhésif (rupture dans l'épaisseur de l'adhésif) ou adhésive (rupture à l'interface entre le substrat et l'adhésif). La dernière est bien entendu la plus souhaitée.
- 23 JAÏS-CAMIN, C., "Etude sur la réversibilité d'une nouvelle méthode de doublage avec la Beva 371 vaporisée chaude", dans *Conservation-Restauration des Biens Culturels*, Paris, ARAAFU, s.d., pp. 47-53. VAN OCH, J., "Mist lining and low-pressure envelopes: an alternative lining method for reinforcement of canvas paintings", dans *Zeitschrift für kunsttechnologie and konservierung*, n°17, vol. 1, 2003, pp. 116-128.

Pour citer cet article

Référence électronique

Manon D'haenens, « La pénétration des adhésifs de doublage », *CeROArt* [En ligne], | 2013, mis en ligne le 11 mai 2013, consulté le 21 février 2014. URL : <http://ceroart.revues.org/3082>

À propos de l'auteur

Manon D'haenens

Manon D'haenens, Conservatrice et restauratrice d'art contemporain et peintures de chevalet.
Diplômée de l'ESA Saint-Luc de Liège en Conservation Restauration d'œuvres d'art, Master II Spécialisé Art Contemporain.

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

La réversibilité des doublages est une question complexe et intimement liée à la pénétration des adhésifs au sein de la toile originale. Cette investigation a consisté en la recherche des facteurs d'influence et la mise au point d'une méthode d'évaluation de la pénétration. Les adhésifs testés sont les plus fréquemment utilisés actuellement : Plextol® B500 et Beva® 371.

The reversibility of linings is complex and intimately linked to the penetration of adhesives into the original canvas. The aim of the research was to define factors of influence as well as to develop a method to assess adhesive penetration. The adhesives tested are currently the most frequently used: Plextol® B500 and Beva® 371.

Entrées d'index

Mots-clés : doublage, pénétration, Raman, cartographie Raman, réversibilité

Keywords : lining, penetration, Raman, Raman mapping, reversibility