

*Résumé*

Le doublage des dessins de grand format sur non-tissé polyester apparaît comme une solution particulièrement intéressante en raison de ses qualités de souplesse et de stabilité aux variations hygrométriques. Toutefois, elle nécessite d'être mieux adaptée au support papier ; c'est ainsi que nous avons effectué une étude destinée à déterminer l'influence de l'adhésif de doublage sur la stabilité mécanique de l'œuvre doublée sur non-tissé polyester. Deux séries d'expérience ont été menées : la première a consisté à évaluer le comportement mécanique d'échantillons de doublage réalisés avec différents adhésifs et soumis à de fortes variations hygrométriques ; la seconde a permis de mesurer, au moyen d'un vieillissement artificiel et de tests de pelage, l'évolution du pouvoir adhésif des colles de doublage utilisées. Nous avons pu, au terme de notre recherche, caractériser l'influence de ces différents adhésifs ainsi que leurs qualités de réversibilité et de souplesse, puis sélectionner le plus approprié d'entre eux.

*Mots-clés*

adhésif, dessin, doublage, grand format, non-tissé, papier, stabilité mécanique, tension

## Le doublage des dessins de grand format sur non-tissé polyester étudié en fonction d'une série d'adhésifs

Sophie Lennuyeux-Comnène

15 rue du Montparnasse  
75006 Paris  
France

Alain Roche\*

Atelier Rostain  
12 rue Git-le-cœur  
75006 Paris  
France  
Fax: +33.1.44.07.32.87

### Introduction

Les dessins de grand format présentent, outre des caractéristiques inhérentes aux œuvres graphiques, des problèmes liés à leurs seules dimensions, la fragilité du support se trouvant accrue par la multiplication des contraintes mécaniques principalement causées par les variations climatiques naturelles liées aux lieux de conservation ou d'exposition. Par ailleurs, les réserves des musées ne disposent bien souvent pas de place suffisante pour les conserver à plat et les grands formats restent roulés. Dès lors il apparaît essentiel de chercher à augmenter la résistance mécanique du support de l'œuvre. La solution la plus couramment adoptée a tout d'abord été celle du marouflage à la colle de pâte (mélange de colle de peau et de colle de farine) sur toile de fibres naturelles (lin ou coton). Ces interventions ont permis aux œuvres de parvenir jusqu'à nous le plus souvent entières ; cependant, elles ont entraîné dans la plupart des cas des altérations caractéristiques (jaunissement issu du vieillissement de la colle et/ou de la toile et du papier ; déchirures, plis et déformations dus à une répartition inégale des tensions ou à une tension trop forte de la toile par rapport au papier). La nécessité de nouvelles recherches visant à améliorer le mode de doublage des grands formats s'est ainsi fait sentir ; elles se sont portées sur d'autres adhésifs de doublage et ont abouti à l'emploi le plus courant de la colle d'amidon, des éthers de cellulose ou d'un mélange des deux—les toiles de lin ou de coton continuant d'être utilisées.

Depuis un certain temps, des études expérimentales sont réalisées sur des adhésifs et des supports synthétiques ; nombre d'entre eux sont entrés dans les usages des restaurateurs de peinture depuis une quinzaine d'années en France et commencent à être employés en restauration d'arts graphiques. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés aux possibilités nouvelles qu'offrent ces matériaux.

Il convient en premier lieu de définir les critères de conservation auxquels doit répondre le doublage d'une œuvre de grand format, quels que soient les modes et les matériaux de doublage adoptés. La fonction première d'un doublage de grand format est de permettre sa conservation et de faciliter sa manipulation en renforçant la résistance mécanique du support de l'œuvre et en le protégeant des influences extérieures sans le contraindre. Il doit par conséquent être résistant, stable et réversible.

D'un point de vue structurel, le doublage doit présenter les qualités suivantes :

- faible sensibilité aux variations hygrométriques, afin de ne pas imposer de tensions au support de l'œuvre ;
- bonne flexibilité, afin de pouvoir absorber le maximum de tensions causées par les éléments extérieurs (variations hygrométriques, conservation en rouleau) ;
- le pouvoir adhésif de la colle de doublage doit être suffisant pour assurer un collage sans défaut ;
- stabilité des propriétés physico-chimiques des matériaux dans le temps ;
- compatibilité physico-chimique des matériaux assemblés.

\*Auteur auquel la correspondance doit être adressée



D'un point de vue esthétique, plusieurs caractéristiques sont à considérer :

- stabilité des propriétés physico-chimiques dans le temps – notamment de la coloration ;
- l'aspect de surface du support de doublage ne doit pas transparaître sous celui de l'œuvre, sans quoi il le modifie ;
- le doublage doit permettre une mise en valeur esthétique de l'œuvre et offrir une possibilité d'exposition.

Quant à la réversibilité du doublage, elle dépend :

- des propriétés de solubilité de l'adhésif de doublage ;
- de la nature physico-chimique des forces d'adhésion aux interfaces œuvre/adhésif et adhésif/support .

La définition de ces différents paramètres montre que la qualité du doublage d'une œuvre de grand format dépend essentiellement des matériaux employés. Or, les propriétés de souplesse et de stabilité mécanique du non-tissé polyester en font une solution particulièrement intéressante pour ce type d'intervention. Par ailleurs, ce matériau se trouve encore mal connu et peu utilisé en restauration d'arts graphiques ; il mérite d'être mieux adapté au support papier.[1] C'est ainsi que nous avons cherché à l'associer à un adhésif compatible à la fois avec le papier et le non-tissé polyester, et susceptible d'augmenter les propriétés de stabilité mécanique du doublage.

### Présentation de l'étude

De façon plus précise, le but de l'étude consistait à établir dans quelle mesure l'adhésif de doublage utilisé influe sur l'augmentation ou la diminution des tensions imposées à l'œuvre par les variations hygrométriques ; par ailleurs, il s'agissait de caractériser l'évolution des propriétés adhésives de chacune des colles testées. Enfin de sélectionner, au terme de ces deux séries d'expériences, l'adhésif le mieux adapté au doublage sur non-tissé polyester en termes de stabilité et de compatibilité.

Les essais ont mis en œuvre les matériaux suivants :

#### *Supports*

L'expérience nécessitait, pour être concluante, l'emploi de papiers plutôt réactifs aux changements d'hygrométrie ; le papier bulle et le papier permanent répondaient à ces conditions.

- papier d'œuvre simulé : papier bulle (160g/m<sup>2</sup>) ;
- 1<sup>er</sup> doublage : papier japonais RK17 (19g/m<sup>2</sup>), présentant de faibles variations dimensionnelles à l'humidité, assurant un premier renfort à la résistance mécanique de l'œuvre et favorisant la réversibilité du doublage ; [2]
- 2<sup>e</sup> doublage : papier permanent (110g/m<sup>2</sup>) ; son rôle est d'augmenter la réversibilité du doublage et, lorsqu'il y a lieu, d'empêcher que l'aspect de surface du dernier support de doublage ne marque celui de l'œuvre ;
- doublage final : non-tissé polyester Reemay® 2016 (46g/m<sup>2</sup>), préencollé au Plectol® B500 afin d'en diminuer la porosité et permettre une meilleure adhésion avec le papier permanent. Contrairement à la toile de lin ou de coton, constituées de fibres de cellulose, le non-tissé polyester est un matériau très peu hydrophile : il demeure par conséquent très stable aux variations hygrométriques ; par ailleurs, les propriétés de souplesse du non-tissé polyester sont plus grandes que celles des toiles de lin ou de coton, si bien qu'il est susceptible d'améliorer la flexibilité du doublage sans contraindre l'œuvre. Le non-tissé polyester nous a semblé préférable à la toile polyester en raison de son aspect de surface : l'absence de trame évite tout risque d'impression en relief à la surface de l'œuvre ; toutefois, sa résistance mécanique étant moins grande que celle d'une toile polyester, il convient d'utiliser l'un ou l'autre selon les cas. Enfin, des études ont montré que le Reemay® 2016 présente une bonne résistance mécanique et

une bonne stabilité au vieillissement (Dijoud et Hagege 1988; Roche 1989, 1996).

### Adhésifs

La colle d'amidon de blé et la Tylose® MH300 ont été préparées à des concentrations précises puis diluées avant d'être utilisées.

- colle d'amidon de blé :
  - concentration initiale = 120g d'amidon déshydraté pour 1 l d'eau
  - dilution :
    - 1<sup>ère</sup> couche de doublage = 100g de colle cuite et passée au tamis pour 200ml d'eau
    - 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> couches de doublage = 100g de colle cuite et passée au tamis pour 100ml d'eau
- Tylose® MH300 :
  - concentration initiale : 40g de colle en poudre pour 1 l d'eau
  - dilution : 100g de colle pour 50ml d'eau
  - Plextol® B500 : la dilution correspond à un volume de Plextol® pour deux volumes d'eau ; le Plextol® B500 est une résine acrylique, choisie comme le non-tissé polyester pour ses qualités de souplesse et de stabilité aux variations hygrométriques. Son usage est relativement répandu dans le domaine de la restauration des supports de peinture, en combinaison avec le non-tissé ou la toile polyester : ils présentent en effet une bonne compatibilité physico-chimique. D'autre part, des études sur le comportement du Plextol® B500 au vieillissement se sont révélées satisfaisantes (Down 1984; Howells et al. 1984; Horton-James et al. 1991). Il peut cependant donner lieu à un léger jaunissement (vieillissement à la chaleur et à la lumière combinées) et devient insoluble dans l'eau après séchage, ce qui limite sa réversibilité et son utilisation en restauration d'arts graphiques ; ses propriétés de solubilité peuvent néanmoins être améliorées par l'ajout d'une colle d'amidon ou d'un éther de cellulose, qui par ailleurs augmentent sa viscosité.

### Protocoles expérimentaux

L'influence de l'adhésif de doublage sur la stabilité de l'œuvre a été mesurée par l'évaluation du comportement mécanique d'une série d'échantillons de doublage soumis à de fortes variations hygrométriques. Le dispositif expérimental est composé d'une chambre climatique et d'un cadre extensiométrique relié à un ordinateur qui enregistre les valeurs des tensions exercées sur chaque échantillon de doublage au cours de l'expérience (Roche 1995).

Le protocole est le suivant :

- Tensions initiales :
  - Sens travers : 15 daN/m
  - Sens machine : 15 daN/m
- Fréquence des mesures : 900 s
- Conditionnement initial : 20°C et 20% d'humidité relative
- Conditionnement après 24 h : 20°C et 95% d'humidité relative
- Durée totale de l'expérience : 50 h par échantillon

Les échantillons de doublage ont été réalisés avec les adhésifs suivants :

- Colle d'amidon de blé
- Tylose® MH300
- Colle d'amidon de blé + Plextol® B500 :
  - 30% d'amidon + 70% de Plextol® B500
  - 50 % d'amidon + 50% de Plextol® B500
  - 70% d'amidon + 30% de Plextol® B500 (cet échantillon n'a pu être soumis à l'expérience en raison de défauts d'adhésion survenus entre le non-tissé polyester et le papier permanent).



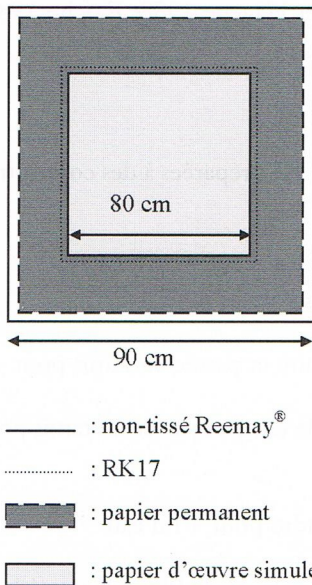


Figure 1. Echantillon de doublage soumis aux variations hygrométriques.

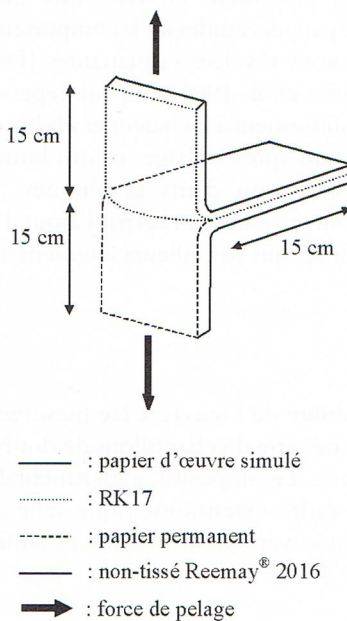


Figure 2. Echantillon de doublage soumis au test de pelage.

- Tylose® MH300 + Plectol® B500 :
  - 30% de Tylose® + 70% de Plectol® B500
  - 50% de Tylose® + 50% de Plectol® B500
  - 70% de Tylose® + 30% de Plectol® B500
 (Les mélanges avec le Plectol® B500 n'interviennent que sur les deux dernières couches du doublage).

Les échantillons se présentent sous la même forme (voir Fig. 1) ; seul l'adhésif de doublage varie.

L'évaluation du pouvoir adhésif dans le temps des colles de doublage testées a été réalisée au CRCDG. [3] Elle a consisté à soumettre des échantillons de doublage à un vieillissement thermo-oxydatif puis à un test de pelage sur un appareil de traction, destiné à mesurer la force du pouvoir adhésif ; les types de doublage sont identiques aux précédents, mais les échantillons se présentent sous la forme de bandes dont une moitié se sépare en deux, conformément au protocole du test de pelage (voir Fig. 2). [4, 5]

Vieillissement thermo-oxydatif :

- Conditionnement dans une étuve à 80°C et 30% d'humidité relative
- Durée : 2 mois et demi
- Nombre d'échantillons : 10 par type de doublage (8) et par test (4) = 320

Test de pelage :

- Vitesse de pelage : 100mm/mn
- Distance initiale séparant les deux mors de l'appareil de traction : 50mm
- Distance de pelage minimum : 150mm
- Mesures : avant vieillissement, à un mois, deux mois et deux mois et demi de vieillissement.

## Résultats et interprétation

### Evaluation du comportement mécanique des doublages

Au terme de l'expérimentation, nous avons acquis grâce au système informatique les valeurs des tensions qui se sont exercées sur chaque échantillon de doublage en sens machine et en sens travers, ainsi que les valeurs d'humidité relative, de température et de temps qui leur correspondent. Un exemple de l'allure des courbes obtenues est donné par la Figure 3. Afin de pouvoir être comparées, les données de variation de tension moyenne ( $V_m T$ ) ont dû être extrapolées en fonction d'une valeur de variation d'humidité relative moyenne de 77,11% prise pour référence : la  $V_m T$  correspond à la différence entre la tension moyenne mesurée au cours du 1<sup>er</sup> cycle à 20% et la tension moyenne mesurée au cours du 2<sup>e</sup> cycle à 95% (voir Tableau 1).

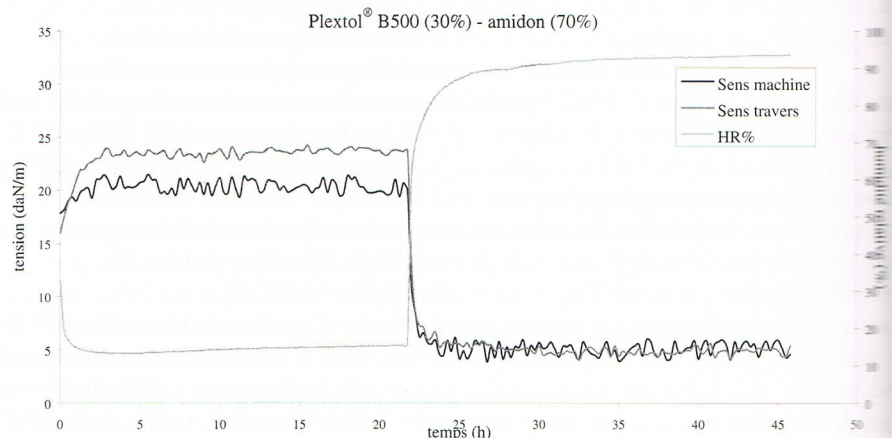


Figure 3. Courbes de tension en fonction du temps et de l'humidité relative.



Tableau 1. Valeurs de la variation de tension moyenne subie par les doublages au cours des conditionnements climatiques.

Type de doublage	Variation de tension moyenne (extrapolée)(daN/m)		Intervalle de confiance* (extrapolé)(daN/m)	
	sens machine	sens travers	sens machine	sens travers
<b>amidon</b>	17,17	21,03	0,52	0,23
Plextol®(30%) – amidon (70%)	15,19	18,56	0,34	0,19
Plextol® (50%) – amidon (50%)	12,15	14,65	0,42	0,26
<b>Tylose®</b>	23,08	28,26	0,29	0,24
Plextol®(30%) – Tylose® (70%)	17,21	18,42	0,20	0,17
Plextol®(50%) – Tylose® (50%)	16,93	17,40	0,45	0,14
Plextol® (70%) – Tylose® (30%)	14,75	17,27	0,17	0,30

\* probabilité à 95%

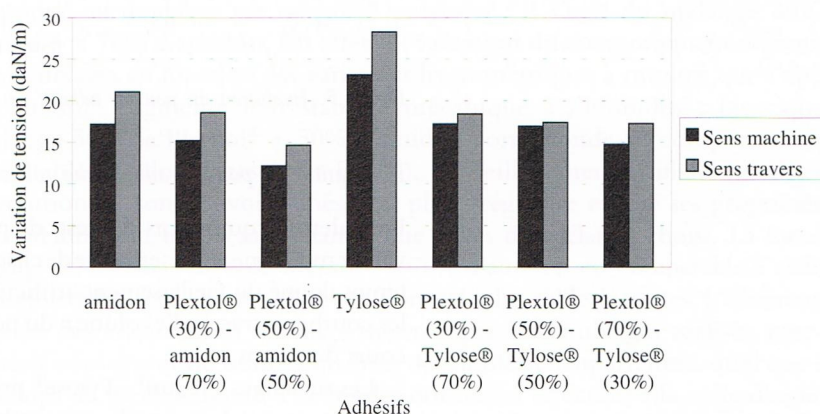


Figure 4. Histogramme : comparaison des variations de tension.

La comparaison des résultats est représentée ici sous la forme d'un histogramme (voir Fig. 4).

La variation de tension la plus forte correspond au doublage effectué à la Tylose® : ce phénomène peut éventuellement être attribué à la forte hygroscopicité de la colle. La plus faible concerne le doublage réalisé avec le mélange 50% d'amidon + 50% de Plextol®.

La modification des proportions dans les mélanges Plextol®-Tylose® n'a pas d'influence significative sur le comportement des doublages tandis qu'elle produit un effet visible sur les échantillons réalisés avec les mélanges Plextol®-amidon : plus la quantité de Plextol® augmente plus le comportement du doublage est stable.

Enfin, les mélanges 30% de Plextol® + 70% de Tylose® et 30% de Plextol® + 70% d'amidon produisent des résultats similaires.

Tableaux 2 et 3. Valeurs moyennes du pouvoir adhésif des colles au cours du vieillissement artificiel.

temps de vieillissement	amidon		Plextol® 30% – amidon 70%		Plextol® 50% – amidon 50%		Plextol® 70% – amidon 30%	
	force moy. (1)	interv. conf. (2)	force moy.	interv. conf.	force moy.	interv. conf.	force moy.	interv. conf.
témoins	63,95	0,23	60,32	0,52	44,54	0,31	42,78	0,25
1 mois	43,58	0,22	61,48	0,31	59,4	0,26	62,23	0,34
2 mois	40,51	0,31	59,04	0,31	62,39	0,32	64,85	0,40
2,5 mois	43,31	0,19	64,89	0,43	54,4	0,31	61,4	0,20

(1) force moyenne ( daN)

(2) intervalle de confiance à 95% ( daN)

temps de vieillissement	Tylose®		Plextol® 30% – Tylose® 70%		Plextol® 50% – Tylose® 50%		Plextol® 70% – Tylose® 30%	
	force moy.	interv. conf.	force moy.	interv. conf.	force moy.	interv. conf.	force moy.	interv. conf.
témoins	72,01	0,37	107,78	0,27	100,19	0,22	104,34	0,38
1 mois	40,89	0,17	73,56	0,33	64,9	0,27	75,48	0,29
2 mois	33,64	0,10	65,3	0,27	69,14	0,32	60,48	0,27
2,5 mois	44,36	0,26	72,2	0,42	52,86	0,32	52,91	0,03



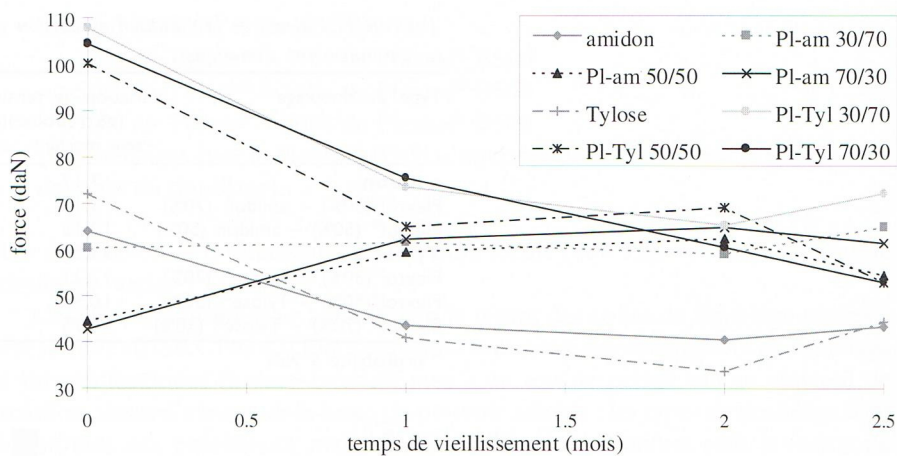


Figure 5. Evolution du pouvoir adhésif des colles.

#### Evaluation du pouvoir adhésif des colles de doublage dans le temps

Les valeurs acquises lors des tests de pelage ont été traitées de façon à obtenir une valeur moyenne représentative de chaque type d'échantillon de doublage pour chaque temps donné du vieillissement artificiel (voir Tableaux 2 et 3). La Figure 5 réunit les courbes retraçant l'évolution du pouvoir adhésif des différentes colles testées au cours du temps.

Les mélanges Plextol®-Tylose® présentent le pouvoir adhésif le plus fort avant vieillissement et, bien que diminuant de façon conséquente au cours du vieillissement, leur force de collage reste parmi les plus élevées. Par ailleurs, son évolution apparaît irrégulière.

Le pouvoir adhésif des mélanges Plextol®-amidon révèle un comportement inverse : il augmente avec le temps tout en restant d'une force équivalente à celle de l'amidon ou de la Tylose® avant vieillissement.

Le mélange 30% de Plextol® + 70% d'amidon suit l'évolution la plus stable de toutes.

La Tylose® et l'amidon produisent des forces de collage relativement comparables, diminuant fortement à partir d'un mois de vieillissement, surtout dans le cas de la Tylose®.

Une observation directe des échantillons après les tests de pelage a permis d'obtenir des indications supplémentaires : les caractéristiques de chaque type de doublage ont été observées du point de vue de l'évolution de leurs propriétés de souplesse d'une part et de leur réversibilité d'autre part. Nous nous sommes à ce propos efforcés de caractériser le mode de rupture des matériaux (papiers, non-tissé et adhésif) soumis aux tests de pelage.

Modes de rupture :

moins réversible

- rupture cohésive : épidermage/rupture complète du support, ou séparation du film de colle en deux couches ;
- rupture adhésive-cohésive : rupture à l'interface support/adhésif + léger défilage du support ;
- rupture adhésive : rupture à l'interface support/adhésif.

plus réversible

Les résultats de cette observation ont été interprétés en prenant en compte l'influence éventuelle du vieillissement des matériaux eux-mêmes sur le mode de rupture des doublages.

Comme les tests de pelage l'avaient montré (voir plus haut), les mélanges Plextol®-amidon produisent de façon générale une adhésion moyenne, au contraire des mélanges Plextol®-Tylose®, qui présentent un fort pouvoir adhésif et par conséquent des propriétés de réversibilité à long terme limitées.



Le collage le plus réversible, même après vieillissement, correspond à celui de la Tylose®.

Les mélanges de colles (Plextol®-amidon ou Plextol®-Tylose®) se révèlent les plus satisfaisants du point de vue de la souplesse, quels que soient leurs proportions et le temps de vieillissement.

Des défauts d'adhésion importants entre le non-tissé et le papier permanent surviennent à partir d'un mois de vieillissement pour les mélanges contenant 70 % de Plextol®, ce qui élimine la possibilité de les employer.

### Conclusion

Au terme de cette recherche, nous avons pu déterminer le choix d'un adhésif approprié au doublage sur non-tissé polyester : il s'agit du mélange 30% de Plextol® + 70% d'amidon. En effet, l'évaluation du comportement mécanique des doublages en fonction des variations hygrométriques a montré que l'apport de Plextol® augmente leur stabilité mécanique à l'humidité ; bien que le mélange 50% de Plextol® + 50% d'amidon corresponde au comportement le plus stable des doublages (voir Fig. 4), le vieillissement artificiel montre que l'évolution de son pouvoir adhésif est plus irrégulière et que ses propriétés de réversibilité sont moins satisfaisantes que celles du mélange choisi. La force de collage du mélange 30% de Plextol® + 70% d'amidon est comparable à celle de l'amidon utilisé seul ; de plus, son évolution est la plus stable de toutes. L'observation directe des échantillons vieillis a montré que les doublages réalisés avec cet adhésif conservent de bonnes qualités de souplesse (supérieures, quel que soit le temps de vieillissement, à celles des doublages effectués à la colle d'amidon ou à la Tylose®, qui ont tendance à se rigidifier). Aucun signe de coloration n'a pu être remarqué au cours de l'évolution du vieillissement artificiel. Enfin, si d'après la littérature le Plextol® B500 n'est soluble après séchage que dans certains solvants dont les plus efficaces sont aussi les plus toxiques, son utilisation en mélange et surtout en faible proportion améliore ses propriétés de solubilité, et garantit par conséquent sa réversibilité.

Cette étude nous permet d'indiquer que le mélange 30% de Plextol® + 70% d'amidon constitue un adhésif particulièrement bien adapté au doublage d'un dessin de grand format sur non-tissé polyester car il en renforce la stabilité aux variations hygrométriques et lui assure d'excellentes qualités de souplesse. L'alliance de cet adhésif avec le support de non-tissé polyester apparaît comme une solution spécialement appropriée pour le doublage d'œuvres destinées à être conservées en rouleau ou librement à plat. En effet, en ce qui concerne les œuvres pouvant être montées sur châssis de façon permanente, il serait sans doute intéressant d'associer l'adhésif que nous avons sélectionné à une toile polyester, matériau présentant une résistance mécanique plus grande que celle du non-tissé et par conséquent plus à même de supporter les tensions exercées par le montage sur châssis. Enfin, il serait utile d'élargir notre étude à l'expérimentation d'autres adhésifs de doublage.

### Remerciements

Notre étude n'aurait pu être menée à bien sans l'appui de M. Georges Brunel, directeur des études à l'IFROA (Institut de Formation des Restaurateurs d'Œuvres d'Art). Nous remercions également M. Floréal Daniel pour les expériences qu'il nous a permis de réaliser au laboratoire du CRCDG.

### Notes

1. Un questionnaire traitant des diverses méthodes de doublage des œuvres de grand format a été adressé à dix-huit restaurateurs d'arts graphiques : quatre d'entre eux seulement ont indiqué l'emploi de supports synthétiques (toile ou non-tissé polyester).
2. RK est l'abréviation de Rolled paper Kozo.
3. CRCDG : Centre de Recherche pour la Conservation des Documents Graphiques.
4. Appareil de la marque Adamel Lhomargy S.A. (réf. DY. 20B).



5. Inspiré de la norme AFNOR (Adhésifs et rubans adhésifs. 1985. Recueil de Normes françaises. Paris : AFNOR).

### Références

- Dijoud F, Hagege R. 1988. Préencollage sous tension des toiles de doublage en lin ou synthétiques. Dans : Traitement des supports, travaux interdisciplinaires, Conservation Restauration des biens culturels. Paris ARAAFU : 187-194.
- Down JL. 1984. Un programme d'essai d'adhésifs à l'institut canadien de conservation. Dans : Adhésifs et consolidants, X<sup>e</sup> Congrès international de Paris. Section Française de l'IIC, Londres : 14-17.
- Duffy MC. 1989. A study of acrylic dispersions used in the treatment of paintings. In : *Journal of the AIC*. Washington DC 28 (2) : 67-77.
- Horton-James D, Walston S, Zounis S. 1991. Evaluation of the stability, appearance and performance of resins for the adhesion of flaking paint on ethnographic objects. In : *Studies in conservation* 36 (4) : 203-221.
- Howells R, Burnstock, Hedley G, Hackney S. 1984. Dispersions de polymères artificiellement vieillis. Dans : Adhésifs et consolidants, X<sup>e</sup> Congrès international de Paris. Section Française de l'IIC, Londres : 33-40.
- Roche A. 1989. Etude comparative des toiles de lin et de polyester utilisées dans le doublage des tableaux. Dans : Traitement des supports, travaux interdisciplinaires, Conservation Restauration des biens culturels. Paris ARAAFU : 149-151.
- Roche A. 1995. Rentoilage traditionnel - désentoilage. Analyse des tensions. Dans : Actes du 4<sup>e</sup> colloque international de l'ARAAFU, ed. Paris ARAAFU : 103-108.
- Roche A. 1996. Etude du comportement mécanique des dessins de grand format doublés sur des matériaux non-tissés. In: Preprints of the 11th triennial meeting of the ICOM Committee for Conservation, Edinburg : vol. II, 545-551.
- Skeist I. 1977. Handbook of adhesives. 2nd ed. New York : Reinhold.

### Matériaux

- Papier japonais RK17 (fibres de Kozo), Atlantis-Paper Nao, 26 rue des Petits Champs, 75002 Paris, France.
- Papier bulle (pâte chimique blanchie), Papeteries Canson et Montgolfier, B.P. 139 07104 Annonay Cedex, France.
- Papier permanent (pâte chimique blanchie possédant une réserve alcaline), Papeteries Canson et Montgolfier, B.P. 139 07104 Annonay Cedex, France.
- Non-tissé Reemay<sup>®</sup> 2016 (polyester de type polythéréphtalate d'éthyle), Nordlys, 17 rue Emile-Hié, 59270 Bailleul, France.
- Colle d'amidon de blé, Prolabo, 12 rue Pelée, 75011 Paris, France.
- Tylose<sup>®</sup> (méthylhydroxyéthylcellulose), Stouls, Rue de l'Orme Saint Germain, 91165 Longjumeau Cedex, France.
- Plextol<sup>®</sup> B500 (copolymère d'acrylate d'éthyle et de méthacrylate de méthyle en dispersion dans l'eau ; s'y ajoute une très faible quantité de méthacrylate d'éthyle), Art et Conservation, 33 avenue de Trudaine, 75009 Paris, France.