

PROPOSITION D'UNE MÉTHODE DE DOUBLAGE A FROID

par Alain Roche

1. Introduction

Malgré la diversification des techniques de doublage, depuis quelques années, très peu de techniciens se sont penchés sur la mise au point d'une technique de doublage à froid par contact.

A priori, cette technique qui semble simple de conception, pose un problème dans le choix de l'adhésif. Aux États-Unis, ce principe existe depuis au moins cinq ans. D'autres tentatives n'ont pas donné de suite. L'idée n'est donc pas nouvelle mais la tendance actuelle vers une certaine politique de restauration tend à démontrer qu'elle peut être utile, surtout dans le domaine de la conservation de l'art moderne et contemporain.

Les techniques de collage à froid, par contact, se pratiquent sans l'apport de chaleur, ni d'humidité, mais seulement sous une très faible pression d'accostage. Cette différence fondamentale est due aux caractéristiques de l'adhésif qui présente la particularité d'être et de rester poisseux ou "tack". Ces colles dites "colles contact" ou "autoadhésifs", ont fait l'objet de nombreuses études depuis qu'elles sont apparues et leurs utilisations se sont rapidement développées depuis quelques décennies.

Cette propriété peut être assimilée à la force nécessaire pour séparer brusquement l'adhérent de l'adhésif après les avoir portés rapidement en contact, sous une faible charge et pendant un temps très court.

Pour définir les propriétés de l'adhésif qui unit le support de renfort à l'œuvre peinte, on peut supposer que le contre-collage va être soumis à deux types de forces :

a) **des forces de clivage** qui vont s'exercer normalement à la surface du tableau. Par conséquent, les forces d'adhésion nécessaires au contre-collage doivent être en mesure de résister aux déformations du tableau provoquées par les contraintes résiduelles emmagasinées lors de la mise en œuvre. Malheureusement ces contraintes ne sont pas quantifiables mais en admettant qu'en vieillissant les matériaux les libèrent progressivement, elles diminuent dans le temps.

b) **des forces de cisaillement** provoquées par :

- les effets de tension du doublage sur le châssis définitif
- les variations dimensionnelles inhérentes aux deux toiles de fibres naturelles
- le poids de la peinture disposée à la verticale, etc.

En partant de ce principe, le choix de l'adhésif sera orienté vers un mélange de colle qui, malgré ses propriétés de tack, présente une résistance au cisaillement et une force relative d'adhésion suffisamment élevées pour pouvoir aux forces utiles.

Le contrôle des propriétés du collage avant et après vieillissement a été effectué au moyen des tests de pelage et de cisaillement. Le "T peel test", pelage à 180° permet

d'évaluer la force relative d'adhésion d'une colle qui assemble deux supports flexibles. La valeur que l'on obtient à chaque essai est une valeur moyenne qui ne rend pas compte de la distribution des contraintes au sein de la couche de colle. Le test de cisaillement permet de déterminer la résistance d'un adhésif contact soumis à une force de cisaillement. La valeur obtenue est une valeur moyenne et elle caractérise la cohésion de l'adhésif.

2. Caractéristiques des matériaux utilisés pour les tests

1. Le composite

- Fibre de verre tissée - purifiée à la chaleur Type E
- Armure : 1 x 1
- 8 fils/cm trame
- 8 fils/cm chaîne
- Poids : 115 g/m².
- Épaisseur : 0,17 mm.
- Imperméabilisation par une dispersion d'un copolymère styro-acrylique.
- Encollage 3 couches avec un adhésif contact à base de deux composants copolymériques.
- Épaisseur du film : 0,5 mm.
- Poids du composite : 600 g/m².

2. Toile de lin encollée

- Armure toile 1 x 1
- 13 fils/cm chaîne
- 16 fils/cm trame
- 1 couche de colle de peau à 5 % dans l'eau.

3. Conditions expérimentales du vieillissement

Les tests ont été exécutés sur des assemblages comprenant le composite contre-collé sur une toile de lin encollée à la colle de peau.

1. Le vieillissement

- On a fait subir aux éprouvettes quatre types de vieillissement afin d'examiner le comportement du collage vieilli.

2. Exposition à la lumière

- Ce test a été exécuté dans un xénotest 250 sans filtre U.V. correspondant à 1 000 W pour 180 K lux entre 300 et 800 nm. L'humidité a été fixée à 55 % HR.
- Deux séries ont été faites
- 120 heures d'exposition
- 240 heures d'exposition

3. Variation de l'humidité relative

- Les variations de HR ont été distribuées sur 32 heures

selon le cycle suivant :

30 % pendant 8 heures

60 % pendant 16 heures

90 % pendant 8 heures

2 séries ont été faites - 5 cycles

15 cycles

• Elles ont été réalisées dans le xénotest pour les valeurs de 90 % et de 60 % HR. Pour le 30 % on a utilisé une enceinte à dessiccation avec du silicagel. Les valeurs faibles ont en fait oscillé entre 20 % et 40 % HR. avec le gel silice.

4. Variation de la température. \ominus

• Les variations de la température ont été distribuées sur 32 heures selon le cycle suivant :

50 °C pendant 8 heures

30 °C pendant 16 heures

10 °C pendant 8 heures

2 séries ont été faites - 5 et 15 cycles.

• Les variations de température ont été faites en étuve aérée PROLABO à 50 °C, 30 °C et 10 °C.

5. Variation de HR, exposition à la lumière à température fixe.

Exposition Xénon	sans exposition	HR %
16 h.	8 h.	90%
16 h.	8 h.	60%
16 h.	8 h.	30%

• Le tableau ci-dessus représente 1 cycle :
2 séries ont été faites - 5 cycles et 15 cycles.

4. Résultats

1. Valeurs de la résistance en cisaillement et au pelage avant vieillissement.

• La première série de tests a été faite sur des assemblages non vieillis. Ils ont été exécutés sur un dynamomètre avec une surface de collage de 25 cm² et une vitesse de traction de 1 cm/min.

La moyenne des valeurs de la résistance à la rupture en cisaillement est environ 1 500 fois plus élevée que la charge moyenne en cisaillement d'une peinture (0,6 à 0,8 g par cm²). De plus la moyenne des valeurs de la résistance au pelage, 0,48 daN/cm, comparativement à d'autres va-

leurs de colles utilisées dans le doublage, nous montre qu'elle est suffisante pour assurer un bon collage.

composite / toile	valeur de pelage daNcm ⁻¹	valeur de cisail. daNcm ⁻²
avant vieillissement	1. 0,48 - \bar{M} = 0,48 3. 0,49	1,34 1,08 - \bar{M} = 1,23 1,26

2. Valeurs de la résistance en cisaillement et au pelage après vieillissement.

TABLEAU RÉCAPITULATIF

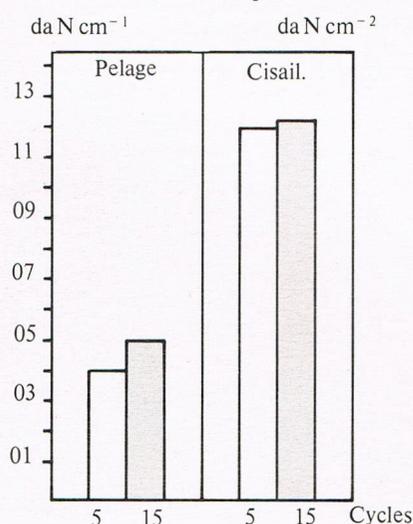
Réf.	Essais	Valeur de Pelage daN/cm	Valeur de cisail. daN/cm ²
1.1	Variation température 5 cycles	1 0,43 2 0,47 3 0,42 $\bar{M}_1 = 0,44$	1,20 1,24 1,18 $\bar{N}_1 = 1,20$
1.2	15 cycles	1 0,53 2 0,53 3 0,52 $\bar{M}_2 = 0,52$	1,30 1,24 1,14 $\bar{N}_2 = 1,23$
2.1	Variation H.R. 5 cycles	1 0,48 2 0,51 3 0,46 $\bar{M}_1 = 0,48$	1,10 1,14 1,06 $\bar{N}_1 = 1,10$
2.2	15 cycles	1 0,73 2 0,73 3 0,74 $\bar{M}_2 = 0,73$	1,35 1,35 1,35 $\bar{N}_2 = 1,35$
3.1	Exposition lampe xénon 120 heures	1 0,42 2 0,41 3 0,39 $\bar{M}_1 = 0,41$	1,31 1,14 1,12 $\bar{N}_1 = 1,19$
3.2	240 heures	1 0,39 2 0,41 3 0,45 $\bar{M}_2 = 0,43$	1,32 1,22 1,18 $\bar{N}_2 = 1,24$

5. Discussion

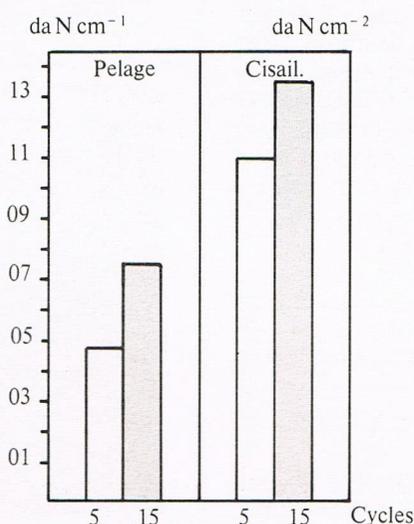
• Les résultats obtenus par ces tests, vont permettre d'élaborer un certain nombre d'hypothèses sur le comportement de la colle vieillie.

• Les diagrammes mettent en évidence l'augmentation des valeurs moyennes en pelage et en cisaillement, quel que soit le type de vieillissement.

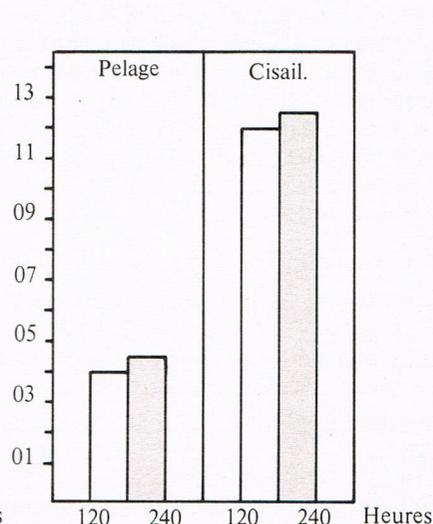
Variation de la température \ominus



Variation de H.R.



Exposition lampe xénon



• L'interprétation de ces variations peut se faire à partir du calcul du taux de variation en pelage et en cisaillement et cette méthode permettra de dégager quelques remarques.

$$T\% \text{ en pelage} = \frac{\bar{M}_2 - \bar{M}_1}{\bar{M}_1} 100$$

$$T\% \text{ en cisail.} = \frac{\bar{N}_2 - \bar{N}_1}{\bar{N}_1} 100$$

	Tp %	Tc %	Tp/Tc	
⊖	18,1	2,5	7,2	1
H.R.	52	22,7	2,2	2
Xénon	4,8	4,2	1,1	3

• Notons qu'il faut distinguer les valeurs moyennes en pelage qui caractérisent l'adhérence, des valeurs moyennes en cisaillement caractérisant la cohésion de la colle.

• Dans le premier cas, l'augmentation de l'adhérence est due très probablement à une pénétration de la colle dans les fibres textiles. L'amélioration de la cohésion apparente est une conséquence de la diminution de l'épaisseur du film.

• Dans le dernier cas l'examen des taux de variations laisse supposer qu'une modification de la structure moléculaire s'est produite. Cette modification peut se manifester soit par une légère réticulation soit par un renforcement des liaisons inter-moléculaires.

• Les valeurs du second cas ne permettent pas d'entrevoir l'influence de HR sur la colle.

• D'autre part l'action combinée de HR et d'une exposition sur une durée de 1080 heures, ainsi qu'une simulation soumise à un ensoleillement de 170 heures à une température moyenne de 41 °C confirme l'action du vieillissement sur l'amélioration des propriétés adhérence/cohésion de l'adhésif. On remarque aussi que quelque soit le type de vieillissement, l'analyse des résultats ne fait apparaître aucun processus de dégradation de la colle.

6. Mise en œuvre

L'analogie de cette technique avec les thermoudoublages, réside uniquement dans les traitements de la toile originale dont le but est d'obtenir une surface parfaitement plane. La préparation du support de doublage et son accostage avec la toile originale font appel à des dispositifs spécifiques. Cette technique qui demande un soin et une précision particuliers se réalise sans l'apport de chaleur - humidité - pression. Cependant dans certaines applications, l'eau peut servir de dispositif de positionnement.

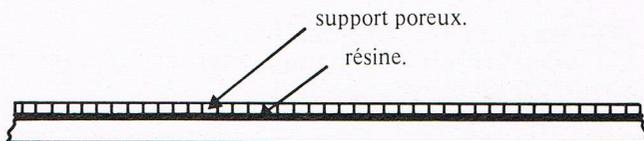
1. Préparation du support de doublage.

Si les contrôles de collage ont été faits avec un composite toile de verre imperméabilisée ceci n'exclut par l'utilisation d'autres supports, rigides ou flexibles. Cette opération se déroule en deux étapes.

a) imperméabilisation pour les supports minces et poreux.

Comme l'adhésif se présente sous forme d'émulsion, sa capacité de pénétrer à travers un réseau poreux - toiles

- non tissés - est élevée. Cette propriété va être utilisée pour imperméabiliser le support de doublage. On peut à ce propos employer une émulsion à base d'un copolymère styrène/esters acryliques qui a une bonne tenue à l'eau. Comme le remplissage doit être efficace sans toutefois surcharger la toile de résine, on utilisera le dispositif suivant,



La porosité du support entrainera par capillarité l'émulsion diluée entre le verre et le support formant un film continu et homogène. Le verre sera taité pour obtenir un décollage facile.

b) Encollage

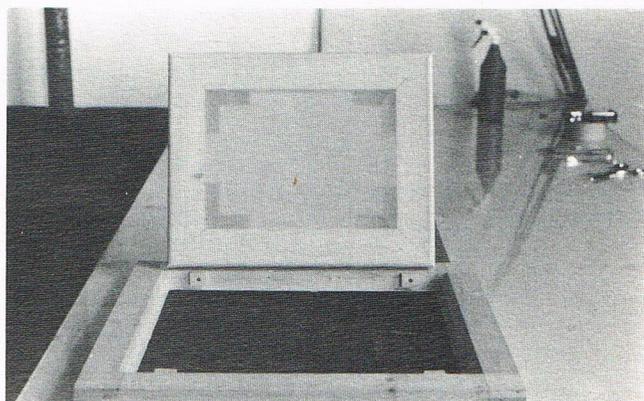
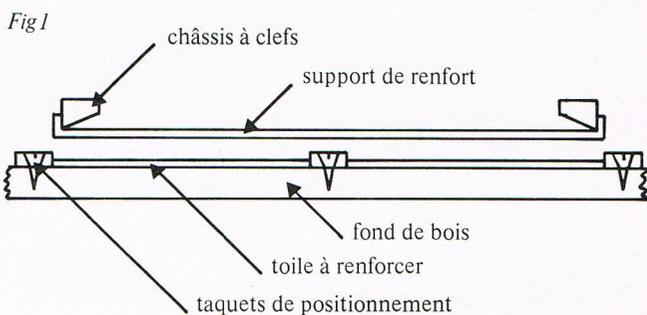
Le support sera tendu sur un bâti provisoire ou le châssis définitif, selon le dispositif adopté, avant de recevoir les couches d'encollage. Celles-ci peuvent être appliquées au pinceau ou au pistolet et ne présentent aucune particularité en dehors du fait que même sec le film de colle reste poisseux et doit être protégé des poussières et des saletés.

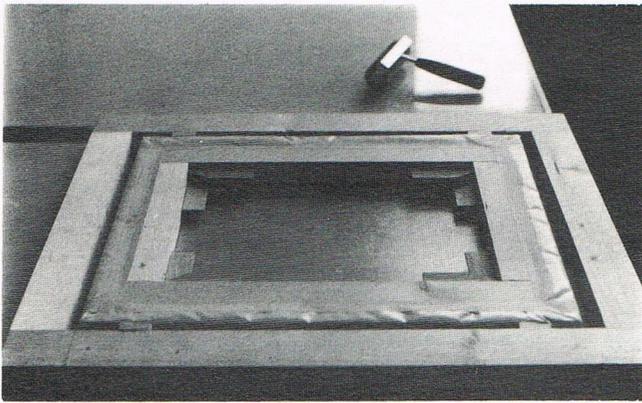
2. Accostage

On peut distinguer deux méthodes : à sec, ou mouillée.

a) à sec

Quelque soit le système utilisé, le principe est de positionner les deux toiles l'une par rapport à l'autre, avant le contre collage. Dans cette méthode aucune rectification n'est possible. Le support de doublage peut-être tendu d'une manière définitive sur un châssis à clefs et encollé sur toute sa surface. Le positionnement se fait soit par l'intermédiaire d'un bâti provisoire dans lequel le châssis s'encastre (fig 2) ou des taquets autour de l'œuvre (fig 1).





La pression de la main suffit pour assurer un bon collage. On démonte la toile originale de son fond ou bâti et on achève le collage par un dernier passage de la main ou d'un rouleau de caoutchouc sur la face, en insistant plus particulièrement sur les parties des montants et croisées du châssis qui n'ont pas pu être atteints par le revers.

b) au mouillé

Le support de renfort est tendu sur le châssis définitif et encollé sur toute sa surface. On détend au maximum le support à renforcer par humidification et on vaporise sur l'encollage un film d'eau. L'eau a pour effet de modifier l'énergie de surface de l'adhésif, empêchant ainsi le collage immédiat. Ce moyen permet de positionner l'œuvre sur son support de renfort par glissement. En

chassant l'eau par pression de la main on provoque le collage définitif. La tension et le collage de la peinture se font simultanément.

Conclusion

Ce doublage à froid, permettant un collage direct de l'œuvre sur une toile de renfort, supprime l'opération délicate de la tension de la toile doublée sur son châssis. Cette technique qui présente surtout l'avantage de s'effectuer sans l'apport d'humidité, de chaleur et de pression, trouverait un créneau d'application important dans le domaine de l'art moderne et contemporain.

Remerciements

Je remercie Mr. Delcroix, chef des services techniques de l'Institut français de restauration des œuvres d'art, et ses collaborateurs de leurs contributions et soutien.

Cette étude a été faite dans le cadre de l'academie de France à Rome.

Bibliographie

R.L. Patrick Treatise on adhesion and adhesives 3 vol. M. Decker New York 1967.

W.C Wake : Adhesion and formulation of adhesives. Appli. Se. Pub. London 1976.

W.C wake .

Handbook of adhesives : SKEIST second édition 1977.

LE MATÉRIAU ET L'EXPRESSION

Suite de la page 8

seulement par son esthétique apparente mais aussi parce qu'elle représente une victoire du travail, de la persévérance et de l'imagination sur un matériau rebelle. Toute œuvre d'art est aussi l'expression de la lutte de l'homme contre la matière. Depuis plus de vingt ans, je vous amuse parfois par des propos ou des questions dont la valeur n'est pas toujours évidente.

Cette fois-ci, il s'agit d'une chose sérieuse. Les générations qui nous suivront ne pardonneront pas aux techniciens de la peinture qui ont fait une large incursion dans l'univers prodigieux de la molécule, de l'atome et de son noyau, de s'être peu ou pas du tout occupés de la technique du matériau et de la conservation des œuvres d'art.

« Avant la fin du siècle, d'innombrables créations artistiques contemporaines seront complètement perdues ou réduites à un état méconnaissable »*.

Lors de l'inauguration de la cathédrale de Reims restaurée, en 1925, ÉDOUARD HERRIOT n'a-t-il pas dit qu'« un peuple parvenu au régime des libertés, maître de son destin prouve son intelligence en s'attachant à préserver les souvenirs que les passés lui ont légués ».

Il est de notre devoir de contribuer à cette préservation, en éclairant les artistes sur la longévité et les propriétés des matériaux modernes.

Car dans l'avenir, on verra de plus en plus des outils nouveaux servir les expressions nouvelles. On ne saurait terminer un exposé trop bref pour le sujet traité, que sur cette attente passionnante. ■

* Texte publié dans Double Liaison en 1969.

ART et CONSERVATION

MATÉRIEL ET PRODUITS POUR
LA CONSERVATION ET LA RESTAURATION

Résines et Cires naturelles
Résines et Cires synthétiques
Toiles de lin

Films et Non-tissés polyester
Papiers - Papiers japon
Couleurs pour la retouche
Petit outillage - Lampes UV
Spatules chauffantes

Du Mardi au Samedi : 13 h - 19 h
Vente par correspondance

33 Avenue Trudaine 75009 Paris
Tél. : (1) 48 74 95 82