

*Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris*

Document original

Etude financée par LARCROA

COMPTE RENDU

*Etude d'une série de colles à base d'un
mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH
300: Doublage en conservation-restauration
des peintures*



Alain ROCHE 2000/2001

ref. 218. Etude Labo Finies - 2000 2001 2002

*Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris*



Toute reproduction de ce document est interdite.



Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures.

Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris.

Résumé

Mots clefs

INTRODUCTION

Dans le domaine de la conservation-restauration des supports, nous sommes souvent amenés à renforcer la toile d'origine qui se trouve dégradée par un support de soutien qui lui est collé. Selon les cas nous devons choisir d'une part le textile de renfort et d'autre part la colle qui les unit. Cette opération de restauration est soumise comme les autres, au principe de réversibilité. C'est pour cette raison que le choix du support et de la colle se pose en terme de conditions idéales de collage c'est à dire:

- 1- Pas ou peu d'imprégnation de colle
- 2- Pas ou peu d'humidification
- 3- Réversibilité.

Pour obtenir ces conditions de collage il faut prendre en considération les principaux facteurs influençant le collage à savoir:

- 1- Etat physique de la colle durant la formation du joint
- 2- Structure et nature des surfaces à coller
- 3- Structure et nature de la colle
- 4- Quantité de colle strictement nécessaire au collage répondant aux conditions de réversibilité.
- 5- Pression durant la mise en oeuvre.

Choix et définition des paramètres

Structure et nature des colles

Le choix de la colle s'est porté sur une série de mélange de Plextol B 500 et de méthyle cellulose Tylose MH 300 (réf. annexe). L'un et l'autre de ces composants est

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

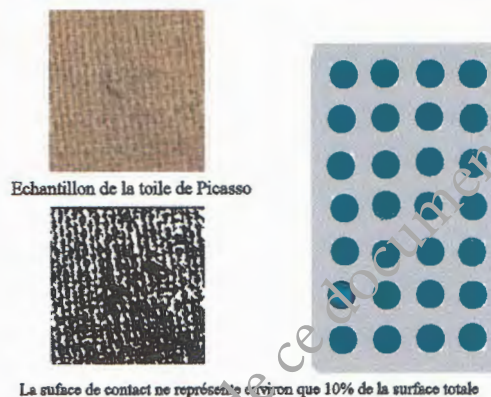
souvent utilisé seul ou en mélange dans les techniques de doublage.

Etat physique de la colle

Cette colle se présente sous forme pâteuse. La consistance pâteuse limite la pénétration de la colle dans les supports, respectant en partie la première condition du collage idéal. Par contre la colle est un adhésif aqueux et ne permet pas de respecter intégralement la deuxième condition.

Structure et nature des matériaux à coller.

Les matériaux à coller dans le cadre d'un doublage sont presque toujours des matériaux poreux et fibreux de nature cellulosique ou synthétique. La surface de ces matériaux est rugueuse et elle est caractérisée par un coefficient, fig 1.



Les énergies de surface de ces deux types de matériaux, sont inférieures à la tension superficielle de l'adhésif ce qui limite l'étalement de la colle.

Comme la force d'adhésion est proportionnelle à la surface de contact on peut la réduire ou l'augmenter en jouant sur la pression et la quantité. La maîtrise de ces trois paramètres permet de respecter la troisième condition du collage idéale.

Quantité de colle strictement nécessaire au collage

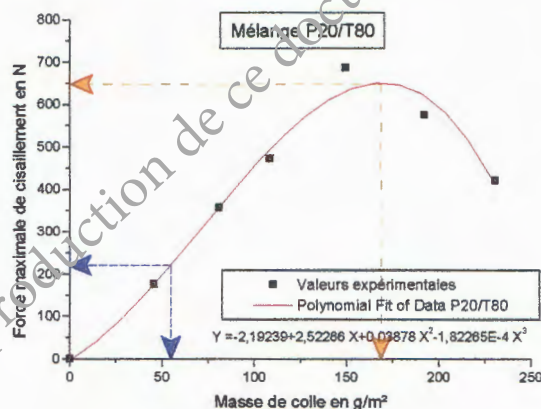
Aucune étude avec ces colles a été faite pour nous donner une idée de la quantité de colle strictement nécessaire. Pourtant on sait que la rupture adhésive ne présente pas une croissance proportionnelle à la quantité de colle. On doit pouvoir déterminer une quantité minimum de colle strictement nécessaire pour obtenir la valeur d'adhésion réversible. Actuellement l'encollage se fait d'une manière très empirique

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

entraînant d'importantes variations de force d'adhésion,

L'approche expérimentale sur une colle composée de 20% de Plextol B 500 et de 80% de Tylose MH 300 nous a permis de vérifier l'influence de la quantité de colle sur la résistance en cisaillement et en pelage du collage d'une toile de polyester sur du bois et de déterminer la quantité de colle nécessaire.

Soumis à un essai de cisaillement, la force nécessaire pour décoller les deux parties augmente avec la quantité de colle jusqu'à un maximum. Ensuite les forces de cisaillement diminuent brutalement, fig. (2).



La force de cisaillement atteint un maximum de 342,10 N/cm² lorsque la masse de colle atteint 170 g/m² autrement dit lorsque l'épaisseur est de 0,12 mm ¹.

En ce qui concerne les essais de pelage² la force augmente avec la quantité de

¹ Calcul de l'épaisseur de M= 170 g/m²:

*calcul de la densité du mélange de colle:

$D_P=1,08$ et $D_T = 1,5$ Pour un mélange de P20/T80 l'extrait sec en % est de P15/T85

La densité du mélange est de $D_{PT} = (15\% \times 1,08) + (85\% \times 1,5) = 1,437 \text{ g/cm}^3$

Pour 1,437 g -----> $V = 1 \text{ cm}^3$

Pour 1 g -----> $V = 1/1,437$

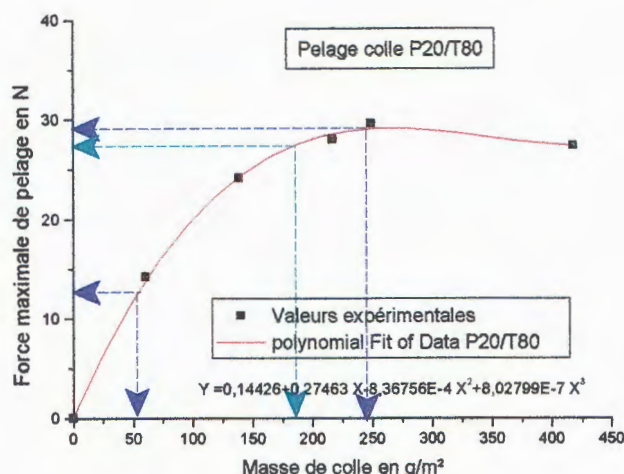
Pour 170g -----> $V = 170/1,437 = 118,30 \text{ cm}^3$

mais 170 g -----> $S = 1 \text{ m}^2$ soit 10000 cm²

Donc l'épaisseur est de $118,30/10000 = 0,0118 \text{ cm}$ ou 0,12 mm

² Conditions expérimentales: Pelage bois et toile de polyester blanche collée avec un mélange de colle de P20%/T80%. La colle est déposée sur la partie A en bois. Voir protocole expérimental.

colle et à partir de 240 g/m² elle atteint un palier d'une valeur d'environ 116 daN/m, fig.(3).



Toutes les ruptures enregistrées sont du type adhésive ou le résidu de colle reste entièrement sur la toile.

En prenant en compte les deux types d'essais, pour 170 g/m² de colle (P20/T80) nous avons: En cisaillement la valeur maximale de 342,10 N/cm²

En pelage la valeur 110 daN/m est légèrement inférieure au maximum. Au-delà comme au dessous de cette masse de colle, les performances du collage sont moins bonnes. Cependant si on s'appuie sur les critères de réversibilité 500 N/m (Hedley), et sur le type de rupture adhésive entre l'adhésif et le support original, les valeurs maximales sont bien trop importantes.

D'après les courbes expérimentales, une masse de colle en poids sec de 55g/m² est suffisante pour assurer une résistance au pelage nécessaire (500 N/m) et force de cisaillement suffisante (115 Ncm²). En fait les 55 g/m² de colle à l'état sec correspond à 180 g/m² de cette même colle liquide. Cette valeur est à peine inférieure à une valeur recommandée dans le domaine de la peinture (200 g/m²).

Evaluation du pouvoir adhésif

Le choix s'est porté vers des essais de pelage à 180° inspiré de la norme

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

AFNOR (Adhésifs et rubans adhésifs. 1985. Recueil de Normes françaises. Paris : AFNOR, voir annexe et réf: "Pressure-sensitive adhesives for the attachment of reinforcing canvases to the back of paintings" Studies in conservation 41(1996). Les éprouvettes sont constituées de deux parties. Le choix des matériaux des deux parties dépend des différentes parties de l'étude.

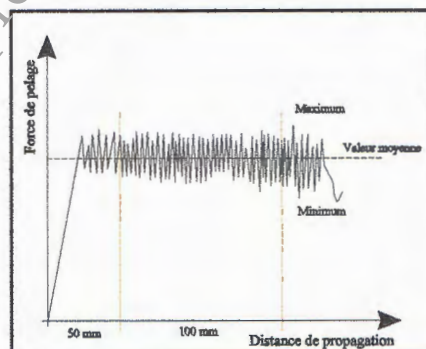
Le pouvoir adhésif est obtenu en mesurant la force moyenne de pelage obtenue sur 5 éprouvettes. De plus à chaque essais nous devons distinguer le type de rupture:

- a- Rupture adhésive entre l'adhésif et la partie A. La colle reste sur la partie B
- b- Rupture adhésive entre l'adhésif et la partie B. La colle resta sur la partie A
- c- Rupture cohésive de l'adhésif. La colle se trouve sur les parties A et B en fine couches
- d- Ruptures simultanées adhésive et cohésive.

Dans le cadre d'une réversibilité parfaite il faut que la valeur de pelage soit de 500N/m (réf).et que la rupture soit une rupture adhésive du type b. Cette valeur a été avancée par G. Hedley

Les essais se font sur un appareil de traction, (réf. Annexe).

D'après a norme AFNOR pour qu'un résultat soit représentatif il faut au moins 5 essais par lot. Les courbes obtenues au pelage présentent une série de pics plus ou moins importants, fig.(4)



Sur les 180 mm de collage sur l'éprouvette seuls 100 mm sont pris en compte à partir de 50 mm du début et 30 mm de la fin pour évaluer la valeur moyenne. On supprime ainsi tous les effets parasites dûs au démarrage et à la fin de l'essai. La moyenne obtenue correspond à la moyenne des pics de cette zone.

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Chaque résultat pour un lot est représenté par la moyenne des 5 essais. Cependant lorsque la variance est trop élevée on écarte les valeurs extrêmes. D'autre part nous devons également prendre en considération le type de ruptures que nous avons signalé -a, b, c, d - Si dans un même lot, une rupture est différente d'un essai à l'autre, elle doit être rejetée. Les résultats sont regroupés en annexe. Tableau a, b, c, d.

I- Evaluation des forces d'adhésion et étude des ruptures - Essais de pelage - normes.....

Fabrication des adhésifs.

Les adhésifs sont composés d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300 à 8% dans l'eau (réf. p 3,4,5 étude d'une série de collages à base de Plextol B 500 et de Tylose MH 300 voir en annexe). Ils sont obtenus en mélangeant les deux produits de base de 5% en 5%. Nous avons une série de 21 colles.

Les tensions superficielles de ces composants sont de l'ordre de:

Plextol B 500:

Tylose MH 300:

Conception des éprouvettes de pelage.

La partie A est constituée d'une lame de bois de :

longueur: 200 mm

largeur: 25,00 mm

épaisseur: 9,5 mm

essence du bois: Ramin de malaisie

densité:

énergie de surface: 35,5 dyne/cm

La partie B est constitué d'une toile de polyester blanche. La contexture de la toile de polyester est:

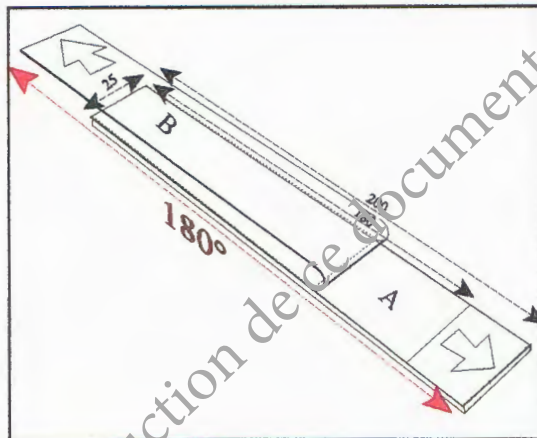
trame: 26 fils/cm

chaîne: 26 fils/cm

masse surfacique: 147,2 g/m²

énergie de surface: 43 dynes/cm

La toile de polyester est découpée en 21 morceaux rectangulaires de 400/130 mm. Chaque morceau de toile, maintenu sur un plan de travail, reçoit les tracés de découpe des 5 éprouvettes. Ensuite chaque morceau dédié à un adhésif est enduit d'une couche de colle de la série à l'aide d'une raclette, sur une surface de 180/125 mm. La partie B est pesée avant et après l'étalement de la couche de colle de manière à pouvoir en évaluer les quantités (réf. annexe tableau 1) Les parties A sont positionnées sur la partie B puis mise sous pression jusqu'à la fin du séchage. Cinq éprouvettes par lot sont finalement découpées au cutter pour se présenter selon la fig. (5).



Résultats

Masse colle liquide déposée

La masse de colle déposée sur les éprouvettes varie de 173,18 g/m² (P60/T40) au minimum à 361,88 g/m² (P0/T100) au maximum. La viscosité bien qu'elle n'est pas été mesurée varie d'un liquide visqueux pour le Plextol B 500 pur (viscosité comprise en 1100 cps et 4500 cps à 20 °C) à une substance très pâteuse pour la Tylose MH 300 à 8% dans l'eau. On ne peut pas dire que la viscosité influence durant la mise en oeuvre la quantité de colle déposée car on remarque que les masse oscillent autour de 220 g/m² sauf pour les deux extrêmes.

Masse du film colle sec.

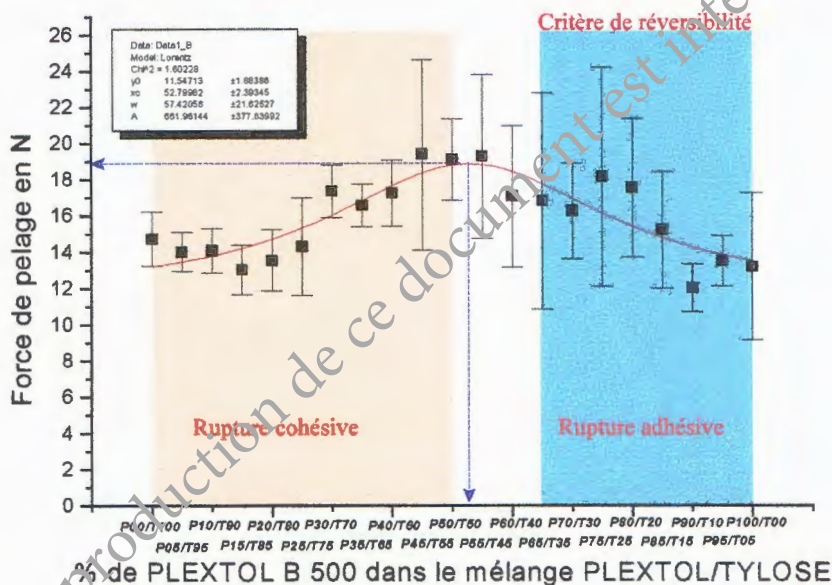
Le calcul de la masse du film de colle sec par l'intermédiaire des extraits secs

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

nous permet de constater que la masse globale décroît régulièrement de 100% de Plextol B 500 à 100% de Tylose MH 300 alors que la masse de Tylose augmente pendant que la masse de Plextol diminue. La masse de Tylose dans le mélange surpasse la masse de Plextol après P15/T85%.

Interprétation des résultats

L'évolution de la force de pelage en fonction de la modification du pourcentage des deux composants est représentée par la courbe suivante, fig.(6)



La dispersion des points est importante et les écarts types augmentent lorsque la concentration en Plextol croît. Ces deux phénomènes sont reliés différents types de rupture. Comme les ruptures ne sont pas homogènes au sein d'un même lot d'un mélange de Plextol/Tylose, la force de pelage s'en trouve fortement influencée. Cependant une tendance se dégage de l'ensemble des points sous forme d'une courbe de Lorentz, c'est dire une courbe de distribution qui présente un maximum $F_p = 760 \text{ N/m}$ pour un mélange de P53%/T47%.

Types de ruptures

Les ruptures entre les adhérents qui sont provoquées par le pelage à 180° sont de quatre types.

1. Ruptures adhésives

La rupture adhésive pure se manifeste entre la colle et le substrat de bois. Le film de colle reste accroché à la toile de polyester. Aucune trace d'adhésif n'est visible à l'oeil nu sur la surface du bois. Notons que dans ce cas de collage, l'accrochage mécanique à la toile prédomine de part la structure de la toile. Cette rupture se retrouve dans les mélanges allant de P100/T00 à P65/T35. Les valeurs de la force de pelage oscillent entre 748 N/m et 520 N/m. Ce type de rupture est apparemment indépendant du mélange à condition que la quantité de Plextol soit supérieure à la quantité de Tylose. Sur l'ensemble des 5 éprouvettes constituant un lot on n'a jamais 5 cas de rupture adhésive. Ce critère correspond aux critères de réversibilité.

2. Ruptures cohésives du bois:

La cohésion du bois comme tous les matériaux composites n'est pas homogène. Dans certains cas la cohésion superficielle est suffisamment faible pour que des copeaux de bois se détachent parallèlement au plan de pelage. Les forces d'adhésion sont supérieures aux forces de cohésion du bois. Ce phénomène entraîne une augmentation de la force de pelage lorsque le % de bois arraché dépasse 50%. La force maximale enregistrée est de 1053,6 N/m pour P80/T20. Cette rupture n'a jamais atteint 100%, elle est toujours associée à une autre forme de rupture. Combinée à la rupture adhésive elle apparaît à partir de P100/T00 jusqu'à P70/T30.

3. Rupture adhésive et cohésive.

Lorsque la rupture n'est pas purement adhésive elle se juxtapose à une rupture cohésive de l'adhésif. Ce type de rupture correspond à une rupture qui se propage au sein même de l'adhésif dans le plan du pelage. Des résidus de colle se trouvent alors à la fois sur le substrat de bois et dans la toile. On observe la juxtaposition de ces types de rupture, adhésive et cohésive dans pratiquement tous les essais, à l'exclusion des ruptures pures. Nous avons de surcroît une prédominance de la rupture adhésive dans

les mélanges ayant un % de Plextol supérieur au % de Tylose et une prédominance de rupture cohésive dans les autres cas.

4. Rupture cohésive pure

Enfin les essais qui présentent une rupture cohésive pure se manifestent à partir de P55%/T45% pour devenir plus fréquent lorsque la quantité de Tylose augmente. Ils sont caractérisés par la présence sur toute la surface du bois d'une pellicule de colle. Les valeurs de force de pelage oscillent de 487,6 N/m à 1067,6 N/m. La encore la valeur de la force de pelage est indépendant du mélange à condition que le pourcentage de Tylose soit suffisamment élevé.

En tous état de cause la force de pelage moyenne donnant des ruptures 100% adhésives quelque soit le pourcentage de Plextol/Tylose dans le mélange est de 566 N/m. La force de pelage moyenne provoquant des ruptures 45/55% adhésive et 55/45% cohésive quelque soit le % de Plextol/Tylose dans le mélange est de 856 N/m. Enfin la force de pelage moyenne étant à l'origine de rupture purement cohésive quelque soit le mélange est de 640 N/m.

En examinant les résultats et la fréquence des types de rupture on remarque que les ruptures cohésives sont plus fréquentes dans les mélanges ayant une quantité de Tylose supérieure au Plextol et que les ruptures adhésives caractérisent davantage les mélanges ayant une plus forte concentration de Plextol. Si on se place du point de vue de la réversibilité, (rupture adhésive et forces de pelage situées autour de 500 N/m) les collages répondant le mieux aux critères sont les mélanges à forte concentration de Plextol B 500.

Ce que l'on constate également dans cette série d'essais c'est que la compatibilité des colles avec le substrat à une importance considérable avec les processus de rupture. Nous voyons qu'un mélange riche en Plextol B 500 va s'associer plus étroitement avec la toile de polyester et dans ce cas la rupture est une rupture adhésive entre le bois et la colle. Au fur et à mesure que la quantité de Tylose augmente, l'adhésion au bois s'accroît et la cohésion s'affaiblit. Le bilan de ces deux paramètres est une rupture cohésive qui laisse une couche de colle sur le support et sur la toile de doublage. Autant le premier comportement respecte l'un des critères de réversibilité autant le second ne le respecte plus.

II- Evaluation des forces de cohésion et d'adhésion et étude des ruptures. Essais de cisaillement - normes.....

Conception des éprouvettes de cisaillement

La partie A est constituée d'une lame de bois de :

longueur: 200 mm

largeur: 25,00 mm

épaisseur: 9,5 mm

essence du bois: Ramin de Malaisie

densité:

énergie de surface: 35,5 dyne/cm

La partie B est constitué d'une toile de polyester blanche. La contexture de la toile de polyester est:

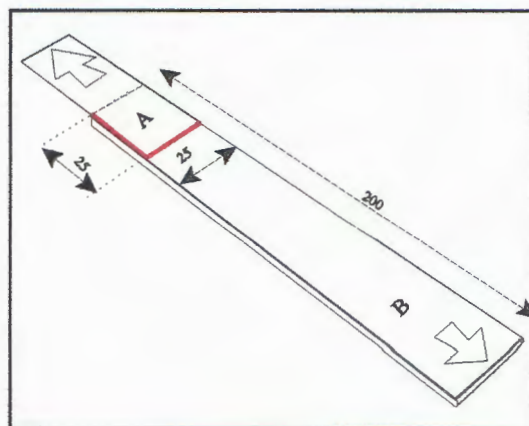
trame: 26 fils/cm

chaîne: 26 fils/cm

masse surfacique: 147,2 g/m²

tension superficielle: 43 dynes/cm

La toile de polyester est découpée en 21 morceaux rectangulaires de 50/125 mm. Chaque morceau de toile, maintenu sur un plan de travail, reçoit les tracés de découpe des 5 éprouvettes. Ensuite chaque morceau dédié à un adhésif est enduit d'une couche de colle de la série à l'aide d'une raclette, sur une surface de 50/125 mm. La partie B est pesée avant et après l'étalement de la couche de colle de manière à pouvoir en évaluer les quantités (réf. annexe tableau 2). Les parties A sont positionnées sur la partie B puis mise sous pression jusqu'à la fin du séchage. Cinq éprouvettes par lot sont finalement découpés au cutter pour se présenter selon la fig. (7)



Résultats

Masse de colle liquide déposée.

La masse de colle liquide déposée sur les éprouvettes varie de 31,76 g /m² (P95% / T05%) à 6,24 g/m² (P00% / T100%). Les remarques faites précédemment sont valables pour ce cas.

Masse du film de colle sec.

Le calcul de la masse du film de colle sec par l'intermédiaire des extraits secs nous permet de constater que la masse globale décroît régulièrement de 100% de Plextol B 500 à 100% de Tylose MH 300 alors que la masse de Tylose augmente pendant que la masse de Plextol diminue. La masse de Tylose dans le mélange surpasse la masse de Plextol après P15% / T85%, comme dans le premier cas.

Types de ruptures

Les ruptures entre les adhérents qui sont provoquées par le cisaillement sont très différentes de celles observées en pelage.

1. Rupture de la toile sans décollage.

Le collage de la toile au substrat bois est supérieur à la résistance de la toile de polyester utilisée. Les mesures que l'on enregistre nous donne une valeur approchée de la résistance de la toile. Ces valeurs oscillent autour de 400 N. Par conséquent la force de cisaillement des colles est très supérieure à 400 N dans les mélanges suivants: P100% / T00% - P95% / T05% - P90% / T10% - P85% / T15% - P80% / T20% - P75% / T25% - P65% / T35% - P60% / T40% - P55% / T45% - P45% / T55% -

2. Rupture de la toile avec un début de décollage

On observe quelque fois avant la rupture de la toile un début de décollage qui s'initie dans la partie directement sollicitée. Malgré tout les valeurs obtenues représente toujours la résistance de la toile.

3. Rupture de la toile avec un décollage partiel.

Quand le décollage s'étend avant la rupture de la toile, les valeurs obtenues restent pratiquement aussi élevées.

4. Rupture de la toile avec un décollage total.

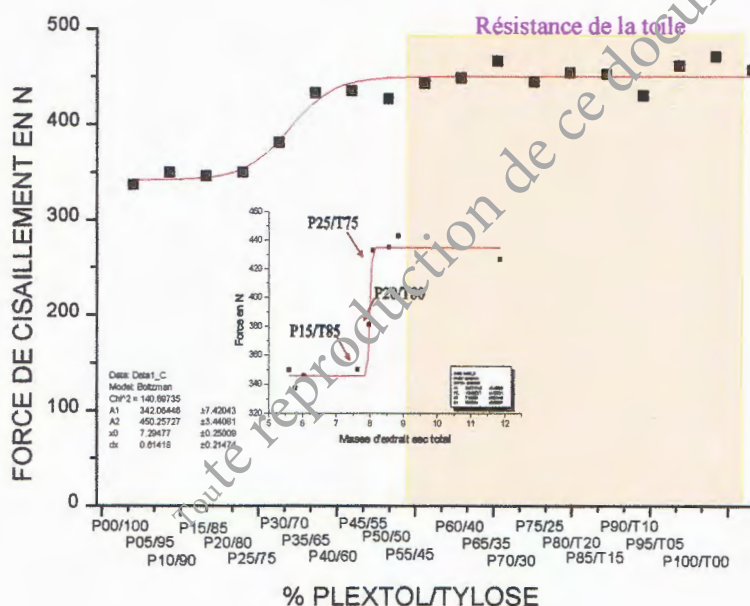
Ce cas est unique il apparaît pour P35% / T65%. La valeur de traction est un tout petit peu plus faible que les autres, ce qui signifie que le décollage s'est probablement fait en même temps que la rupture de la toile.

5. Décollage cohésif total sans rupture de la toile.

Nous avons ici un cas plus significatif qui apparaît lorsque la proportion de Tylose est suffisante pour un affaiblissement cohésif de la colle. Cette rupture s'accompagne d'une décroissance de la force de décollage autour 56 N/cm². Bien que ces forces de décollage ne soient pas significative en soi, les différents types de ruptures apparaissent cependant progressivement .

Interprétation des résultats

Les valeurs que nous obtenons en cisaillement sont regroupés sur la courbe suivante, fig. (8).



La première partie de la courbe est représentative de l'évolution de la résistance au cisaillement de cette série de colle. L'augmentation de la résistance en cisaillement se situe entre P15% / T85% et P25% / T75%. A partir de P10% / T90% (E.s. P41% /

T39%) la quantité en extrait de Tylose devient inférieure à la quantité en extrait sec en Plextol. Après P25% / T75% (E.s. P68% / T32%) la résistance au cisaillement est telle qu'elle devient supérieure à la résistance de la toile

Toutes les valeurs qui sont issues de la rupture de la toile sans décollement nous donnent une valeur moyenne de la résistance de la toile. Donc du point de vue du collage elles ne nous intéressent pas vraiment mais elles nous permettent de savoir que la résistance en cisaillement de la série des mélanges suivants - P100% / T00% - P95% / T05% - P90% / T10% - P85% / T15% - P80% / T20% - P75% / T25% - P65% / T35% - P60% / T40% - P55% / T45% - P45% / T55% - est supérieure à 72 N/cm².

III- Evaluation des forces de cohésion des adhésifs

La conception des éprouvettes permet de mesurer les forces de cohésion de la série d'adhésifs en leur faisant subir un cisaillement pur.

Conception des éprouvettes

Les parties A et B sont constituées d'une lame de bois:

longueur: 50 mm

largeur: 19 mm

épaisseur: 5 mm

essence du bois: pin

densité apparente: 0,42

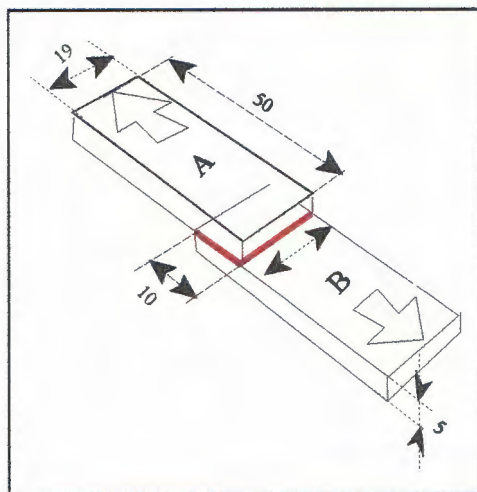
énergie de surface: 44 mJ/m²

porosité n: 0,70

La partie est pesée avant l'étalement de la colle. Ensuite elle est positionnée dans un gabarit qui permet d'appliquer une couche de colle ayant toujours la même épaisseur. La partie A encollée est de nouveau pesée de manière à évaluer la quantité de colle déposée (réf. tableau 3 annexe).

La surface de collage est de 10 mm sur 19 mm soit 190 mm² la partie B est ensuite mise en contact avec la partie A et le séchage se fait sous une légère pression;

fig.(9).



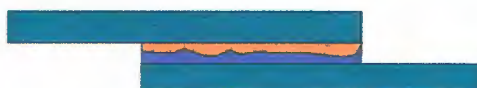
Résultats

Masse de colle déposée.

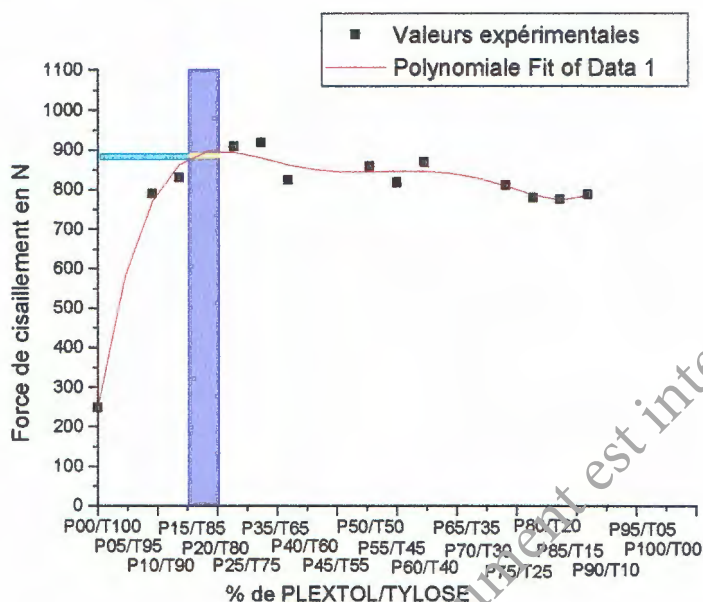
La quantité de colle liquide déposée sur les éprouvettes varie entre 631 g/m² (P10% / T90%) à 1000 g/m² (P90% / T10%). La valeur moyenne étant autour de 790 g/m². La masse de colle déposée dans ces essais est beaucoup plus importante car on cherche à avoir une épaisseur suffisante pour que la rupture cohésive se fasse dans la colle. La quantité de colle une fois sèche varie en progressant régulièrement entre 63 g/m² (P00% / T100%) et 458 g/m² (P90% / T10%). Cette croissance régulière s'explique par le fait que la masse de Plextol qui augmente dans le mélange est multiplié par sa concentration.

Type de rupture

On observe dans cet essai essentiellement une rupture cohésive au sein de la colle. La rupture se fait dans l'épaisseur de la colle en laissant sur chaque partie de l'éprouvette des résidus de masses différentes, fig. (10)



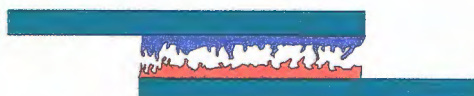
Bien que la rupture est cohésive dans presque tous les cas, on voit apparaître des modification de comportement au fur et à mesure que la proportion de Plextol/ Tylose change. A partir de P30% / T70%, ce qui correspond à une quantité de 102 g/m² de Plextol et de 38 g/m² de Tylose dans le film sec nous voyons se former des petits filaments de colle, fig.(11)



Ces filaments deviennent plus nombreux lorsque que la quantité de Plextol augmente. Lorsque la proportion de Plextol est trop importante (P85%/ T15%) le film devient mou et il a tendance à s'arracher, les forces de cohésion sont plus importantes que les forces d'adhésion.

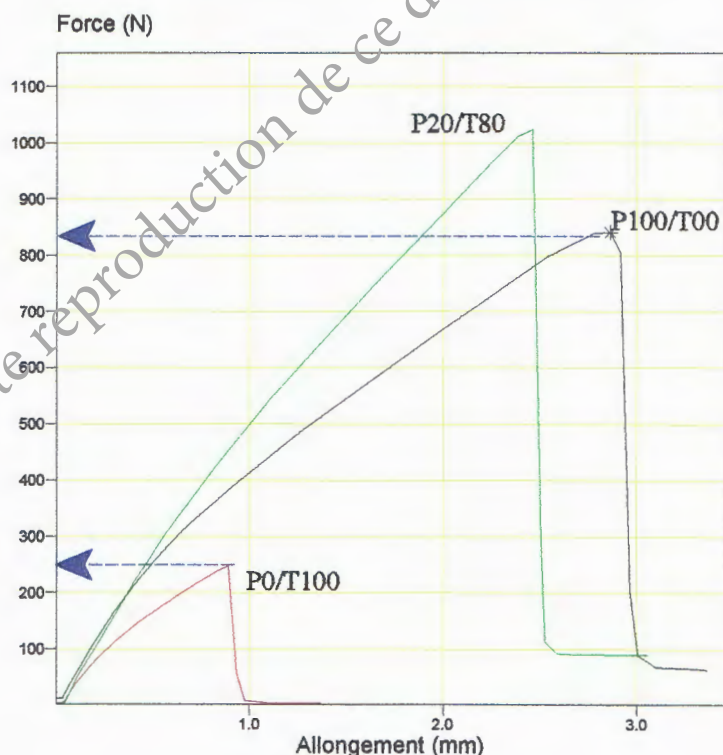
Interprétation des résultats

La courbe obtenue par régression polynomiale de l'évolution des forces cisaillement à la rupture par rapport aux proportions des différents constituants présente deux parties bien distinctes, fig. (12)



La première partie de la courbe est caractérisée par une croissance rapide des forces de cisaillement à la rupture, alors que dans la deuxième partie de la courbe les forces diminuent lentement. Le force de cisaillement maximum est de 473,6 N/cm². Le changement de comportement des mélanges de colle se situe vers P15% / T 85% et P20% / T80%. Cette proportion correspond à des quantités de Plextol dans le film sec aussi importante que la Tylose.

La force de rupture cohésive de la Tylose MH 300 pure est de l'ordre de 130 N/cm². Elle est 3,4 fois plus faible que la force de rupture cohésive du Plextol B 500 qui atteint 443 N/cm², fig. (13).



Dès que la quantité de Plextol dans le mélange dépasse la quantité de Tylose, la résistance de la cohésion de la colle parvient à son maximum soit 538N/cm². Ensuite l'addition de Plextol dans le mélange n'améliore pas ses performances puisque l'on constate une légère chute de la résistance de la cohésion de la colle.

IV- Evaluation des forces d'adhésion entre différents matériaux avec une série d'adhésifs.

Conception des éprouvettes.

Les éprouvettes fabriquées sont de quatre types. Leur fabrication s'est inspirée des techniques de conservation restauration les plus représentatives. Nous allons trouver dans la composition des éprouvettes les couples de matériaux suivants. L'un simulera le support original et l'autre le support de renfort. Dans tous les cas le matériau dit " d'origine" est collé sur une lame d'aluminium.

	support "d'origine"	Support de renfort
1	Toile de lin encollée	Toile de polyester renforcée de non-tissé de polyester
2	Toile de lin encollée	Toile de polyester renforcée de non-tissé de polyester et enduite
3	Papier japon	Toile de coton encollée de tylose MH 300
4	Toile de jute	Non-tissé de polyester

Les deux premiers types d'éprouvettes représentent deux variante d'un doublage classique de peintures sur toile. Les éprouvettes 3 simulent le doublage d'une oeuvre graphique déjà renforcée de papier japon RK 19 sur une toile de coton. Cette technique est largement utilisée par les restaurateurs. Enfin le dernier cas de figure concerne une technique de renfort adaptée au peinture sur toile de jute très dégradée. Le collage de ces matériaux se fait à chaque fois avec la série d'adhésifs choisie.

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Epreuves 1 - (lot de 1 à 5)

* Partie A. La toile de lin est une toile de lin moyenne de contexture:

Trame: 13 fils/cm

Chaîne: 17 fils/cm

Masse surfacique: 302 g/m²

La toile est collée sur une plaque d'aluminium de 200x25x2 mm à l'aide d'Araldite AWB/HY994. La fabrication de cette partie des épreuves se fait par lot de 5 épreuves de manière à obtenir une homogénéité dans la réalisation.. Après le séchage de la colle cette toile est encollée d'une couche de colle de peau à 10% dans l'eau.

* Partie B. La toile de polyester est tendue sur un bâti de taille suffisante pour prélever ensuite autant d'épreuves nécessaires. La contexture de la toile de polyester est:

Trame: 20 fils/cm

Chaîne: 20 fils/cm

Masse surfacique: 208,3 g/m²

On colle sur la toile de polyester un non-tissé de polyester de 17 g/m² au Plextol B 500 à l'aide d'une brosse. La fabrication de cette partie se fait dans les mêmes conditions que dans un traitement de doublage. La quantité de Plextol B 500 n'est pas évaluée.

La toile de polyester renforcée de non-tissé est découpée en 6 morceaux rectangulaires de 400/130 mm, -(les épreuves du lot 2 ont été supprimées)- Chaque morceau de toile, maintenu sur un plan de travail, reçoit les tracés de découpe en 5 épreuves. Ensuite chaque morceau dédié à un adhésif est enduit d'une couche de colle de la série à l'aide d'une raclette, sur une surface de 180/125 mm. La partie B est pesée avant et après l'étalement de la couche de colle de manière à pouvoir en évaluer les quantités (voir annexe tableau 1). Les parties A sont positionnées sur la partie B puis mise sous pression jusqu'à la fin du séchage. Les cinq épreuves du lot sont finalement découpées au cutter.

Epreuves 2 - (lot de 6 à 10)

* Partie A. Dans ces lots, la partie A des épreuves est identique.

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

* Partie B. Ce qui différencie la partie B des éprouvettes 1 et 2 c'est la présence sur la toile de polyester renforcée de non-tissé d'un enduit de Plextol B 500 et de carbonate de calcium. Cette enduction a pour but de rigidifier le support de renfort. La masse d'enduit est mesurée (voir annexe tableau 2) car elle a une influence sur la rigidité du support de renfort. L'enduit est composé de: Plextol B 500 (E.S = 50%) / eau / carbonate de calcium (1v/1v/1v). Au séchage l'extrait sec correspond à 50% en respectant les proportions de 2/3 de carbonate de calcium et 1/3 de résine acrylique. La toile de polyester renforcée de non-tissé, une fois enduite de Plextol B 500 chargée, suit la même procédure de fabrication des éprouvettes que nous avons vu.

Eprouvettes 3 - (lot de 11 à 15)

* Partie A. Le papier est un papier Japon RK 19. Ce papier est très souvent utilisé comme papier de doublage des dessins et il simule de revers d'un dessin doublé de papier Japon. Ce papier est ensuite collé sur une plaque d'aluminium de 200x25x2 mm à l'aide d'Araldite AWB/HY994. La fabrication de la partie de ces éprouvettes se fait par lot de 5 éprouvettes de manière à obtenir une homogénéité dans la réalisation.. La colle étant épaisse n'imprègne pas trop le papier.

* Partie B. La toile de coton utilisée a la contexture suivante:

Trame: 30 fils/cm

Chaîne: 29 fils/cm

Masse surfacique: 120 g/m²

La toile de coton est tendue sur un bâti de taille suffisante pour prélever ensuite autant d'éprouvettes nécessaires. Puis cette toile de coton est encollée avec une solution de Tylose MH 300 à 0,5% dans l'eau. La toile de coton encollée est découpée en 6 morceaux rectangulaires de 400/130 mm. Chaque morceau, de toile maintenu sur un plan de travail, reçoit les tracés des 5 éprouvettes. Ensuite chaque morceau dédié à un adhésif est enduit d'une couche de colle de la série à l'aide d'une raclette, sur une surface de 180/125 mm. La partie B est pesée avant et après l'étalement de la couche de colle de manière à pouvoir en évaluer les quantités (voir annexe tableau 3). Les parties A sont positionnées sur la partie B puis mises sous pression jusqu'à la fin du

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

séchage. Les cinq éprouvettes du lot sont découpées au cutter .

Eprouvettes 4 - (lot de 16 à 20)

* Partie A. La toile de jute est une toile qui se trouve utilisée dans certains cas comme support de peinture. La toile de jute utilisée à comme contexture:

Trame: 7 fils/cm

Chaîne: 6 fils/cm

Masse surfacique: 324,9 g/m²

La toile est collée comme précédemment sur une plaque d'aluminium de 200x25x2 mm à l'aide d'Araldite AWB/HY994. La fabrication de la partie de ces éprouvettes se fait par lot de 5 éprouvettes. Après le séchage de la colle cette toile est encollée d'une couche à 10% de colle de peau.

* Partie B. Sur 6 morceaux de non-tissé de polyester de 17 g/m² de 400/130 mm on trace les limites de chaque éprouvette. Ensuite chaque morceau dédié à un adhésif, est enduit d'une couche de colle de la série à l'aide d'un pinceau sur un Mélinex et sur une surface de 180/125 mm. La partie B est pesée avant et après l'étalement de la couche de colle de manière à pouvoir en évaluer les quantités (voir annexe tableau 4). Les parties A sont positionnées sur la partie B puis mises sous une pression calculée jusqu'à la fin du séchage. Les cinq éprouvettes du lot sont ensuite découpées au cutter .

Interprétations des résultats

Pour tenir compte de l'influence de la quantité d'adhésif sur le force de pelage nous avons ramené toutes les valeurs de pelage à 100 g/m² d'adhésif à l'aide de l'expression suivante:

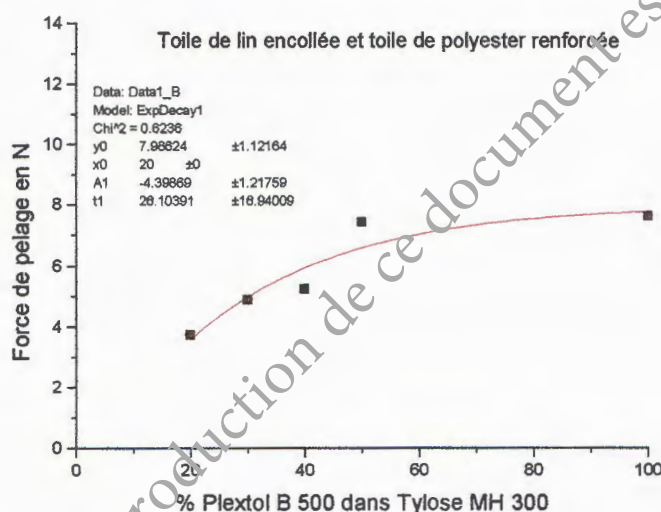
$$F_{\text{pelage}} = \frac{F_{\text{mesurée}} \cdot 100 \text{ g/m}^2}{M_{\text{adhésif}} \text{ g/m}^2}$$

Ensuite pour chaque type d'assemblage nous avons regroupé sur un graphe toutes les valeurs corrigées pour une série d'adhésifs. Bien que la dispersion des points est assez importante on voit se dégager sans ambiguïté une tendance pour chaque cas.

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

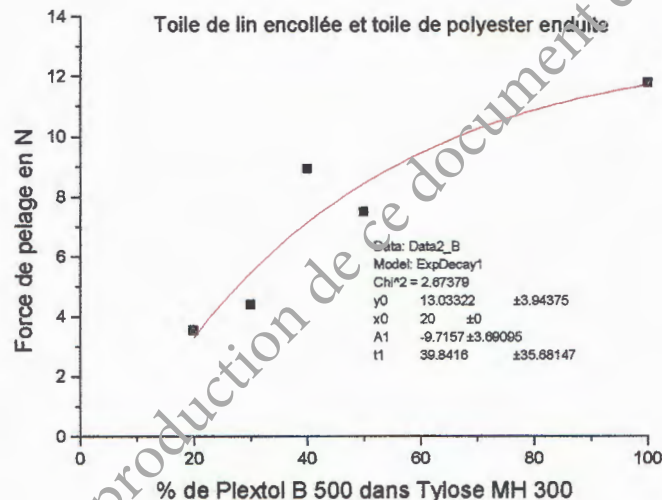
a- Collage d'une toile de polyester renforcée de non tissé sur une toile de lin moyenne encollée.

Les valeurs corrigées de la force de pelage s'étendent de 149,2 N/m à 304,8 N/m. En positionnant chaque valeur de pelage en fonction du pourcentage de Plextol B 500 dans le mélange on obtient la courbe suivante, fig. (14).



Cette courbe n'est pas linéaire. Dans une première partie comprise entre P20%/T80% et P50% / T50% la croissance de la force de pelage est rapide. Au-delà des 50% de Plextol/Tylose elle atteint un régime de croissance plus faible. L'augmentation de la quantité de Plextol B 500 se manifeste par une intensification des forces de collage. On peut attribuer ce phénomène à différentes raisons. Du point de vue de l'adhésion le Plextol B 500 a une meilleure affinités avec le polyester renforcée par un non-tissé collé au Plextol B 500, que la Tylose. Par conséquent plus la proportion de Plextol augmente dans la série de colle choisie plus les forces d'adhésion vont pouvoir se développer. D'un autre coté la porosité de la toile de lin encollée permet un accroche mécanique qui n'est pas affectée par la composition de la colle. Malgré tout on retrouve sur chaque éprouvette du coté de la toile de lin un léger film de colle irrégulier qui s'incruste à l'intérieur des

infractuosités. Cette croissance de la force de pelage ne suit pas une loi linéaire. Et la courbe obtenue par extrapolation exponentielle du premier ordre est proche de la courbe représentant l'augmentation de l'extrait sec du Plextol B 500 (ES=50%) par rapport à la Tylose (ES= 8%) dans le mélange, fig.(15).

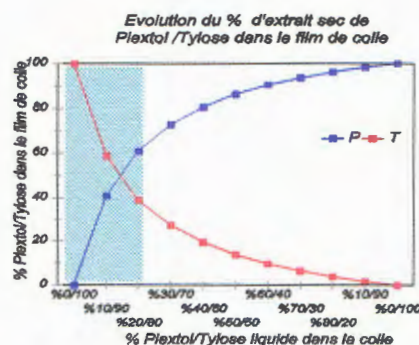


Il y a une étroite relation qui s'établit entre la quantité de Plextol et la force de pelage qui pourrait s'exprimer par une loi exponentielle du premier ordre (voir annexe):

$$y = y_0 + Ae^{-(x - x_0)/t}$$

b- Collage d'une toile de polyester renforcée de non-tissé et enduite sur une toile de lin moyenne encollée.

Les valeurs corrigées de la force de pelage s'étendent de 141 N/m à 471,6 N/m. En positionnant chaque valeur sur un graphe on obtient la courbe suivante, fig. (16).



Les valeurs de cette série d'éprouvettes sont plus élevées que les précédentes mais elles respectent les deux parties de la courbe. Ce qui a changé entre les deux type d'éprouvettes c'est la couche d'enduit posée sur la partie B. Cette couche d'enduit rigidifie le textile et les conditions de pelage change. Elles ont pour conséquences d'augmenter la force de collage. En fait quand on décolle une substance collée sur une substance rigide par pelage les parties flexibles agissent comme un bras de levier sur l'adhésif et la force de pelage s'exprime par:

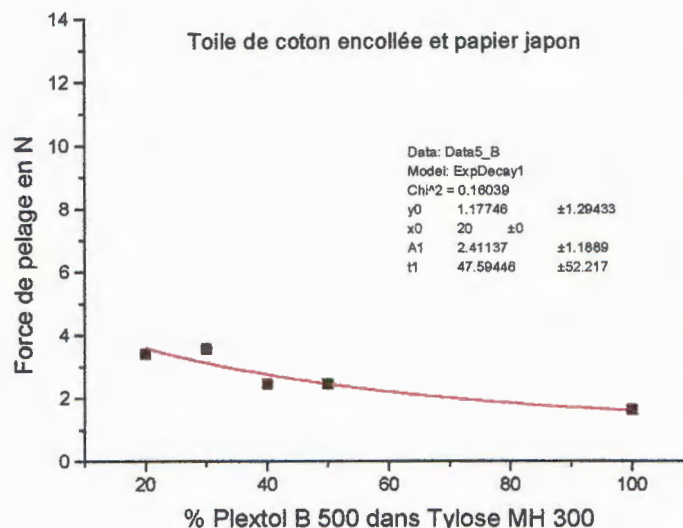
$$P = \frac{4EI}{m^2_c}$$

P: force de pelage
 E: module d'élasticité du membre flexible
 I: Moment d'inertie
 m: bras de levier

Le module d'élasticité augmente, le moment d'inertie joue dans les mouvements de rotation autour d'un point ou d'un axe le même rôle que la masse dans les mouvements de translation.

C- Collage d'une toile de coton encollée de Tylose sur un papier japon RK 19

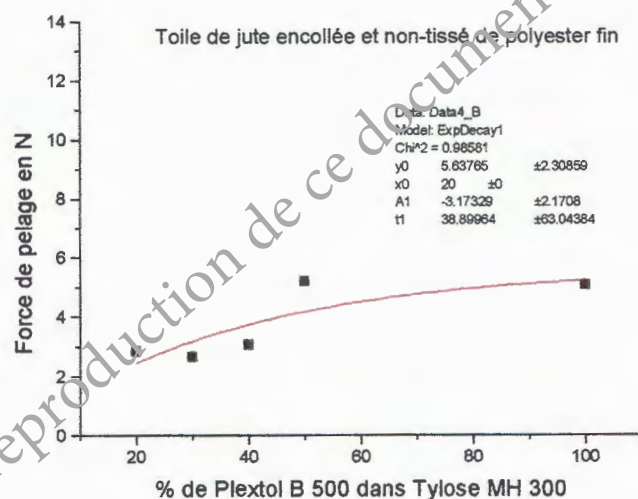
Les valeurs corrigées de la force de pelage de cette série de collage s'étendent de 143,2 N/m à 66 N/m, fig.(17).



Contrairement à ce que l'on a pu constater auparavant les forces de pelage diminuent lorsque le % de Plextol B 500 augmente. Cette variation progressive à l'allure d'une courbe. On explique ce renversement de situation par une meilleure compatibilité du coton et du papier avec la Tylose contenue dans le mélange. En effet les forces d'adhésion entre les substrats et la Tylose se développent en proportion avec la quantité contenue dans le mélange. Cette courbe est à mettre en relation avec la courbe rouge de la figure16 p.25.

d- Collage d'un non-tissé de polyester sur une toile de jute encollée.

Les valeurs corrigées de la force de collage s'étendent pour cette série de 106 N/m à 207,6 N/m, fig.(18).



CONCLUSION

Les valeurs sont beaucoup plus basses que les valeurs d'adhésion des collages 1 et 2 mais la courbe conserve la même forme. Dans ce cas comme dans les deux autres, c'est le pouvoir adhésif du Plextol B 500 qui prédomine. La faible amplitude des valeurs de pelage est liée à la structure des matériaux à assembler et à la mise en oeuvre. La toile de jute présente un taux de rugosité élevé et par conséquent la surface et les forces d'adhésion se trouvent réduites.

Dans tous les cas de figures les forces de pelage sont inférieures à la force

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

maximum admise respectant la réversibilité - voir Edley-. En admettant que la force idéale de collage - qui n'a jamais été déterminée- se situe entre 225 et 275 N/m les résultats donnent:

Pour le collage 1 - pourcentage de Plextol B 500 est compris entre 36% et 56% .

Pour le collage 2 - pourcentage de Plextol B 500 est compris entre 30% et 38%

Pour le collage 4 - le collage est trop faible sauf si le Plextol B 500 est utilisé pur -209,2 N/m proche de 224 N/m.

Toute reproduction de ce document est interdite

ANNEXE

Le *Plextol B 500* est une résine acrylique composée d'un copolymère d'acrylate d'éthyle et de méthacrylate de méthyle en dispersion dans l'eau.

Propriétés chimiques et physiques

- * Pouvoir adhésif: bon
- * Mouillabilité: moyenne tension superficielle élevée
- * Souplesse: très bonne et reste excellente dans le temps.
- * Couleur: le film est opalescent à transparent selon l'épaisseur. Les vieillissements photo-oxydatif (Xénon) ou thermo-oxydatif peuvent provoquer un léger jaunissement. En revanche dans le cas où il est utilisé dans un collage entre deux surfaces opaques l'action de la lumière ne le modifie pas.
- * Viscosité de l'émulsion commerciale: faible entre 1100 et 4500 cps à 20°C.
- * Solubilité: le *Plextol B 500* se dilue dans l'eau. Après séchage complet il devient insoluble dans l'eau et soluble dans certains solvants organiques. Les solvants les plus courants du film de *Plextol B 500* sont: le toluène, le xylène, le cyclohexane, l'isopropanol, l'acétone, l'éthanol..
- * Température de transition vitreuse: 9°C
- * Point de ramollissement: 70-75°C
- * Masse volumique: 1,08 g/ml
- * Concentration en matière sèche dans l'émulsion: 51%± 1%
- * pH: 9; stable
- * Grande stabilité aux variations hygrométriques
- * t°C minimale de formation du film: TMF=7°C

Les propriétés chimiques de stabilité à la chaleur et à la lumière sont à considérer avec réserves. Les études menées à ce sujet à travers des tests de vieillissement artificiel donnent parfois des résultats contradictoires: quelques-uns d'entre eux révèlent un léger jaunissement sous l'action des UV et une réaction de réticulation à hautes températures. Par contre toutes les études s'accordent sur la permanence de la bonne résistance mécanique du film de *Plextol B 500*.

La *Tylose MH 300* est une méthylhydroxyéthylcellulose. Lors de l'éthérification de

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:
Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

la cellulose le groupement méthyle qui se substitue au groupement hydroxyle contient une petite quantité d'hydroxyéthyle. La fabrication implique le même procédé d'éthérification de la cellulose mais fait intervenir des substances chimiques différentes.

La Tylose MH 300 est vendue sous forme de poudre blanche qu'il faut mettre en solution. Elle est préparée à 4% dans l'eau.

Propriétés physiques et chimiques

- * Pouvoir adhésif moyen
- * Mouillabilité: moyenne
- * Souplesse bonne
- * Couleur: film translucide,
- * pH: entre 6,5 et 7,5
- * Viscosité à 4% et 20°C: élevée
- * Degré de substitution 1,5 à 1,9
- * Solubilité: soluble dans l'eau froide, insoluble dans l'eau chaude à partir de 80°C
- * Résistance aux micro-organismes: médiocre
- * Résistance aux acides et bases: mauvaise
- * Retrait: fort retrait.

Appareil d'essais



Tableau 1- Quantité de colle déposée sur les éprouvettes de pelage, toile de polyester blanche sur bois

Mélanges	Masse de colle liquide g/m ²	Extrait Sec Plextol g/m ²	Extrait Sec Tylose g/m ²	Extrait Sec Total g/m ²
*100/0%	291,29	145,65	0	145,65
*95/5%	223,06	105,95	0,89	106,85
*90/10%	211,76	95,29	1,69	96,99
*85/15%	229,18	97,40	2,75	100,15
*80/20%	219,76	87,91	3,52	91,42
*75/25%	187,76	70,41	3,76	74,17
*70/30%	226,82	79,39	5,44	84,83
*65/35%	217,88	70,81	6,10	76,91
*60/40%	173,18	51,95	5,54	57,49
*55/45%	192,94	53,06	6,95	60,00
*50/50%	204,71	51,18	8,19	59,36
*45/55%	203,29	45,74	8,94	54,69
*40/60%	206,12	41,22	9,89	51,12
*35/65%	203,76	35,66	10,60	46,25
*30/70%	226,35	33,95	12,68	46,63
*25/85%	220,24	27,53	13,21	40,74
*20/80%	203,29	20,33	13,01	33,34
*15/85%	200,47	15,04	13,63	28,67
*10/90%	251,76	12,59	18,13	30,72
*5/95%	261,65	6,54	19,89	26,43
*0/100%	361,88	0,00	28,95	28,95

Tableau 2: Quantité de colle déposée sur les éprouvettes de cisaillement, toile de polyester blanche sur bois

	Masse de colle liquide g/m ²	ES Plextol g/m ²	ES Tylose g/m ²	ES Total g/m ²
*100/0%	64,00	32,00	0,00	32,00
*95/5%	31,53	14,98	0,00	14,98
*90/10%	48,94	22,02	0,20	22,22
*85/15%	41,88	17,80	0,34	18,14
*80/20%	39,53	15,81	0,47	16,29
*75/25%	33,88	12,71	0,54	13,25
*70/30%	36,71	12,85	0,73	13,58
*65/35%	36,24	11,78	0,87	12,65
*60/40%	46,12	13,84	1,29	15,13
*55/45%	42,35	11,65	1,36	13,00
*50/50%	48,00	12,00	1,73	13,73
*45/55%	37,18	8,36	1,49	9,85
*40/60%	36,24	7,25	1,59	8,84
*35/65%	53,18	9,31	2,55	11,86
*30/70%	42,35	6,35	2,20	8,56
*25/85%	44,71	5,59	2,50	8,09
*20/80%	49,88	4,99	2,99	7,98
*15/85%	55,06	4,13	3,52	7,65
*10/90%	51,29	2,56	3,49	6,05
*5/95%	57,88	1,45	4,17	5,61
*0/100%	76,24	0,00	5,79	5,79

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Tableau 3: Quantité de colle déposée sur les éprouvettes de cisaillement, bois sur bois

	Q de colle liquide g	Q de colle g/m ²	ES Plextol g/m ²	ES Tylose g/m ²	ES Total g/m ²
P00/T100	0,150	789,474	0,000	63,158	63,158
P05/T95	0,130	684,211	17,105	52,000	69,105
P10/T90	0,120	631,579	31,579	45,474	77,053
P15/T85	0,180	947,368	71,053	64,421	135,474
P20/T80	0,130	684,211	68,421	43,789	112,211
P25/T75	0,130	684,211	85,526	41,053	126,579
P30/T70	0,130	684,211	102,632	38,316	140,947
P35/T65	0,150	789,474	138,158	41,053	179,211
P40/T60	0,150	789,474	157,895	37,895	195,789
P45/T55	0,170	894,737	201,316	39,368	240,684
P50/T50	0,170	894,737	223,684	35,789	259,474
P55/T45	0,130	684,211	188,158	24,632	212,789
P60/T40	0,150	789,474	236,842	25,263	262,105
P65/T35	0,140	736,842	239,474	20,632	260,105
P70/T30	0,130	684,211	239,474	16,421	255,895
P75/T25	0,160	842,105	315,789	16,842	332,632
P80/T20	0,170	894,737	357,895	14,316	372,211
P85/T15	0,160	842,105	357,895	10,105	368,000
P90/T10	0,190	1000,000	450,000	8,000	458,000
P95/T05	0,130	684,211	325,000	2,737	327,737
P100/T00	0,150	789,474	394,737	0,000	394,737

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Tableau 1: Caractéristiques des éprouvettes:

toile de lin encollée colle de peau et toile de polyester rigidifié par un non-tissé de polyester

Collage sur alu: araldite AWB/HY 994

Surface de collage pour 5 éprouvettes: $0,180 \times 0,125 = 0,0225 \text{ m}^2$

Lot	Partie A: 25x200	Adhésif	M col. liq.	M col. liq	Partie B: 25x400	type d'essai	Nb Ep
1	Toile de lin sur alu	PB 500 épaissi xylène	3.5 g	155,5 g/m ²	T. PEST./NT.PEST	Peel test 40/0708	5
2	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (50/50) c=8%	5.6 g	248,88 g/m ²	T. PEST./NT.PEST	Peel test 40/0708	5
3	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (40/60) c=8%	4.6 g	204,44 g/m ²	T. PEST./NT.PEST	Peel test 40/0708	5
4	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (30/70) c=8%	4.4 g	195,55 g/m ²	T. PEST./NT.PEST	Peel test 40/0708	5
5	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (20/80) c=8%	4.9 g	217,77 g/m ²	T. PEST./NT.PEST	Peel test 40/0708	5

Tableau 2: Caractéristiques des éprouvettes:

toile de lin encollée colle de peau et toile de polyester rigidifié par un non-tissé de polyester et un enduit de Plextol B 500 chargé de carbonate de calcium.

Collage sur alu: araldite AWB/HY 994

Surface de collage pour 5 éprouvettes: $0,180 \times 0,125 = 0,0225 \text{ m}^2$

Surface d'enduction $0,4 \times 0,13$. La $D_{\text{carb.calcium}} = 2,70$.

Lot	Partie A: 25x200	Adhésif	M col liq.	M col. liq	Partie B: 25x400	type d'essai	Nb ép
6	Toile de lin sur alu	PB 500 épaissi xylène	2.6 g	115,55 g/m ²	T.PEST./NT.PEST/Enduit: 8g, 153,84 g/m ²	Peel test 40/0708	5
7	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (50/50) c=8%	5.6 g	248,88 g/m ²	T.PEST./NT.PEST/Enduit: 9.3 g, 178,84 g/m ²	Peel test 40/0708	5
8	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (40/60) c=8%	3.5 g	155,5 g/m ²	T.PEST./NT.PEST/Enduit: 10 g, 191,30 g/m ²	Peel test 40/0708	5
9	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (30/70) c=8%	2.6 g	115,55 g/m ²	T.PEST./NT.PEST/Enduit: 9.9 g, 190,38 g/m ²	Peel test 40/0708	5
10	Toile de lin sur alu	PB500/Tylose (20/80) c=8g	3.4 g	151,11 g/m ²	T.PEST./NT.PEST/Enduit: 10 g, 191,30 g/m ²	Peel test 40/0708	

Tableau 3: Caractéristiques des éprouvettes:

papier japon RK19 et toile de coton encollée de Tylose MH 300.

Collage sur alu: araldite AWB/HY 994

Surface de collage pour 5 éprouvettes: $0,180 \times 0,125 = 0,0225 \text{ m}^2$

Lot	Partie A:25x200	Adhésif	M.col. liq.	M.col. liq	PartieB: 25x400	type d'essai	Nb.ép
11	Papier sur alu	PB 500 épaissi xylène	5 g	222,22 g/m ²	Toile de coton encollée MC	Peel test 40/0708	5
12	Papier sur alu	PB500/Tylose (50/50) c = 8 %	4.6 g	204,44 g/m ²	Toile de coton encollée MC	Peel test 40/0708	5
13	Papier sur alu	PB500/Tylose (40/60) c = 8 %	5.5 g	244,44 g/m ²	Toile de coton encollée MC	Peel test 40/0708	5
14	Papier sur alu	PB500/Tylose (30/70) c = 8 %	5.5 g	244,44 g/m ²	Toile de coton encollée MC	Peel test 40/0708	5
15	Papier sur alu	PB500/Tylose (20/80) c = 8 %	5.7 g	253,33 g/m ²	Toile de coton encollée MC	Peel test 40/0708	5

Tableau 4: Caractéristiques des éprouvettes:

toile de jute encollée de colle de peau et non-tissé de polyester fin.

Collage sur alu: araldite AWB/HY 994

Surface de collage pour 5 éprouvettes: $0,180 \times 0,125 = 0,0225 \text{ m}^2$

Le séchage se fait sous pression ici mesurée.

Lot	Partie A:25x200	Adhésif	M.col. liq.	M.col. liq.	PartieB: 25x400	type d'essai	Pres.séchage	Nb.ép
16	Toile de jute sur alu	PB 500 épaissi xylène	2,5g	111,11 g/m ²	N.T.polyester (17 g/m ²)	Peel test 40/0708	4.02 g/m ²	5
17	Toile de jute sur alu	PB500/Tylose (50/50) c = 8 %	2,8 g	124,44 g/m ²	N.T.polyester (17 g/m ²)	Peel test 40/0708	4.05 g/m ²	5
18	Toile de jute sur alu	PB500/Tylose (40/60) c = 8 %	2,8 g	124,44 g/m ²	N.T. polyester (17 g/m ²)	Peel test 40/0708	4.17 g/m ²	5
19	Toile de jute sur alu	PB500/Tylose (30/70) c = 8 %	2,8g	124,44 g/m ²	N.T.polyester (17 g/m ²)	Peel test 40/0708	4.52 g/m ²	5
20	Toile de jute sur alu	PB500/Tylose (20/80) c = 8 %	2.7 g	120,00 g/m ²	N.T.polyester (17 g/m ²)	Peel test 40/0708	4.51 g/m ²	5

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

évaluation de la force de pelage en fonction d'un mélange d'adhésifs Plextol B 500 et Tylose entre

file de lin encollée colle de peau et polyester rigidifié par un non-tissé de polyester

t	N°	Vitesse	Dist.de propagation	Force moyenne	Energie	Minimum Force	Force maximale	Commentaires			
	1	200.00 mm/min	180.02 mm	8.5804 N	1.7161 J	4.8344 N	15.067 N			Plextol B 500 épaissi	
	2	200.00 mm/min	149.95 mm	6.4264 N	1.2859 J	4.0477 N	10.546 N		11.93 N	Force moyenne	11,88 N
	3	200.00 mm/min	150.04 mm	14.944 N	2.9892 J	8.1733 N	21.217 N		2.24 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	150.01 mm	11.232 N	2.2470 J	4.3710 N	24.089 N				
	5	200.00 mm/min	149.89 mm	18.473 N	3.6961 J	6.9567 N	39.350 N				
	1	200.00 mm/min	150.01 mm	2.9806 N	0.59620 J	0.83285 N	5.2126 N			Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=4%	
	2	200.00 mm/min	150.04 mm	8.3622 N	1.6727 J	4.0956 N	12.172 N		5.84 N	Force moyenne	6,02 N
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	6.9281 N	1.3868 J	1.5806 N	13.864 N		1.36 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	150.05 mm	4.7527 N	0.95077 J	1.5723 N	7.6711 N				
	5	200.00 mm/min	150.09 mm	7.3544 N	1.4706 J	2.6762 N	12.087 N				
	1	200.00 mm/min	149.97 mm	15.308 N	3.0621 J	11.367 N	21.646 N			Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=8%	
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	19.833 N	3.9651 J	9.3810 N	25.469 N		18.48 N	Force moyenne	19,96 N
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	18.559 N	3.7130 J	8.1713 N	28.243 N		3.69 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	150.05 mm	25.579 N	5.1168 J	16.150 N	32.144 N				
	5	200.00 mm/min	150.01 mm	20.277 N	4.0528 J	16.751 N	26.433 N				
	1	200.00 mm/min	150.05 mm	8.5261 N	1.7061 J	3.1473 N	17.249 N			Plextol B 500/ Tylose 40/60 c=8%	
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	8.2197 N	1.9391 J	3.9141 N	12.841 N		10.7 N	Force moyenne	9,74 N
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	12.732 N	2.5472 J	4.1663 N	19.553 N		2.21 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	150.01 mm	5.9809 N	1.1965 J	1.4614 N	13.342 N				
	5	200.00 mm/min	150.01 mm	13.408 N	2.6821 J	4.8342 N	24.384 N				
	1	200.00 mm/min	150.02 mm	12.340 N	2.4688 J	5.1061 N	17.664 N			Plextol B 500/ Tylose 30/70 c=8%	
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	9.7511 N	1.9511 J	4.6211 N	18.481 N		9.56 N	Force moyenne	8,42 N
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	8.9434 N	1.7889 J	4.1311 N	17.051 N		1.90 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	149.98 mm	3.9094 N	0.78252 J	1.6961 N	9.3916 N				
	5	200.00 mm/min	150.05 mm	7.2167 N	1.4438 J	3.5530 N	17.094 N				
	1	200.00 mm/min	150.01 mm	5.7287 N	1.1459 J	3.4535 N	10.781 N			Plextol B 500/ Tylose 20/80c=8%	
	2	200.00 mm/min	149.93 mm	9.7082 N	1.9430 J	5.1379 N	14.572 N		8.1440 N	Force moyenne	8,1 N
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	9.0316 N	1.8063 J	5.0386 N	14.918 N		1.6291 J	Energie moyenne	
	4	200.00 mm/min	150.01 mm	9.9176 N	1.9834 J	3.5979 N	16.523 N				
	5	200.00 mm/min	149.90 mm	6.3339 N	1.2667 J	3.6807 N	10.757 N				

évaluation de la force de pelage en fonction d'un mélange d'adhésifs Plextol B 500 et Tylose entre

toile de lin encolée colle de peau et une toile de polyester rigidifiée par un non-tissé de polyester

Produit de Plextol B 500 et carbonate de calcium

lot	N°	Vitesse	Distance de propagation	Force moyenne	Energie	Minimum Force	Force maximale	Commentaires		
	1	200.00 mm/min	150.08 mm	15.690 N	3.6762 J	5.9281 N	27.277 N		Plextol B 500 épaissi	
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	7.5907 N	1.5184 J	3.6134 N	14.360 N		Force moyenne	13,62
	3	200.00 mm/min	149.99 mm	14.280 N	2.8573 J	3.6517 N	23.667 N	adhésif/cohésif	Energie moyenne	2,85
	4	200.00 mm/min	150.04 mm	11.492 N	2.2984 J	5.6742 N	25.085 N	adhésif/cohésif		
	5	200.00 mm/min	150.01 mm	13.037 N	2.6082 J	6.6800 N	24.780 N	adhésif/cohésif		
	1	200.00 mm/min	150.01 mm	8.1327 N	2.3534 J	3.1205 N	15.244 N	adhésif/cohésif		
	2	200.00 mm/min	150.05 mm	2.9817 N	0.89065 J	1.0956 N	5.5906 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=4%	
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	4.5386 N	1.3373 J	1.5788 N	9.3805 N	adhésif	Force moyenne	4,75
	4	200.00 mm/min	150.05 mm	4.8609 N	1.3008 J	2.1204 N	10.872 N	adhésif	Energie moyenne	1,72
	5	200.00 mm/min	150.00 mm	6.9046 N	1.9120 J	3.7317 N	12.403 N	adhésif		
	1	200.00 mm/min	150.10 mm	16.386 N	2.9734 J	10.458 N	30.396 N	cohésif		
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	17.040 N	4.9374 J	7.2809 N	22.853 N	cohésif toile	Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=8%	
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	19.622 N	5.0877 J	8.3437 N	26.707 N	cohésif toile	Force moyenne	18,65
	4	200.00 mm/min	150.07 mm	19.301 N	4.9966 J	12.175 N	25.737 N	cohésif toile	Energie moyenne	5
	1	200.00 mm/min	150.03 mm	7.9616 N	2.3653 J	4.0220 N	14.320 N	adhésif		
	2	200.00 mm/min	149.99 mm	15.318 N	4.5376 J	7.5134 N	33.030 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 40/60 c=8%	
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	13.397 N	3.9598 J	5.2218 N	20.295 N	adhésif/cohésif	Force moyenne	13,89
	4	200.00 mm/min	150.01 mm	14.057 N	4.1466 J	4.8588 N	21.790 N	adhésif	Energie moyenne	3,91
	5	200.00 mm/min	150.01 mm	10.368 N	3.0508 J	4.4681 N	15.744 N	adhésif		
	1	200.00 mm/min	150.05 mm	5.6658 N	1.6894 J	2.7415 N	14.708 N	adhésif		
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	3.9153 N	1.1057 J	0.88863 N	10.145 N	adhésif	Plextol B 500/Tylose 30/70 c = 8%	
	3	200.00 mm/min	150.01 mm	5.7143 N	1.7044 J	2.0801 N	11.329 N	adhésif	Force moyenne	5,07
	4	200.00 mm/min	150.03 mm	10.323 N	3.0596 J	3.7581 N	17.655 N	adhésif/cohésive	Energie moyenne	1,49
	5	200.00 mm/min	150.00 mm	11.047 N	3.2505 J	4.6324 N	17.431 N	adhésif/cohésive		
	1	200.00 mm/min	150.04 mm	5.7898 N	1.1581 J	3.7596 N	12.239 N	adhésif	Plextol B 500/Tylose 20/80 c= 8%	
	2	200.00 mm/min	150.01 mm	4.4991 N	0.90043 J	2.6303 N	7.5418 N	adhésif	Force moyenne	5,35
	3	200.00 mm/min	150.27 mm	8.1189 N	1.6242 J	5.0121 N	11.239 N	adhésif	Energie moyenne	1,025
	4	200.00 mm/min	150.01 mm	10.766 N	2.1539 J	5.9927 N	15.940 N	adhésif		
	5	200.00 mm/min	150.01 mm	9.7524 N	1.9499 J	6.5501 N	14.492 N	adhésif		

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Evaluation de la force de pelage en fonction d'un mélange d'adhésifs Plextol B 500 et Tylose entre

Papier japon RK 19 et toile de coton encollée de tylose MH 300

N°lot	N°	Vitesse	Distance de propagation	Force moyenne	Energie	Minimum Force	Force maximale	Commentaires	
lot13	1	200.00 mm/min	150.06 mm	6.0282 N	1.4523 J	0.59491 N	12.405 N	adhésif	Plextol B 500 épaissi
lot13	2	200.00 mm/min	150.01 mm	3.1254 N	0.62503 J	0.29218 N	6.8247 N	adhésif	Force moyenne 3,77
lot13	3	200.00 mm/min	150.05 mm	2.7812 N	0.55637 J	-0.0061468 N	6.9377 N	adhésif	Energie moyenne 0,75
lot13	4	200.00 mm/min	150.09 mm	3.9612 N	0.79204 J	1.3064 N	13.710 N	adhésif	
lot13	5	200.00 mm/min	150.01 mm	5.2516 N	1.0500 J	1.7056 N	9.9543 N	adhésif	
lot14	1	200.00 mm/min	150.01 mm	5.1869 N	1.0374 J	3.0266 N	8.6294 N	cohésif papier	
lot14	2	200.00 mm/min	150.01 mm	6.3318 N	1.2662 J	0.80893 N	10.185 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=8%
lot14	3	200.00 mm/min	150.01 mm	6.0933 N	1.2187 J	1.9224 N	10.432 N	adhésif	Force moyenne 6,02
lot14	4	200.00 mm/min	149.92 mm	7.2386 N	1.4480 J	2.8070 N	14.000 N	cohésif papier	Energie moyenne 1,19
lot14	5	200.00 mm/min	150.01 mm	5.2839 N	1.0569 J	3.2701 N	7.5238 N	cohésif papier	
lot15	1	200.00 mm/min	150.01 mm	5.8206 N	1.1638 J	2.0253 N	11.342 N	adhésif	
lot15	2	200.00 mm/min	150.05 mm	9.4806 N	1.8956 J	6.1283 N	13.427 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 40/60
lot15	3	200.00 mm/min	150.05 mm	6.2133 N	1.2427 J	3.7408 N	8.8980 N	adhésif	Force moyenne 6,02
lot15	4	200.00 mm/min	150.05 mm	5.5791 N	1.1165 J	2.1635 N	10.597 N	adhésif	Energie moyenne 1,2
lot15	5	200.00 mm/min	150.01 mm	6.4908 N	1.2980 J	2.5789 N	10.122 N	adhésif	
lot16	1	200.00 mm/min	150.01 mm	4.7527 N	0.95066 J	2.5517 N	10.233 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 30/70
lot16	2	200.00 mm/min	150.00 mm	4.1646 N	0.83311 J	1.3354 N	7.5360 N	adhésif	Force moyenne 4,89
lot16	3	200.00 mm/min	150.00 mm	5.7987 N	1.1606 J	2.4777 N	12.091 N	adhésif	Energie moyenne 0,98
lot16	4	200.00 mm/min	150.01 mm	7.0094 N	1.4018 J	4.4143 N	11.219 N	adhésif	
lot16	5	200.00 mm/min	150.01 mm	7.6768 N	1.5354 J	3.9942 N	13.551 N	adhésif/cohésif	
lot17	1	200.00 mm/min	150.01 mm	7.8765 N	1.5753 J	3.6626 N	12.797 N	adhésif/cohésif	Plextol B 500/Tylose 20/80
lot17	2	200.00 mm/min	150.01 mm	7.3394 N	1.4678 J	4.8783 N	10.654 N	adhésif/cohésif	Force moyenne 7,6
lot17	3	200.00 mm/min	150.05 mm	5.7452 N	1.1493 J	3.1764 N	9.6095 N	adhésif/cohésif	Energie moyenne 1,51
lot17	4	200.00 mm/min	150.05 mm	5.7621 N	1.1530 J	3.1960 N	9.6847 N	adhésif/cohésif	
lot17	5	200.00 mm/min	150.05 mm	5.9380 N	1.1875 J	1.4714 N	13.496 N	adhésif/cohésif	

Etude d'une série de colles à base d'un mélange de Plextol B 500 et de Tylose MH 300:

Doublage en conservation-restauration des peintures: Alain ROCHE 03 rue Liard 75014 Paris

Evaluation de la force de pelage d'un mélange d'adhésifs Plextol B 500 et Tylose sous faible

pression entre une toile de jute encollée colle de peau et un non-tissé de polyester fin

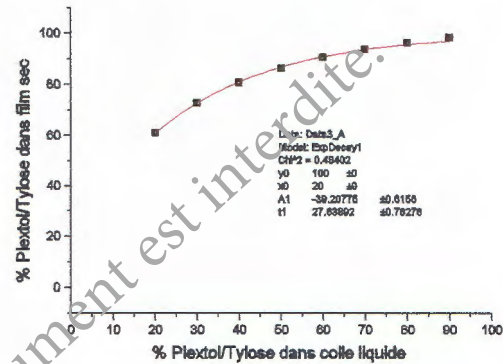
N° lot	N°	Vitesse	Distance de propagation	Force moyenne	Energie	Minimum Force	Force maximale	Commentaires		
lot18	1	200.00 mm/min	150.01 mm	5.0466 N	1.0093 J	1.6492 N	9.3762 N	adhésif	Plextol B 500 épaissi	
lot18	2	200.00 mm/min	150.01 mm	5.4328 N	1.0864 J	2.1622 N	8.5398 N	adhésif	Force moyenne	4,89
lot18	3	200.00 mm/min	149.97 mm	8.7265 N	1.7446 J	4.1200 N	12.524 N	adhésif	Energie moyenne	0,97
lot18	4	200.00 mm/min	149.97 mm	4.4671 N	0.89313 J	2.4306 N	7.0444 N	déchirement du non-tissé		
lot18	5	200.00 mm/min	149.97 mm	4.6362 N	0.92713 J	2.7508 N	7.9232 N	adhésif		
lot19	1	200.00 mm/min	150.01 mm	6.5905 N	1.3186 J	2.8455 N	13.733 N	adhésif		
lot19	2	200.00 mm/min	149.96 mm	5.7938 N	1.1589 J	3.0268 N	10.269 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 50/50 c=8%	
lot19	3	200.00 mm/min	149.97 mm	7.8903 N	1.5779 J	4.0657 N	11.758 N	adhésif	Force moyenne	7,12
lot19	4	200.00 mm/min	149.97 mm	8.1242 N	1.6244 J	4.5124 N	12.254 N	adhésif	Energie moyenne	1,41
lot19	5	200.00 mm/min	149.97 mm	7.2349 N	1.4464 J	3.5314 N	14.743 N	adhésif		
lot20	1	200.00 mm/min	150.10 mm	3.4085 N	0.68160 J	0.22831 N	8.0475 N	adhésif		
lot20	2	200.00 mm/min	150.05 mm	3.0503 N	0.61014 J	0.49048 N	7.2912 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 40/60	
lot20	3	200.00 mm/min	150.02 mm	5.7873 N	0.75736 J	0.58857 N	8.8410 N	adhésif	Force moyenne	3,54
lot20	4	200.00 mm/min	150.04 mm	2.0840 N	0.41682 J	0.10223 N	5.8550 N	adhésif	Energie moyenne	0,7
lot20	5	200.00 mm/min	150.05 mm	3.9346 N	0.78677 J	0.85013 N	9.4834 N	adhésif		
lot21	1	200.00 mm/min	150.05 mm	3.7262 N	0.74507 J	1.5338 N	7.4659 N	adhésif	Plextol B 500/ Tylose 30/70	
lot21	2	200.00 mm/min	150.05 mm	2.8890 N	0.57801 J	0.72774 N	6.4795 N	adhésif	Force moyenne	3,3
lot21	3	200.00 mm/min	150.01 mm	2.6463 N	0.52962 J	0.78477 N	6.2868 N	adhésif	Energie moyenne	0,65
lot21	4	200.00 mm/min	150.01 mm	3.9947 N	0.79905 J	1.4466 N	7.2580 N	adhésif		
lot21	5	200.00 mm/min	150.01 mm	5.5063 N	1.1012 J	2.3798 N	8.4625 N	adhésif		
lot22	1	200.00 mm/min	150.08 mm	3.4769 N	0.69580 J	1.4728 N	5.1886 N	adhésif	Plextol B 500/Tylose 20/80	
lot22	2	200.00 mm/min	150.01 mm	2.6956 N	0.53915 J	1.0796 N	4.9498 N	adhésif	Force moyenne	3,07
lot22	3	200.00 mm/min	150.01 mm	2.7832 N	0.55642 J	1.1108 N	5.7138 N	adhésif	Energie moyenne	0,61
lot22	4	200.00 mm/min	150.05 mm	3.1043 N	0.62064 J	1.2278 N	5.5231 N	adhésif		
lot22	5	200.00 mm/min	150.09 mm	3.3360 N	0.66721 J	1.4480 N	5.4312 N	adhésif		

ANNEXE

$$y = y_0 + Ae^{-(x-x_0)/t}$$

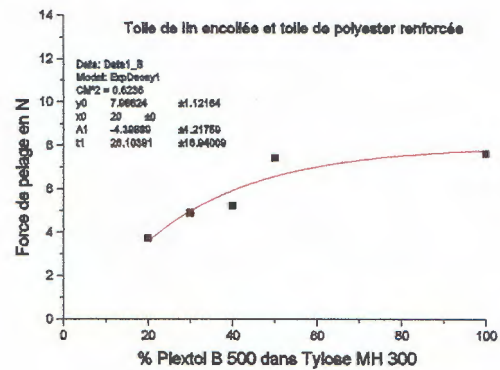
courbe %Pextol/Tylose liquide fct
%Pextol/Tylose film sec

$$y = 100 - 39,20e^{-(x-20)/29,63}$$



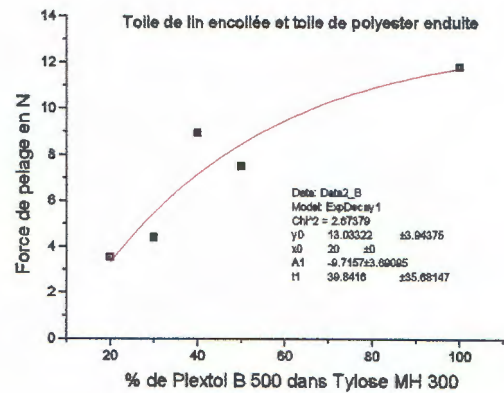
Collage toile de polyester renforcée NT
sur toile de lin encollée

$$y = 7,98 - 4,39e^{-(x-20)/26,10}$$



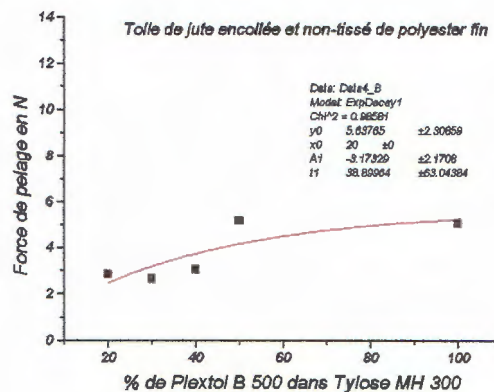
Collage toile de polyester renforcée NT et
enduite sur toile de lin encollée

$$y = 13,03 - 9,71e^{-(x-20)/39,84}$$



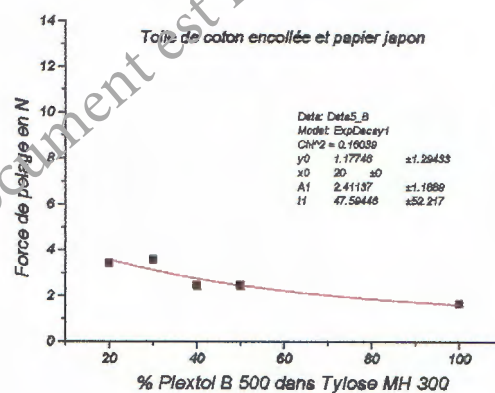
Collage non-tissé de polyester sur toile de jute encollée

$$y = 5,63 - 3,17e^{-(x-20)/38,89}$$

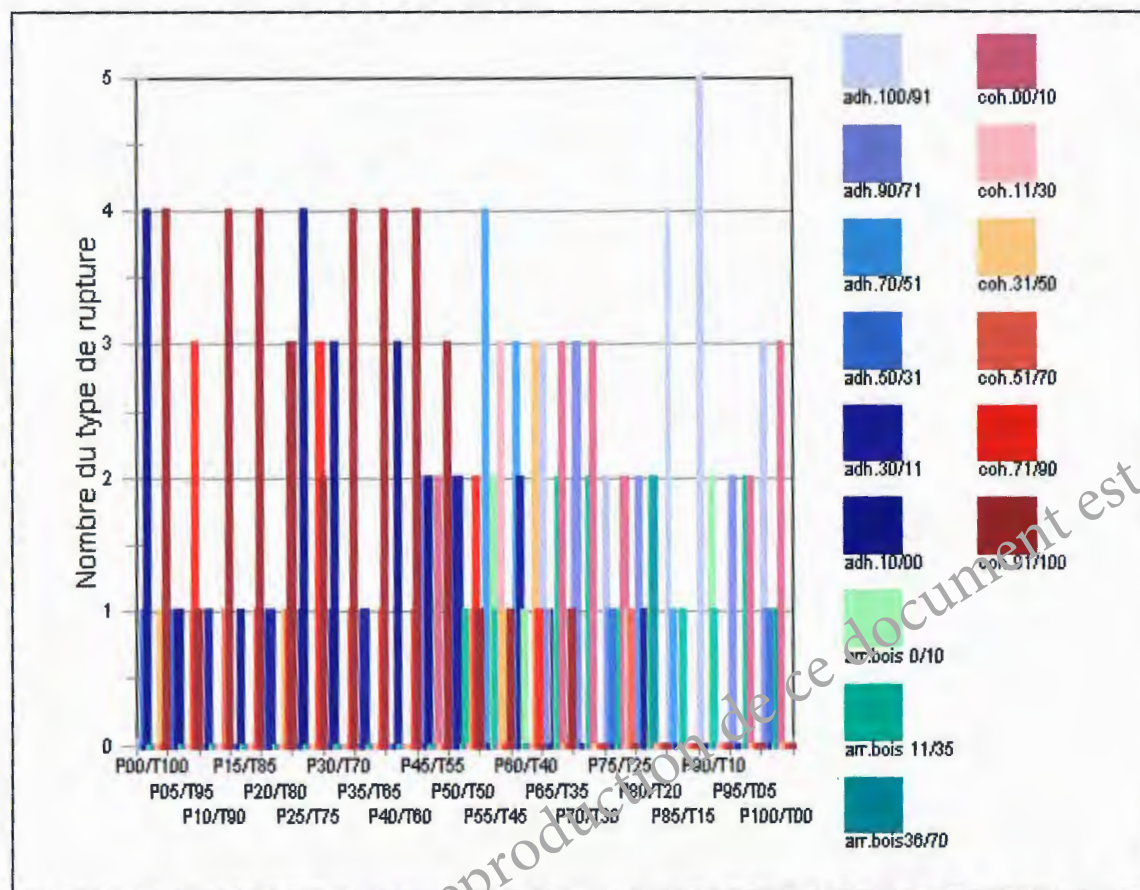


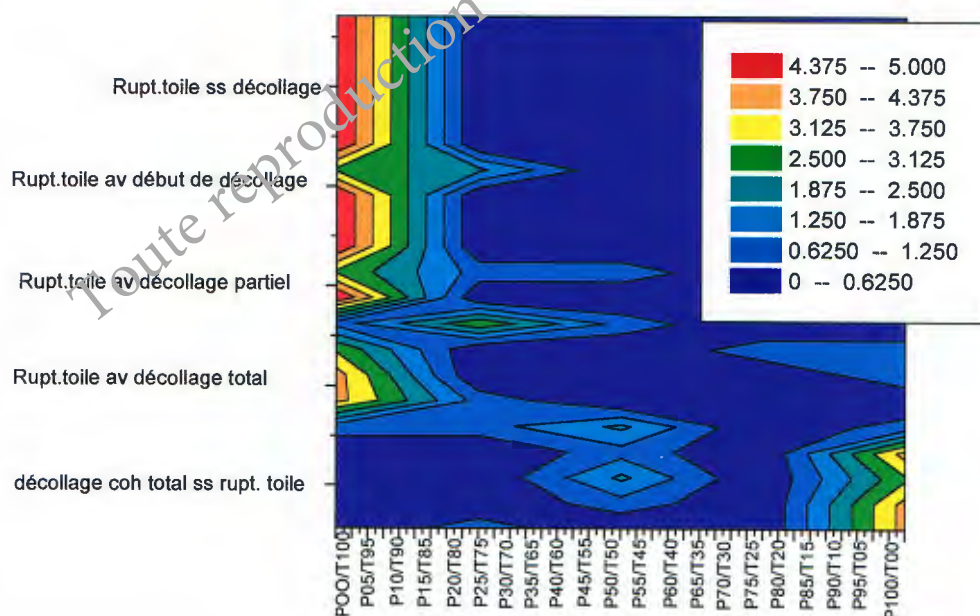
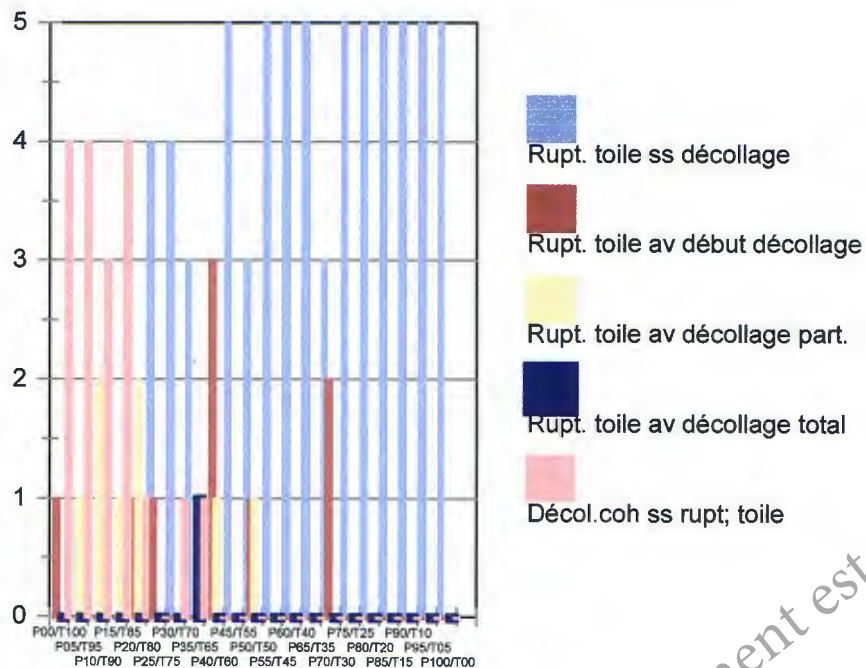
Collage de papier japon RK 17 sur toile de coton encollée.

$$y = 1,17 + 2,41e^{-(x-20)/47,59}$$



Toute reproduction de ce document est interdite.





P100/T0	1	26,797	1071,9	799,12	19,978	adh.98% + coh.2%
P100/T0	2	18,411	736,42	528	13,2	adh.98% + coh.2%
P100/T0	3	24,302	972,09	723,9	18,098	adh 90% + arrachage du bois 10%
P100/T0	4	29,328	1173,1	812,78	20,32	adh 99% + coh.1%
P100/T0	5	34,082	1363,3	1032,5	25,814	adh 50% + 50% arrachage du bois
Moyenne		26,584	1063,362	779,26	19,482	

Ecart type 5,21 4,06

P95/T5	1	24,347	973,88	619,07	15,477	adh.96%+coh.4%
P95/T5	3	22,451	898,03	460,69	11,517	adh.96%+coh.4%
P95/T5	4	21,012	840,48	543,19	13,58	adh.85%+arrachage bois 15%
P95/T5	5	18,5	740,01	539,42	13,486	adh 90%+ arrachage bois 10%
Moyenne		21,5775	863,1	540,5925	13,515	

Ecart type 2,13 1,4

P90/T10	1	14,426	577,02	412,39	10,31	adh 99%+ arrachage bois 1%
P90/T10	2	15,27	610,78	440,63	11,016	adh 98%+ arrachage bois 2%
P90/T10	3	23,396	935,83	532,16	13,304	adh 100%
P90/T10	4	18,46	738,41	466,69	11,667	adh 100%
P90/T10	5	21,061	842,46	551,2	13,78	adh 90%+arrachage du bois 10%
Moyenne		18,5226	740,9	480,614	12,0154	

Ecart type 3,39 1,32

P85/T15	1	17,333	693,31	428,6	10,715	adh 100%
P85/T15	2	21,827	873,09	635,54	15,888	adh 100%
P85/T15	3	23,223	928,93	797,95	19,949	adh 65%+arrachage bois 35%
P85/T15	4	24,609	984,36	755,58	18,89	adh 100%
P85/T15	5	25,313	1012,5	615,65	15,391	adh 100%
Moyenne		22,461	898,438	646,664	16,1666	

Ecart type 2,82 3,22

P80/T20	1	34,028	1361,1	1053,9	26,346	adh.60%+arrachage du bois 40%
P80/T20	2	28,995	1159,8	945,99	23,65	adh.30%+arrachage du bois 70%
P80/T20	3	24,455	978,21	697,29	17,432	adh 80%+arrachage bois 20%
P80/T20	4	26,191	1047,6	748,14	18,704	adh 95%+arrachage bois 5%
P80/T20	5	20,791	831,65	657,25	16,431	adh 90%+arrachage bois 10%
Moyenne		26,892	1075,672	820,514	20,5126	

Ecart type 4,44 3,82

P75/T25	1	24,203	968,13	716,53	17,913	adh 95%+cohésive 5%
P75/T25	2	25,694	1027,8	757,47	18,937	adh 98%+ coh. 2%
P75/T25	3	41,907	1676,3	1116,2	27,905	adh 70%+coh30%
P75/T25	4	44,217	1768,7	1293,4	32,336	adh 45%+coh55%
P75/T25	5	23,171	926,83	704,6	17,615	adh 80%+arrachage bois 20%
Moyenne		31,8384	1273,552	917,64	22,9412	

Ecart type 9,22 6,04

P70/T30	1	15,885	635,41	438,59	10,965	adh 98%+ coh. 2%
P70/T30	2	27,513	1100,5	601,39	15,035	adh 95 + coh 5%
P70/T30	3	20,79	831,6	553,91	13,848	adh 90%+arrachage bois10%
P70/T30	4	20,789	831,56	584,6	14,615	adh 90%+coh 5%+arrachage bois5%
P70/T30	5	30,305	1212,2	767,28	19,182	adh 75%+coh 25%
Moyenne		23,0564	922,254	589,154	14,729	

Ecart type 5,17 2,64

P65/T35	1	17,139	685,57	502,97	12,574	adh 95%+arrachage bois 15%
P65/T35	2	42,998	1719,9	1195,6	29,89	adh 5%+coh 95%
P65/T35	3	22,105	884,19	639,41	15,985	adh 85%+coh5%+arrachage bois 10%
P65/T35	4	22,074	882,95	633,4	15,835	adh 92%+coh5%+arrachage bois 3%
P65/T35	5	24,334	973,35	746,78	18,669	adh 95%+coh5%
Moyenne		25,73	1029,192	743,632	18,5906	

Ecart type		8,94		5,97		
P60/T40	1	38,02	1520,8	1032,2	25,806	adh 30%+coh68+arrachage bois 2%
P60/T40	2	23,754	950,14	596,5	14,913	adh 60%+coh40%
P60/T40	3	24,789	991,56	716,91	17,923	adh 60%+coh40%
P60/T40	4	34,555	1382,2	922,49	23,062	adh 25%+coh75%
P60/T40	5	26,567	1062,7	735,97	18,399	adh 65%+coh35%
Moyenne		29,537	1181,48	800,814	20,0206	
Ecart type		5,69		3,89		
P55/T45	1	19,809	792,37	536,44	13,411	adh 65%+coh32%+ arrachage bois3%
P55/T45	2	26,162	1046,5	710,72	17,768	adh 70%+coh25%+arrachage bois 5%
P55/T45	3	30,378	1215,1	894,38	22,36	adh 55%+coh30%+arrachage bois 15%
P55/T45	4	38,693	1547,7	1067,9	26,698	adh 0%+coh100%
P55/T45	5	28,329	1133,2	709,76	17,744	adh 70%+coh30%
Moyenne		28,6742	1146,974	783,84	19,5962	
Ecart type		6,13		4,54		
P50/T50	1	25,759	1030,4	721,87	18,047	adh 0%+coh100%
P50/T50	2	26,553	1062,1	631,29	15,782	adh 40%+coh50%+ arrachage de bois 10%
P50/T50	3	28,722	1148,9	828,41	20,71	adh 15%+coh85%
P50/T50	4	27,429	1097,2	746,18	18,654	adh 45%+coh55%
P50/T50	5	34,574	1383	892,69	22,317	adh 20%+coh80%
Moyenne		28,6074	1144,32	764,088	19,102	
Ecart type		6,14		2,24		
P45/T55	1	27,577	1103,1	773,05	19,326	adh 5%+coh95%
P45/T55	2	18,894	755,74	509,7	12,742	adh 90%+coh10%
P45/T55	3	35,043	1401,7	987,74	24,694	adh 0%+coh100%
P45/T55	4	19,39	775,59	421,7	10,543	adh 90%+coh10%
P45/T55	5	32,112	1284,5	834,77	20,869	adh 2%+coh98%
Moyenne		26,6032	1064,126	705,392	17,6348	
Ecart type		6,54		5,24		
P40/T60	1	18,835	753,38	570,3	14,257	adh 0%+coh100%
P40/T60	2	25,649	1026	694,5	17,362	adh 10%+coh90%
P40/T60	3	29,586	1183,4	792,6	19,815	adh 2%+coh98%
P40/T60	4	22,977	919,07	722,37	18,059	adh 7%+coh93%
P40/T60	5	24,276	971,05	671,49	16,787	adh 0%+coh100%
Moyenne		24,2646	970,58	690,252	17,256	
Ecart type		3,5		1,81		
P35/T65	1	19,3	771,98	598,83	14,971	adh 0%+coh100%
P35/T65	2	20,963	838,51	642,87	16,072	adh15%+coh85%
P35/T65	3	24,167	966,7	727,02	18,176	adh0%+coh100%
P35/T65	4	21,809	872,35	638,6	15,965	adh0%+coh100%
P35/T65	5	23,191	927,62	712,42	17,811	adh0%+coh100%
Moyenne		21,886	875,432	663,948	16,599	
Ecart type		1,7		1,2		
P30/T70	1	22,822	912,89	708,3	17,707	adh2%+coh98%
P30/T70	2	26,629	1065,1	767,89	19,197	adh2%+coh98%
P30/T70	3	22,878	915,12	648,24	16,206	adh0%+coh100%
P30/T70	4	27,481	1099,2	740,54	18,513	adh1%+coh99%
P30/T70	5	22,473	898,92	609,77	15,244	adh25%+coh75%
Moyenne		24,4566	978,246	694,948	17,3734	
Ecart type		2,14		1,45		
P25/T75	1	15,171	606,82	435,86	10,897	adh2%+coh98%
P25/T75	2	21,967	878,69	579,91	14,498	adh2%+coh98%
P25/T75	3	19,946	797,85	528,56	13,214	adh10%+coh90%
P25/T75	4	21,504	860,10	600,00	15,210	adh 10%+coh90%
P25/T75	5	21,504	860,10	600,00	15,210	adh 10%+coh90%
Moyenne		20,6386	820,732	590,676	13,8262	
Ecart type		2,14		1,45		

P25/T75	5	18,144	725,78	453,85	11,346	adh20%+coh80%
Moyenne		19,3464	773,864	521,568	13,0394	
Ecart type		2,48			1,7	
P20/T80	1	32,664	1306,6	727,22	18,18	adh0%+coh100%
P20/T80	2	24,808	992,31	685,27	17,132	adh0%+coh100%
P20/T80	3	16,518	660,72	500,1	12,502	adh0%+coh100%
P20/T80	4	18,215	728,59	447,95	11,199	adh60%+coh40%
P20/T80	5	22,116	884,63	538,11	13,453	adh15%+coh85%
Moyenne		22,8642	914,57	579,73	14,4932	
Ecart type		5,69			2,7	
P15/T85	1	13,83	553,18	386,14	9,6534	adh0%+coh100%
P15/T85	2	17,236	689,45	513,87	12,847	adh0%+coh100%
P15/T85	3	18,938	757,52	512,64	12,816	adh0%+coh100%
P15/T85	4	17,132	685,27	460,11	11,503	adh10%+coh90%
P15/T85	5	18,892	755,67	539,15	13,479	adh0%+coh100%
Moyenne		17,2056	688,218	482,382	12,0598	
Ecart type		1,85			1,36	
P10/T90	1	21,002	840,1	604,76	15,119	adh0%+coh100%
P10/T90	2	19,909	796,37	512,21	12,805	adh0%+coh100%
P10/T90	3	21,532	861,27	615,34	15,384	adh0%+coh100%
P10/T90	4	22,894	915,76	629,26	15,731	adh30%+coh70%
P10/T90	5	20,708	828,34	524,66	13,116	adh0%+coh100%
Moyenne		21,209	848,368	577,246	14,431	
Ecart type		0,99			1,22	
P05/T95	1	22,134	885,35	550,25	13,756	adh0%+coh100%
P05/T95	2	20,988	839,51	527,27	13,182	adh10%+coh90%
P05/T95	3	22,806	912,23	585,55	14,639	adh40%+coh60%
P05/T95	4	22,455	898,22	656,37	16,409	adh10%+coh90%
P05/T95	5	24,236	969,46	584,6	14,615	adh20%+coh80%
Moyenne		22,5238	900,954	580,808	14,5202	
Ecart type		1,05			1,09	
P00/T100	1	22,452	898,07	529,61	13,24	adh50%+coh50%
P00/T100	2	25,926	1037	707,62	17,69	adh0%+coh100%
P00/T100	3	24,355	974,19	623,37	15,584	adh5%+coh95%
P00/T100	4	25,635	1025,4	668,27	16,707	adh0%+coh100%
P00/T100	5	25,576	1023	616,99	15,425	adh0%+coh100%
Moyenne		24,7888	991,532	629,172	15,7292	
Ecart type		1,28			1,49	

RÉVERSIBILITÉ D'UN COLLAGE

Question: Qu'est-ce que la réversibilité d'un collage?

1- Il faut que le collage soit inférieur à la résistance des matériaux à décoller aussi bien dans un décolage à sec ou dans l'humide.

$F_c < \text{Résistance des matériaux}$

- De combien doit-il être inférieur?

La résistance des matériaux est caractérisée par la force de rupture.

- Faut-il établir un % par rapport à la rupture?

Essais ex à 5%, 7,5%, 10%, 15%, 20%

$F_c = x\% \text{ de } F_{\text{rupture}} \dots\dots\dots > \text{déterminer } x$

2- Il faut que toute la colle reste sur le support de doublage. Dans le cas contraire?

- Faut-il déterminer un % de colle sur le support d'origine? Si oui.....

Surface de résidus = $y\%$ de la surface totale.....> déterminer y . Ou:

Déterminer une fourchette : $y \pm 0.2\%$

* Réversibilité d'un collage

• Force de collage en collage évaluée en 500 N/m

Notion de réversibilité dans le collage

Si on s'appuie sur une définition classique de ce terme et qu'on la applique au collage, on se rend compte qu'un collage réversible est en quelque sorte un contre-sens. Pourquoi? Par définition le collage a pour but d'amener un lien entre deux ~~éléments de matériaux à assembler qui sont~~ ^{et lui permettre de} résister à des sollicitations. À priori le collage pour jouer ce rôle devrait être irréversible. On peut considérer également ^{à partir du moment où} qu'un collage est réversible si il y a rupture du joint. Mais là encore la notion de rupture est une notion complexe. Elle fait entrer en jeu ~~des éléments~~ ^{différentes propriétés} des matériaux. Comme toute chose dans le domaine de la conservation - restauration, le collage en tant que doublage doit être considéré comme un collage ayant des limites. Ce sont ces limites qu'il nous est données de définir. Pour définir ces limites.