



Utilisation d'adhésifs structuraux pour lier les métaux avant l'application de peinture liquide et de revêtement en poudre

Les adhésifs structuraux ont longtemps été utilisés pour lier des pièces dans l'assemblage de produits durables, comme les meubles de bureau en métal, le matériel CVC, les carrosseries de camions, les portes métalliques, le matériel agricole, les enseignes et les panneaux architecturaux. Pour ces applications, l'adhésif structural remplace habituellement le soudage, le soudage par points ou les fixations mécaniques (telles que les boulons, les rivets et les vis) pour fournir des liaisons à haute résistance aux composants métalliques qui ont déjà été peints ou revêtus pour en terminer la finition.

Une autre option de fabrication consisterait à lier les pièces métalliques avant le processus d'application de peinture liquide ou de revêtement en poudre, mais cette procédure présente des défis uniques pour les adhésifs structuraux. En plus de fournir au produit fini des liaisons durables et à résistance élevée, l'adhésif durci doit également accomplir ce qui suit :

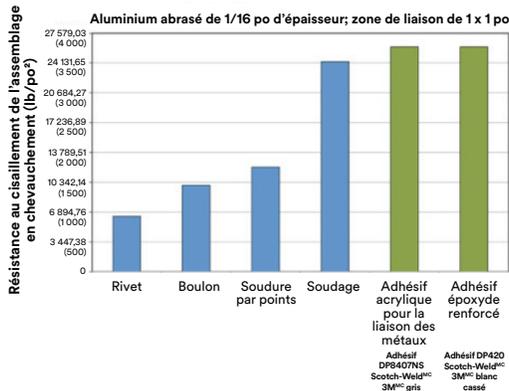
- Résister à l'immersion dans des cycles de lavage de prétraitement vigoureux et à haute température
- Conduire suffisamment d'électricité afin d'offrir une mise à la terre adéquate des pièces métalliques pour la pulvérisation électrostatique de revêtements en poudre
- Supporter la peinture liquide ou le revêtement en poudre pour correspondre à la couleur finale des pièces métalliques, en cas de surplus ou de bords exposés de l'adhésif durci
- Avoir une bonne capacité de résistance à l'arrachement à température élevée pour garder les pièces liées durant la cuisson ou le séchage

Il existe certains types d'adhésifs structuraux époxydes et acryliques qui répondent à ces exigences et qui permettent un processus de fabrication plus linéaire offrant un produit final plus résistant et plus esthétique.

Avantages de la liaison adhésive

De nombreux facteurs liés à la conception, au rendement et à l'économie incitent les ingénieurs à envisager l'utilisation d'adhésifs structuraux pour remplacer les méthodes de fixation thermique et mécanique pendant la fabrication d'assemblages métalliques. Ces avantages comprennent les suivants :

Figure 1 >> Comparaison de la résistance à la rupture



- Répartition uniforme de la charge : Soumis à des résistances de cisaillement, de traction et de compression, les adhésifs structuraux répartissent les contraintes sur toute la zone de liaison, ce qui contribue à éliminer les concentrations de contraintes. La plupart des fixations mécaniques relie les pièces en un seul endroit, où les contraintes localisées peuvent devenir très élevées sous une charge précise. Ce facteur devient encore plus important pour les fixations soumises à une charge cyclique, car les contraintes localisées élevées d'une fixation mécanique peuvent causer une légère détérioration des substrats liés à chaque cycle, ce qui conduit finalement à une défaillance prématurée de la liaison. Cette caractéristique de répartition uniforme des contraintes des adhésifs structuraux permet à ces derniers d'obtenir une résistance équivalente ou supérieure à celle des fixations thermiques et mécaniques dans les assemblages métalliques (figure 1).

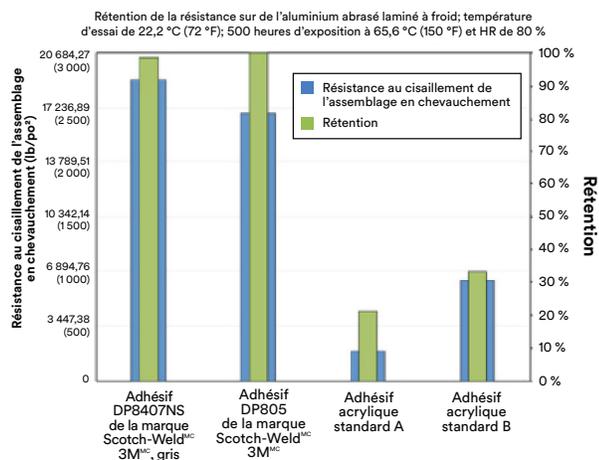
- Intégrité du substrat : La plupart des méthodes de fixation thermique et mécanique peuvent endommager les pièces qui sont reliées entre elles en créant un trou dans le substrat, en dégradant ou en déformant thermiquement le métal, ou en enlevant les revêtements protecteurs. Ces actions peuvent affaiblir la résistance mécanique des substrats ou réduire leur capacité à résister à l'exposition aux conditions météorologiques et environnementales. D'autre part, les adhésifs structuraux se lient aux surfaces sans nuire aux pièces.

- Réduction de poids : Puisque les adhésifs structuraux adhèrent aux surfaces, il est aussi possible de diminuer l'épaisseur (et donc le poids) des assemblages liés. Contrairement à de nombreuses techniques de fixation thermique et mécanique, l'adhérence ne dépend pas de la résistance mécanique des substrats, ce qui permet l'utilisation de composants métalliques plus minces. L'industrie du transport accorde une grande importance à l'allègement des automobiles, des autobus et des wagons en raison du potentiel d'économie de carburant et de réduction des émissions, ce qui fait des adhésifs structuraux un excellent choix pour ces types d'assemblages.
- Adhérence et scellement simultanés : Lorsqu'appliqué en un cordon adhésif continu autour du périmètre d'une fixation, un adhésif structural liquide peut remplir les espaces entre les pièces assemblées et fournir une excellente étanchéité contre l'infiltration d'eau ou d'humidité. Les fixations thermiques et mécaniques nécessitent généralement un joint séparé ou un matériau d'étanchéité pour fournir une étanchéité adéquate.
- Amélioration de l'apparence : Les soudures en angle sont facilement visibles sur les produits finis et nécessitent une quantité importante de travail salissant pour les meuler. Les soudures par points laissent des marques visibles même après avoir été repeintes. Les boulons, les rivets et les vis sont évidemment encore visibles sur le produit fini. Puisqu'ils sont cachés entre les deux parties jointes à l'intérieur du plan de collage, les adhésifs structuraux éliminent ces fixations visibles non désirées et permettent d'obtenir un produit fini plus propre et plus esthétique.

La plupart des liaisons structurales sont réalisées sur des composants finis, puisque les pièces métalliques peintes sont souvent liées à différents substrats, tels que le plastique, le verre, le bois ou d'autres matériaux qui ne sont pas peints ou enduits. Cependant, lorsque l'on effectue la liaison de composants métalliques sur lesquels sera utilisé le même enduit en poudre ou la même peinture, il existe des avantages potentiels à lier les pièces avant d'appliquer la peinture plutôt qu'après. Ces avantages comprennent les suivants :

- Processus de fabrication amélioré : L'adhésif structural pourrait être utilisé pour lier d'abord les pièces métalliques nues, de sorte qu'un seul assemblage (plutôt que plusieurs composants individuels) devra faire l'objet d'un processus de peinture. Les bords adhésifs exposés seront également recouverts de peinture ou de revêtement en poudre, donnant ainsi un produit final d'une couleur plus uniforme.

Figure 2 >> Rétention de la résistance après exposition à l'humidité et à des températures élevées.



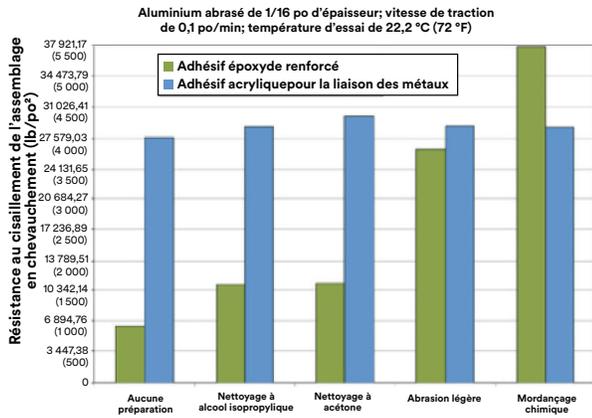
- Peintures difficiles à lier : Les adhésifs structuraux adhèrent généralement bien à la plupart des compositions chimiques de peinture et de revêtement, y compris les formules à base d'époxy, d'uréthane et de polyester. Cependant, il existe des peintures à faible énergie de surface (notamment les peintures contenant du fluor, comme celles à base de PVDF) auxquelles la plupart des adhésifs structuraux se lient moins bien. L'utilisation d'un adhésif structural pour métaux avant le processus de peinture élimine le problème d'adhérence inadéquate à ces peintures.
- Forte adhérence : La résistance globale d'un assemblage lié dépend non seulement de la façon dont l'adhésif adhère à la surface peinte, mais aussi de la manière dont la peinture a collé au métal, qui pourrait aussi potentiellement présenter une défaillance au niveau de sa jonction. L'utilisation d'un adhésif structural pour lier des composants métalliques nus (avant l'application de la peinture) élimine cette couche supplémentaire et permet une très forte résistance de liaison directement aux substrats métalliques.

Sélection des adhésifs structuraux

Une grande variété d'adhésifs structuraux est à la disposition des ingénieurs de conception et de fabrication pour la fabrication de fixations permanentes dans les assemblages industriels, notamment les adhésifs instantanés au cyanoacrylate, les adhésifs thermofusibles durcissables et les adhésifs aux pellicules époxydes therm durcissables. Alors que tous ces produits ont leurs propres utilisations, seuls certains types d'adhésifs structuraux à deux composants durcissent à température ambiante et ont la résistance à la rupture, la résistance aux produits chimiques et la résistance à l'arrachement statique à température élevée remarquables nécessaires pour bien fonctionner durant les applications de liaison avant l'application de peinture liquide ou de revêtement en poudre. Le choix du type d'adhésif à utiliser pour une application précise dépend des compromis obtenus entre le rendement final de l'adhésif durci et la facilité d'utilisation pendant le processus de fabrication. Ces gammes d'adhésifs comprennent les suivantes :

- **Adhésifs époxydes renforcés** : Ces adhésifs époxydes structuraux à module élevé et à très haute résistance comprennent des particules de caoutchouc ou d'autres modificateurs d'impact qui augmentent considérablement la résistance et la durabilité des liaisons adhésives soumises à des contraintes dynamiques, telles que les chocs, les vibrations et la fatigue. Les adhésifs époxydes possèdent une excellente adhérence aux métaux nus et une excellente résistance à l'environnement et à la température. Ces produits sont le plus souvent utilisés pour le remplacement direct des soudures, des soudures par points et des fixations mécaniques dans les assemblages métalliques à forte résistance. Cependant, une préparation soignée des surfaces doit être effectuée pour obtenir la résistance à la rupture remarquable possible avec les adhésifs époxydes. Cela signifie généralement un nettoyage minutieux de la surface (à l'aide d'un solvant comme l'acétone) pour éliminer les huiles, les empreintes digitales ou tout autre contaminant, suivi d'une abrasion légère par grenailage ou en utilisant du papier abrasif ou des Tampons Scotch-Brite^{MC} 3M^{MC}, ainsi que d'un autre nettoyage au solvant pour enlever les débris d'abrasion. Un nettoyage au solvant suivi d'un mordantage chimique est aussi très efficace. Par ailleurs, les adhésifs époxydes durcissent relativement lentement, de sorte qu'un temps suffisant doit être accordé pour que l'adhésif structural durcisse avant d'appliquer la peinture sur l'assemblage lié. À température ambiante, les durées de durcissement habituelles pour obtenir la résistance structurale seraient probablement comprises entre plusieurs heures et une nuit. Consultez les fiches techniques des Adhésifs époxydes DP420 et DP460 Scotch-Weld^{MC} 3M^{MC} pour comprendre les propriétés types des adhésifs structuraux époxydes renforcés.
- **Adhésifs acryliques de « liaison des métaux »** : Ces adhésifs acryliques structuraux à haute résistance comprennent des matières premières modifiées ou des additifs pour neutraliser les propriétés corrosives potentielles des adhésifs acryliques standard appliqués sur certaines surfaces métalliques nues comme l'acier et le cuivre (figure 2). Les adhésifs acryliques sont aussi naturellement rigides; les formules appropriées pour la liaison des métaux de grand rendement devraient ainsi être également renforcées par l'inclusion de particules de caoutchouc ou d'autres modificateurs d'impact. Alors que le rendement et la durabilité de ces produits peuvent être légèrement inférieurs à ceux des adhésifs structuraux époxydes, les adhésifs acryliques procurent d'importants avantages au processus de fabrication. En fonction du métal et des huiles protectrices utilisés, des liaisons structurales à l'aide d'adhésifs acryliques peuvent être possibles avec une préparation des surfaces minimale ou nulle. L'acrylique peut absorber les huiles de protection contre la rouille et d'autres couches d'huile légère pour faciliter la liaison structurale du métal. Bien que la mise en œuvre des techniques de préparation des surfaces décrites ci-haut soit toujours recommandée, les adhésifs acryliques sont beaucoup plus tolérants à une préparation des surfaces inadéquate ou non uniforme (figure 3). Les adhésifs structuraux acryliques durcissent également beaucoup plus rapidement que les adhésifs époxydes et ont la même durée d'application, ce qui permet de procéder plus rapidement au processus de peinture. Par exemple, un adhésif époxyde qui présente une durée d'application de 10 minutes nécessiterait probablement de 4 à 8 heures avant d'obtenir une résistance à la rupture adéquate pour supporter un séchage au four du revêtement en poudre, alors qu'avec un adhésif acrylique qui présente une durée d'application de 10 minutes, le séchage peut probablement commencer en moins d'une heure. Si la vitesse de fabrication et la réduction des stocks sont importantes, un adhésif structural acrylique serait probablement un meilleur choix. Consultez la fiche technique de l'Adhésif acrylique pour métal DP8407NS Scotch-Weld^{MC} 3M^{MC} gris pour comprendre les propriétés typiques d'un adhésif structural acrylique renforcé.

Figure 3 >> Effet de la préparation de la surface

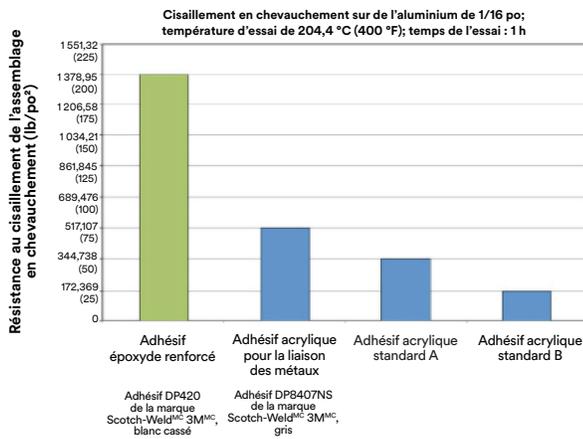


Rendement adhésif éprouvé

Deux expériences distinctes ont été menées pour confirmer la capacité de rendement de ces adhésifs structuraux lorsque les assemblages de métaux liés sont ensuite peints :

- Essais de résistance à l'arrachement statique : Les essais de résistance au cisaillement de l'assemblage en chevauchement ont été effectués sous diverses contraintes d'application sur une fixation à ressort. L'échantillon a ensuite été placé dans un four à 204,4 °C (400 °F) pendant 1 heure. Puisque l'adhésif structural durci devrait supporter toutes les pièces liées fixées au composant accroché dans la chaîne de peinture, cet essai a été réalisé pour mesurer le poids auquel l'adhésif pouvait résister à température élevée (figure 4). Les deux types d'adhésifs structuraux énoncés ici ont affiché un bon rendement : l'adhésif structural époxyde renforcé a résisté à au moins 200 lb/po² de contrainte de cisaillement et l'adhésif structural acrylique pour métaux a résisté à au moins 517,107 kPa (75 lb/p²) de contrainte de cisaillement. Ce résultat signifie que 1 po² de la zone de liaison adhésive à elle seule peut supporter au moins 34 kg (75 lb) de pièces métalliques pendant 1 heure dans un four de cuisson à peinture à 204,4 °C (400 °F). Cette résistance à l'arrachement devrait suffire pour presque tous les assemblages métalliques.

Figure 4 >> Résistance à l'arrachement statique pendant la cuisson de la peinture au four.



- Essais de revêtements en poudre : Des pièces métalliques plates ont été assemblées à l'aide d'adhésifs structuraux et placées sur une chaîne d'application de revêtement en poudre standard pour déterminer si les adhésifs supporteraient ou non l'immersion dans des cycles de lavage de prétraitement, conduiraient suffisamment d'électricité afin d'offrir une mise à la terre adéquate des pièces métalliques pour la pulvérisation électrostatique de la poudre et accepteraient le revêtement en poudre sur tous les bords adhésifs exposés. Le cycle de pré-lavage comprenait une immersion de 15 minutes à 65,5 °C (150 °F) dans un nettoyant alcalin pour métal et une immersion de 5 minutes à 48,8 °C (120 °F) dans une solution aqueuse de revêtement de phosphate de fer acide (pH de 4,5). Cette expérience factorielle complète comprend deux

adhésifs différents (l'Adhésif époxyde DP420 Scotch-Weld^{MC} 3M^{MC} blanc cassé et l'Adhésif acrylique pour métal DP8407NS Scotch-Weld^{MC} 3M^{MC} gris), deux substrats métalliques (aluminium et acier laminé à froid), deux plans de collage de 0,0254 cm et 0,0889 cm d'épaisseur (0,010 po et 0,035 po) et trois différentes compositions chimiques de revêtement en poudre (époxyde, polyester et polyester TGIC). Les adhésifs structuraux durcis ont résisté aux cycles de lavage et ont réussi à tenir ensemble les pièces métalliques. Dans toutes les combinaisons sauf une, la poudre s'est déposée complètement et uniformément sur toutes les surfaces métalliques, ce qui a donné un beau fini peint à l'assemblage métallique. Le seul cas qui a rencontré quelques problèmes quant au dépôt de poudre était les plans de collage de 0,035 po d'épaisseur effectués à l'aide de l'adhésif époxyde renforcé. Pour cette configuration précise, l'adhésif structural époxyde n'a pas fourni une mise à la terre suffisante pour que la poudre se répartisse correctement. Le même adhésif a parfaitement fonctionné lorsque le plan de collage était plus mince (et plus typique), soit 0,010 po. L'adhésif acrylique pour métaux a pour sa part permis d'obtenir un excellent produit peint avec les deux épaisseurs de plan de collage.

Solution adhésive structurale

Conçus pour lier une vaste gamme de métaux, les adhésifs structuraux époxydes renforcés et acryliques peuvent fournir la résistance et la durabilité nécessaires pour remplacer les soudures, les soudures par points et les fixations mécaniques dans une grande variété d'utilisations industrielles. Ces produits peuvent également fournir la résistance à l'arrachement statique et aux températures élevées nécessaires à la liaison de composants métalliques avant l'application de peinture liquide ou de revêtement en poudre, tout en améliorant la conception et l'esthétique du produit fini et en offrant des avantages de processus au fabricant.

Renseignements techniques : Les renseignements techniques, les recommandations et les autres énoncés fournis aux présentes sont basés sur des essais et des expériences que 3M juge dignes de confiance, mais dont l'exactitude et l'exhaustivité ne sont pas garanties.

Utilisation du produit : De nombreux facteurs indépendants de la volonté de 3M et connus uniquement par l'utilisateur peuvent affecter l'utilisation et le rendement d'un produit 3M dans le cadre d'une application donnée. Comme l'utilisateur est parfois seul à connaître ces facteurs et à y exercer un quelconque pouvoir, il incombe à l'utilisateur d'établir si le produit 3M convient à l'usage auquel il le destine et à la méthode d'application prévue.

Garantie, limite de recours et dénégalion de responsabilité : À moins qu'une garantie additionnelle ne soit spécifiquement énoncée sur l'emballage ou la documentation applicables du produit 3M, 3M garantit que chaque produit 3M est conforme aux spécifications applicables au moment de l'expédition. 3M N'OFFRE AUCUNE AUTRE GARANTIE OU CONDITION EXPLICITE OU IMPLICITE, Y COMPRIS, MAIS SANS S'Y LIMITER, TOUTE GARANTIE OU CONDITION IMPLICITES DE QUALITÉ MARCHANDE OU D'ADAPTATION À UN USAGE PARTICULIER, OU TOUTE GARANTIE OU CONDITION IMPLICITES DÉCOULANT DE LA CONDUITE DES AFFAIRES, DES PRATIQUES COURANTES ET DES USAGES DU COMMERCE. Si le produit 3M n'est pas conforme à cette garantie, le seul et unique recours est, au gré de 3M, d'obtenir le remplacement du produit 3M ou le remboursement de son prix d'achat.

Limite de responsabilité : À moins d'interdiction par la loi, 3M ne saurait être tenue responsable des pertes ou dommages directs, indirects, spéciaux, fortuits ou conséquents découlant de l'utilisation de ce produit 3M, quelle que soit la théorie juridique dont on se prévaut, y compris celles de responsabilité contractuelle, de violation de garantie, de négligence ou de responsabilité stricte.



Division des adhésifs et des rubans industriels de 3M

3M Canada

C.P. 5757

London (Ontario) N6A 4T1

1 800 364-3577

3M.ca/Adhésifsstructuraux

3M, Scotch-Brite et Scotch-Weld sont des marques de commerce de 3M, utilisées sous licence au Canada.
© 2018, 3M. Tous droits réservés. 1803-11577 F BA-18-25972