

Du bon usage des produits de liaison

par **Noel P. Mailvaganam**

Les principaux types de produits de liaison utilisés dans la construction sont les émulsions de latex et les époxy. Cet article, qui traite de leurs caractéristiques, vise à renseigner l'utilisateur et le prescripteur sur leurs avantages et leurs limites d'emploi.

Les produits de liaison sont des substances naturelles, combinées ou synthétiques utilisées pour joindre différents éléments d'un ouvrage sans recourir à des attaches mécaniques. Ces produits sont souvent employés pour effectuer des réparations, par exemple pour faire adhérer le béton frais, le béton projeté ou le mortier de réparation au béton durci — on parle dans ce cas de produits de reprise.

Parmi les conditions essentielles à l'adhésion du béton frais au béton durci, mentionnons : i) la résistance et l'intégrité de la vieille surface; ii) sa propreté. Lorsque cette surface comporte une couche superficielle faible (laitance) ou qu'elle est sale, l'adhérence obtenue est mauvaise. L'état de la surface joue donc un rôle crucial au niveau de l'adhésion, quoique la qualité de celle-ci dépende d'autres facteurs comme le compactage correct du béton frais et une bonne préparation de la surface en fonction de la densité du béton de base. Par exemple, si celui-ci est en bon état, un décapage à l'acide suffira, alors qu'il faudra procéder à un nettoyage mécanique si la surface du béton durci est faible ou endommagée.

Les principaux types de produits de liaison employés dans l'industrie de la construction sont les émulsions de latex et les époxy. Ils ne sont pas essentiels à l'adhérence mais, de façon générale, celle-ci est améliorée par l'addition d'un tel produit : barbotine comprenant du ciment et du sable, barbotine comportant du ciment et une résine, époxy.

Émulsions de latex

Les émulsions employées comme produits de liaison peuvent avoir divers usages (tableau 1). Certaines résistent mieux à l'eau

que d'autres. Les émulsions généralement utilisées dans les compositions cimentaires sont du type huile dans l'eau; elles contiennent parfois plus de 50 % d'eau. Elles sont habituellement stables dans le système ciment-eau. Cependant, ce ne sont pas toutes les émulsions qui sont compatibles avec le ciment et, pour choisir le produit qui convient à une utilisation donnée, il faut comprendre sa chimie ou, sinon, consulter le fabricant.

Il y a trois façons de modifier une résine pour en faire un produit de reprise utile :

- i) préparer une barbotine de ciment sans sable en incorporant la résine à l'eau de gâchage;
- ii) utiliser un mélange eau-résine dans un rapport 1/1;
- iii) se servir d'une résine réémulsifiable qui peut ramollir et redevenir poisseuse au contact de l'eau.

L'utilisation de la deuxième méthode est déconseillée en raison du manque d'adhérence observé sur les chantiers (et corroboré par des études en laboratoire). L'emploi d'un mélange eau-résine sans ciment produit un plan de rupture, car il ne se forme pas de film à l'interface béton frais-béton durci.

La description suivante des avantages et des limites d'emploi des différents types d'émulsions servant de produits de reprise vise à guider les utilisateurs et les prescripteurs.

L'émulsion de butadiène-styrène (SBR)

Le butadiène-styrène (SBR), qui est compatible avec les composés cimentaires, est un copolymère. L'émulsion de SBR présente une bonne stabilité en présence de cations polyvalents comme le calcium (Ca^{2+}) et

l'aluminium (Al^{3+}), et l'addition de quantités relativement grandes d'électrolytes (p. ex. $CaCl_2$) n'a pas d'effet sur elle. Elle peut coaguler si elle est soumise à des températures élevées, au gel ou à un malaxage intense pendant une période prolongée.

L'émulsion de polyacétate de vinyle (PVAC)

On utilise surtout deux types de PVAC pour effectuer des réparations : le PVAC non réémulsifiable et le PVAC émulsifiable. Le premier forme un film qui présente une bonne résistance à l'eau, une bonne stabilité au rayonnement ultraviolet et de bonnes

caractéristiques de vieillissement. En raison de sa compatibilité avec le ciment, il est largement utilisé comme produit de reprise et comme liant pour les peintures cimentaires à base d'eau ainsi que pour les enduits d'imperméabilisation. Le PVAC émulsifiable donne un film qui peut ramollir et redevenir poisseux par contact avec l'eau. Ce type d'émulsion permet d'appliquer un film sur une surface longtemps avant la mise en place d'un revêtement à base de ciment. Son utilisation est réservée aux cas où on ne prévoit pas de remontée d'humidité jusqu'à la ligne

Table 1. Tableau comparatif des produits de liaison en émulsions

Propriété/ méthode d'essai	Résine acrylique	Polyacétate de vinyle (non réémulsifiable)	Butadiène- styrène	Polyacétate de vinyle (réémulsifiable)
Aspect	Blanc laiteux	Blanc laiteux	Blanc laiteux	Blanc laiteux ou clair
Teneur en solides	45 %	55 %	48 %	50 %
Usage principal	Faire adhérer béton frais à béton durci	Faire adhérer béton frais à béton durci, chapes minces	Faire adhérer béton frais à béton durci, adjuvant du béton, chapes minces	Faire adhérer aux enduits
Méthodes d'application	En adhésif : pinceau, balai, pulvérisation, rouleau; en chape : truelle	En adhésif : pinceau, balai, pulvérisation, rouleau; en chape : truelle	En adhésif : pinceau, pulvéri- sation, rouleau; en chape : truelle	Pinceau, pulvérisation, rouleau
Utilisations	←Sous-couches, stucco, mortier d'injection, terrazzo, bouche-fentes→			
Nettoyage, préparation de surface	Enlever huile, graisse; mouiller surface	Enlever huile, graisse	Enlever huile, graisse	
Résist. à compr. (Mpa) Cubes de 2 po (50 mm) ASTM C109	22,0 28,27	23,45 24,82	22,75 27,58	22,0 (à l'air) 20,68 (état humide)
Résist. à traction (MPa) Briquettes de 1 po (25 mm) d'épaisseur ASTM C190	4,0 4,24	2,41 3,10	3,10 4,0	2,06 (à l'air) 2,83 (état humide)
Résist. à flexion (MPa) ASTM C-348-61T	6,55 9,65	6,90 8,62	8,62 11,38	6,38 (à l'air) 5,17 (état humide)
À utiliser	À l'intérieur ou à l'extérieur; sur béton, acier, bois; gunitage; chapes minces. Peut servir d'adhésif pour enduit dans les 45-60 min.	À l'intérieur ou à l'extérieur; sur béton, acier, bois; gunitage; chapes minces. Peut servir d'adhésif pour enduit dans les 45-60 min.	À l'intérieur ou à l'extérieur; sur béton, acier, bois; gunitage; chapes minces. Peut servir d'adhésif pour enduit dans les 45-60 min.	Surtout pour plafonds intérieurs; utilisation limitée comme produit de reprise
À ne pas utiliser	En cas de très grande exposition à des produits chimiques; dans des conditions de pression hydrostatique élevée	En cas de très grande exposition à des produits chimiques; dans des conditions de pression hydrostatique élevée	Avec des accéléra- teurs puissants, en cas de très grande exposition à des produits chimiques, en cas d'exposition constante à l'eau	Comme adjuvant, dans des conditions humides ou mouillées, à des températures inférieures à 10 °C

Tiré de P. Maslow, *Chemical Materials for Construction* (avec autorisation)

de reprise. Le PVAC émulsifiable est largement employé comme produit de reprise pour les enduits servant de couche de fond, en particulier pour faire adhérer les enduits de plâtre ou de ciment Portland — la couche de fond — aux surfaces intérieures en béton coulé sur place, une fois celui-ci durci.

L'émulsion acrylique

Les résines acryliques sont des polymères ou des copolymères d'esters de l'acide acrylique et de l'acide méthacrylique. Elles se présentent sous différentes formes, des élastomères mous aux matières plastiques dures. Ce type d'émulsion est utilisé dans les composés cimentaires de la même façon, en gros, que l'émulsion de SBR.

L'émulsion d'époxy

L'émulsion d'époxy est obtenue par mélange de résine époxy liquide avec le produit de cure. Ce dernier sert à la fois d'agent émulsifiant et de mouillant. À partir du moment du mélange jusqu'à la gélification, l'émulsion est stable et peut être diluée avec de l'eau. Le délai d'utilisation peut varier entre 1 et 6 heures selon le produit de cure choisi et la quantité d'eau ajoutée. La plupart des émulsions d'époxy sont préparées sur le chantier juste avant l'emploi car dans les émulsions préconditionnées, les phases sont séparées. On prend des portions égales d'époxy et de produit de cure, on les mélange pendant 2 à 5 minutes puis on laisse reposer pendant 15 minutes pour permettre à la polymérisation de commencer. Pendant que le mélange est agité mécaniquement, on ajoute de l'eau peu à peu pour former l'émulsion.

Au lieu de ces systèmes à base liquide, qui doivent être mesurés *in situ* et dilués à l'avance, on peut maintenant utiliser des mélanges préparés en usine et contenant du ciment, des poudres de polymères séchées par pulvérisation, du sable et d'autres produits d'addition, qui sont simplement mélangés avec de l'eau sur le chantier. Le fini grené qui en résulte assure un bon accrochage pour le mortier de réparation ou les revêtements. La couche de coulis grené réduit considérablement le passage de l'eau du revêtement au substrat, empêchant le dessèchement du ciment et la mauvaise adhésion qui en résulte. La couche de coulis assure des points d'accrochage favorisant l'adhérence, mais on recommande vivement d'appliquer le mortier de réparation ou de mettre en place le revêtement pendant que la couche d'accrochage est encore poisseuse.

Produits de liaison à l'époxy

Il existe différents produits à l'époxy qui permettent de faire adhérer le béton frais au

béton durci et le béton à l'acier. La plupart contiennent des résines 100 % solides. Ils peuvent ou non renfermer des fillers, par exemple du carbonate de calcium ou de la farine de silice, et d'autres produits d'addition servant à améliorer telle ou telle caractéristique ou destinés à réduire les coûts. Ces produits peuvent avoir différentes consistances, qu'il s'agisse d'une pâte à forte teneur en filler (pour les travaux au-dessus de la tête) ou d'un liquide ayant une viscosité de 100 cp (0,1 Pa·s), semblable à celle de l'eau.

Comme les formulations peuvent comporter des résines, des durcisseurs ou des modificateurs différents selon le produit final recherché, les utilisateurs et les prescripteurs doivent connaître les options qui s'offrent à eux. À cet égard, la norme ASTM C881-78, « Epoxy-Resin-Based Bonding Systems for Concrete », est très utile. Il s'agit d'une spécification basée sur la performance en fonction de l'utilisation finale et elle ne fixe pas de limites en ce qui a trait à la composition chimique. Le matériau choisi doit satisfaire aux exigences concernant les propriétés physiques comme la viscosité, l'adhérence, le retrait ou la compatibilité thermique.

La spécification en question classe les systèmes de liaison à la résine époxy suivant le type, la qualité et la catégorie. Le type est déterminé par l'utilisation finale (voir le tableau 1 de ASTM C881, Physical Requirements of Bonding Systems) :

type I : pour coller le béton durci ou d'autres matériaux au béton durci;

type II : pour coller le béton frais au béton durci;

type III : pour assurer la liaison entre des produits antidérapants et le béton durci (ce type peut aussi servir de liant pour les mortiers ou bétons époxydes).

La qualité des systèmes en question est définie par leurs caractéristiques d'écoulement. Ainsi, la première qualité comprend les produits de faible viscosité que l'on peut injecter dans des fissures, ou qui doivent pouvoir s'étaler. La deuxième qualité comprend les produits de viscosité moyenne destinés à un usage général et la troisième qualité, les produits qui ne présentent pas de risques de coulure (pour les travaux au-dessus de la tête) ou qui servent à faire adhérer des surfaces ne s'agençant pas. Les systèmes de liaison en question se répartissent en outre en différentes catégories selon la température d'essai à laquelle le temps de gélification est déterminé (le temps de gélification est l'intervalle entre le début du malaxage d'un système à l'époxy et l'amorce de formation d'une masse gélatineuse). Cependant, il n'est

Tableau 2. Facteurs d'application des produits de liaison à l'époxy

Rapport de mélange	Varie entre 100/1 et 1/1.
Délai d'utilisation	D'instantané à plusieurs mois; dépend aussi de la quantité de produit mélangé et de la température ambiante.
Valeur exothermique	Peut varier entre zéro et plus de 100 °C; dans ce cas, le système durci est littéralement carbonisé.
Consistance	Peut varier entre liquide ayant une viscosité de 100 cp (0,1 Pa·s), comme l'eau, et pâte très épaisse.
Pénétrabilité	Fonction de la viscosité et du pouvoir lubrifiant — Varie grandement.
Temps de durcissement	Varie entre quelques minutes et plusieurs jours et dépend directement de la température d'application (certains systèmes ne durcissent pas à moins d'être exposés à des températures très élevées).

Tiré de J. Warner, *Magazine of ASCE*, février 1978 (avec autorisation)

pas absolument nécessaire qu'un produit donné soit mis en oeuvre à la température fixée pour la catégorie à laquelle il appartient.

Catégorie A - Systèmes à utiliser au-dessous de 5 °C

Catégorie B - Systèmes à utiliser entre 5 et 15 °C

Catégorie C - Systèmes à utiliser au-dessus de 15 °C

Trois caractéristiques mentionnées dans la spécification ASTM revêtent une grande importance : l'adhérence, le retrait et la compatibilité thermique. Les essais C882, C883 et C884 de l'ASTM servent à en déterminer les valeurs respectives fixées dans la spécification. Ils constituent un moyen efficace d'écarter les produits qui ne conviennent pas pour l'usage prévu. Par exemple, l'essai d'adhérence (ASTM C882) permet d'écarter les systèmes sur lesquels l'eau de ressuage provenant du béton plastique a un effet néfaste, si l'on souhaite faire adhérer du béton frais à du béton durci. L'essai de retrait (ASTM C883) permet d'écarter les systèmes qui contiennent des solvants, de grandes quantités de diluants ou d'autres produits chimiques provoquant le retrait. Si un produit de liaison possède un module d'élasticité élevé, il se peut que la pièce de rapiéçage ou le revêtement se décolle par endroits sous l'effet des variations de température. L'essai C884 de l'ASTM sert à évaluer cette tendance.

La spécification ASTM C881 permet d'écarter les produits susceptibles de présenter une piètre performance, mais il faut prendre en compte d'autres caractéristiques, à part celles qui y sont mentionnées, pour être en mesure de faire un choix définitif parmi des produits à la résine époxy semblables.

Le délai d'utilisation ou le temps de prise de la plupart des produits de liaison à l'époxy est de 15 à 30 minutes à 25 °C, ce qui oblige à ne mélanger que la quantité utilisable au cours de cette période. Au-dessous de 0 °C, le temps de prise est beaucoup plus long

(de 4 à 5 heures). Le tableau 2 indique certains facteurs d'application dont il faut tenir compte.

Lorsqu'on doit procéder à des réparations lourdes — par exemple pour réhabiliter une dalle ou refaire la surface de murs ou de poteaux — les produits à l'époxy permettant de faire adhérer le béton frais au substrat offrent souvent la solution la plus économique. L'utilisation du produit de liaison fait en sorte que la masse de béton obtenue possède la même résistance qu'une pièce d'un seul tenant.

Conclusion

Une condition importante, dans le cas d'une réparation de béton, est la bonne adhésion de la pièce ou du revêtement au substrat. Cette condition est essentielle lorsqu'il s'agit de réparations structurales devant conférer un caractère monolithique à l'élément de béton aux fins du report des charges. Il est possible d'assurer une bonne adhésion de la pièce ou du revêtement au substrat en apportant beaucoup de soin à la qualité d'exécution — préparation de la surface, consolidation et cure — sans employer de produits de reprise. Cependant, ceux-ci jouent un rôle important lorsque la reprise doit présenter une adhérence très élevée. Par exemple, un substrat faible et flexible peut devoir être renforcé pour que son module d'élasticité corresponde à celui de la pièce ou du revêtement appliqué. Il se peut aussi qu'il faille utiliser un produit de reprise en raison des mauvaises conditions ambiantes. En somme, les produits de liaison offrent des avantages mais ils ne devraient pas suppléer à la mauvaise exécution du travail.

M. Noel P. Mailvaganam est chef d'Évaluation et réparation au sein du programme Enveloppe et structure du bâtiment, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.

© 1997
Conseil national de recherches du Canada
Décembre 1997
ISSN 1206-1239



Canada

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6
Téléphone : (613) 993-2607; télécopieur : (613) 952-7673; Internet : <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>

