

1

Matériaux & Chimie

En 2013, favorisez les mariages à la colle

Plus simples à industrialiser, plus respectueuses de l'environnement et plus performantes, les colles sont adoptées par un nombre croissant d'industrie en lieu et place des techniques d'assemblage traditionnelles. Les chimistes innovent en continu pour repousser les limites des adhésifs.

Même la Dame de fer s'y est mise. Pour le chantier de rénovation du troisième étage du monument parisien, très contraint en termes de temps et de poids, des colles polyuréthanes de la société Soprema ont été utilisées pour refaire les joints des armatures de renfort, afin de limiter la dilatation du métal. Sèches en une journée, les colles ont permis de boucler les travaux en moins d'une semaine.

Cet exemple n'est pas qu'un symbole. Les colles ne sont pas, loin s'en faut, réservées au bricolage. Au contraire, elles acquièrent leurs lettres de noblesse pour un nombre d'applications en augmentation constante. Dans l'industrie du bâtiment, on assiste ainsi à un retour en grâce du collage. «Le vitrage extérieur collé reprend le principe du pare-brise collé dans l'automobile. Comparé aux vitres enchâssées, il réduit la section des profilés en PVC, tout en augmentant la luminosité. En supprimant les pièces métalliques structurales, on supprime aussi le phénomène de pont thermique et on améliore donc l'isolation», explique David Cade, responsable

du service technique et façades pour le chimiste suisse Sika Industry. Pas étonnant alors de retrouver des vitrages collés sur les chantiers des tours de bureaux de La Défense, de Londres ou de Dubaï.

Deux marges de progrès existent pour ces produits. D'une part, des temps de prise toujours raccourcis – Sika Industry commercialise par exemple des silicones pour le collage structural de vitres qui sèchent en moins d'une minute et permettent de manipuler le produit au bout d'une heure – et des performances mécaniques accrues.

» Des colles faites sur mesure pour les fabricants

En jouant sur la longueur et la densité du polymère, ou de son durcisseur pour un adhésif bi-composant, on peut obtenir des colles résistantes aux environnements extrêmes, à la cime des gratte-ciel comme des éoliennes. «Pour mettre sur le marché une colle polyuréthane pour des pâles d'éolienne, il faut démontrer qu'elles conservent leurs propriétés mécaniques plusieurs semaines d'affilée à 70 degrés,

dans une atmosphère chargée à 100% d'humidité», souligne David Cade.

C'est en faisant preuve de capacités hors norme, répondant parfaitement aux besoins liés à la fabrication d'une pièce particulière, que les colles parviennent à s'imposer. «Aujourd'hui on sait faire des colles avec un temps de prise minimum, une épaisseur réduite, des formules qui combinent résistance et flexibilité. L'avenir est à la fonctionnalisation des colles, qui rend possible le sur-mesure», analyse Christian Désagulier, un des coordinateurs du comité technique national Macs, pour «Maîtrises des assemblages collés structuraux».

Les clients finaux demandent toujours plus de performances. Ainsi, le recours croissant aux composites, appelés à cohabiter avec les métaux dans l'aéronautique, rend pertinent le recours au collage, la technique la plus naturelle pour assembler des matériaux hétérogènes. Mais cette stratégie pose de gros problèmes de continuité électrique: il faut rendre non seulement les composites conducteurs, mais aussi les adhésifs qui les lient entre eux ou avec des métaux.

Les industriels Thales et Astrium-Space Transportation ont confié à Rescoll un projet sur cette problématique. Nom de code: eT-Bond. Lancé en octobre 2011 pour une durée de 3 ans avec un financement de 3 millions d'euros, 

CE QUE LES ADHÉSIFS ONT APPRIS À FAIRE

1. CONDUIRE LES CALORIES OU LE COURANT: un jeu sur les charges les rend conducteurs, pour répondre aux besoins de continuité électrique sur le fuselage des avions.

2. FACILITER LE RECYCLAGE: par apport thermique, électrique, UV ou mécanique, les colles se dégradent, laissant les deux pièces assemblées propres plus faciles à déplacer ou flexibiliser.

3. AMORTIR LES CHOCS: des élastomères mélangés à la formule offrent de la souplesse à des adhésifs rigides comme les résines époxy.

4. DURCIR SANS CUISSON: grâce à l'encapsulation d'un durcisseur, des colles peuvent être déclenchées en appliquant une contrainte mécanique.

5. DURCIR EN DEUX TEMPS: sous forme de poudres, ils peuvent adhérer à une certaine température, puis cuire dans un deuxième temps au-delà d'un certain seuil.



LES COLLES FONT DE LA RÉSISTANCE

Ferroviaire



Alstom a choisi une colle méthacrylate pour fixer le nez et les lignes de fuite de l'AGV. Sa résistance au pelage est suffisante pour endurer des vitesses de 350 km/h.

Textiles



Mousses, cuir, nylon : des adhésifs se substituent à la couture ou aux formules à base de solvants. Ici, l'intérieur d'un avion de plaisance collé grâce à un produit du suisse Collano.



Énergie

Sika Industry met au point des colles polyuréthanes pour l'assemblage et la fixation des pales d'éoliennes, utilisées par exemple par Vestas ou Gamesa, y compris pour l'offshore.

Bâtiment



Le vitrage extérieur de la future tour Carpe Diem sera fixé grâce à une silicone haute performance du chimiste suisse Sika Industry.

Automobile



Les panneaux de carrosserie en composite carbone de la Zagato V12 AML, du constructeur Aston Martin, sont collés sur un châssis en aluminium et acier grâce à un adhésif méthacrylate.

D. R.



son objectif est de développer une gamme de colles conductrices de chaleur et d'électricité, sur des bases de résines époxy et acryliques. La formule de ces colles innovantes restera confidentielle. Rescoll indique toutefois anticiper d'ores et déjà des débouchés dans d'autres secteurs, en particulier dans l'automobile.

Dans ce domaine, des colles fonctionnalisées contribuent à l'absorption des chocs. Il en va ainsi pour les produits de la société Jacret-Aderis, qui se concentre sur les colles méthacrylates. « Les colles méthacrylates sont employées depuis de nombreuses années dans l'industrie avec plusieurs avantages, notamment la possibilité de coller à froid et rapidement. Mais quelques problèmes techniques de résistance et de retrait de l'adhésif subsistaient », résume Antoine Curet, directeur technique de Jacret-Aderis.

« Avec l'aide de chimistes, nous avons trouvé une synergie de polymères qui permet d'égaliser la résistance des résines époxy, et l'élasticité des colles polyuréthanes ». L'ajout d'élastomères à la formule, qui contient plus d'une vingtaine de matières premières, explique en partie cette amélioration. Ce concept de colle appliquée sans préparation de surfaces ou avec un simple dégraissage a séduit Aston Martin et le carrossier français Durissoti pour assembler des planchers composites sur des châssis en aluminium.

» L'assemblage définitif en deux étapes

Pour satisfaire leurs clients, les chimistes planchent aussi sur l'augmentation du « temps ouvert », c'est-à-dire le délai entre le moment de l'application de l'adhésif et la prise définitive des deux pièces à assembler. Exemple avec le produit HCM 555 du suisse Collano: cette colle polyuréthane fusible à chaud se présente non pas sous forme liquide mais en poudre. L'un des avantages de cette colle est d'offrir une grande marge de liberté sur la chaîne d'assemblage. En effet, une première activation a lieu autour de 60 degrés: à cette température, la colle adhère. Mais ce n'est qu'à partir de 120 degrés que la polymérisation complète a lieu. L'assemblage définitif peut donc être réalisé dans un deuxième temps. « Plusieurs semaines à quelques mois pour-

IT WEB Article



Signaux Girod change sa méthode d'assemblage

Le fabricant de panneaux routiers Signaux Girod a fait appel à la société Jacret-Aderis pour remplacer son procédé de collage à chaud basé sur des résines époxy par un assemblage à froid. Les colles méthacrylates désormais utilisées ont apporté plusieurs bénéfices: la simplification de la production (absence de préparation de surfaces, suppression des fours de polymérisation) et l'amélioration de performance du collage.

Mot-clé
Girod

www.industrie-techno.com

raient s'écouler entre les deux étapes, sans dégradation des performances de la colle », souligne Wilfried Sourbé, expert en collage de la société de recherche Rescoll.

Cette révision du mode de conditionnement induit un autre bénéfice pour les utilisateurs: la possibilité d'automatiser le dépôt avec un meilleur contrôle de la quantité, les coûts étant élevés, par rapport à la projection d'un liquide. Bien que cher, entre 30 et 50 euros le kilogramme, ce type de produit convainc les fabricants de mobilier, comme les sièges de bureau, et de textiles techniques.

Autre exemple de cette tendance au sur-mesure, les colles micro-encapsulées. Le principe est d'enrober l'agent durcisseur dans de minuscules capsules de silice. Ce n'est ainsi pas la température qui déclenche la polymérisation, mais une contrainte mécanique appliquée au produit qui libère le durcisseur. Ce type de solution peut être

mis en œuvre dès que deux pièces sont assemblées par pression, par exemple pour bloquer des ensembles vissés soumis à de fortes frictions mécaniques. « Ces colles sont surtout mises en œuvre dans l'aéronautique aux États-Unis et commercialisées par 3M », fait remarquer Maxime Olive, ingénieur R&D chez Rescoll.

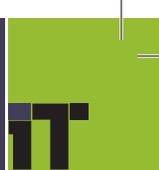
» L'intérêt de la démontabilité

Enfin, pour répondre à la montée en puissance des préoccupations environnementales, les fabricants de colles se préoccupent de l'impact de leurs produits. Certes, le collage est souvent à l'origine d'un allègement des structures par rapport aux méthodes d'assemblage mécanique, comme le rivetage, et boulonnage. Et donc d'une économie de carburant et d'émissions polluantes dans le secteur du transport. Mais la technique présente aussi des inconvénients. Soit parce qu'elle implique des traitements de surface agressifs, soit parce que les colles émettent des composés organiques toxiques lors de leur mise en œuvre, ou durant la vie des produits. La reformulation des colles devient donc la règle. Les chimistes cherchent à supprimer tous les composés nocifs, dont certains sont dans le viseur de la réglementation européenne Reach.

Un autre axe de recherche est de faire appel aux matières premières renouvelables en remplacement des dérivés du pétrole. « À ce jour, nous utilisons dans nos adhésifs plusieurs composants biosourcés dans une proportion de près de 10%. Notre objectif est de parvenir à utiliser des matières premières biosourcées à plus de 50% d'ici 2025 », souligne Arnaud Curet, de la société Jacret-Aderis. De fait, d'importants industriels tels Arkema, Evonik ou Mitsubishi développent une molécule de méthacrylate biosourcée, tirée en particulier de la canne à sucre.

En revanche, difficile d'imaginer demain des pièces de carrosserie ou de fuselage maintenues grâce à des colles naturelles comme le latex, les résines de conifères ou le collagène. « Leurs propriétés mécaniques ne sont pas au niveau », tranche Christian Désagulier.

Du reste, ce n'est peut-être pas la priorité. Pour Maxime Olive, « la démontabilité des



UN ADHÉSIF PARÉ AU DÉCOLLAGE

Pour séparer deux pièces collées, le procédé Indar, pour Innovative Disassembling Adhesives Research, de la PMI Rescoll, mise sur la formulation innovante d'un adhésif, qui se décolle par activation thermique.

collages semble plus pertinente que l'utilisation de colles biosourcées impossibles à décoller». C'est pourquoi la PMI met au point depuis plusieurs années des formules plus faciles à désassembler, grâce à un additif qui émet des gaz lorsqu'il est chauffé. Rescoll reformule de cette manière des adhésifs commerciaux, résine époxy, polyuréthanes ou silicones, pour les éliminer rapidement en fin de vie du produit. Deux pièces peuvent ainsi être séparées et valorisées dans des filières de recyclage dédiées. Jusqu'ici, le spécialiste a réalisé des essais concluants pour le compte de Fiat, Plastic Omnium ou Astrium sur le télescope Gaia.

» Le contrôle non destructif, dernier frein au collage

Il n'y aurait donc aujourd'hui plus aucune raison pour un industriel de ne pas coller ? Presque. « Un frein majeur à l'utilisation des adhésifs se situe au niveau du contrôle non destructif. On peut contrôler par ultrasons la présence de colle et son épaisseur, mais il n'y a aucun moyen de vérifier l'adhésion ou, avant le collage, l'état de surface de deux pièces permettant de garantir l'adhésion », explique Christian Désagulier.

C'est là que se situe aujourd'hui l'essentiel de la recherche. Deux projets au moins se déroulent actuellement en Europe : le programme Encomb, financé dans le cadre du septième programme-cadre de recherche et de développement de l'Union européenne, dédié spécifiquement au contrôle des collages de composites dans l'aéronautique, et le projet français Isabeau qui vise plus généralement à développer des méthodes d'inspection pour contrôler l'adhésion, indépendamment du type de matériau collé. L'aérospatial est également le premier secteur visé.

De quoi donner d'ici quelques années des garanties sérieuses aux industriels pour utiliser le collage comme technique d'assemblage unique de matériaux hétérogènes. Voire de leur donner l'envie de l'exporter à des applications pour lesquelles ils se l'interdisent pour l'instant, telles les pièces critiques de vol sur les avions. ✕

En Europe



9 MILLIONS de véhicules en fin de vie

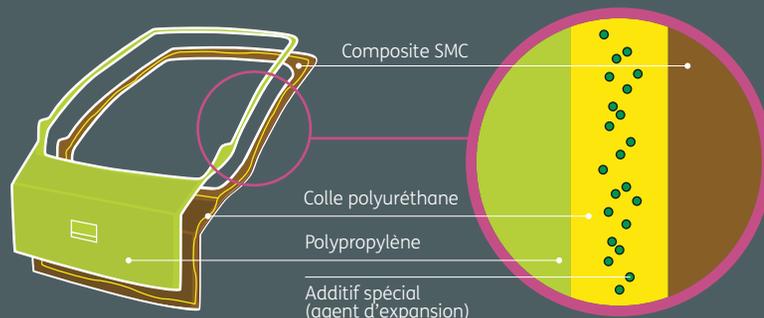


2 MILLIONS DE TONNES de déchets composites, plastique et verre.

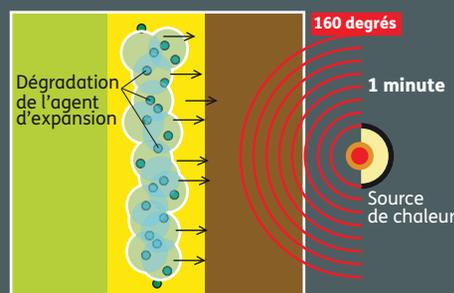
60 MÈTRES de cordon de colle pour un véhicule comme la 308 de Peugeot



RECYCLAGE D'UN HAYON AUTOMOBILE DE PLASTIC OMNIUM

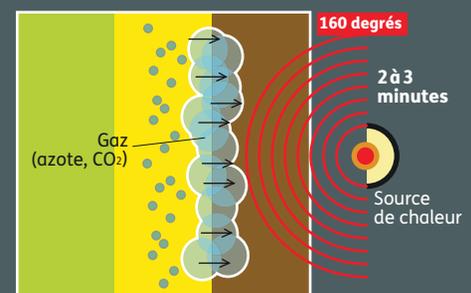


APPORT D'UNE SOURCE CHAUFFANTE



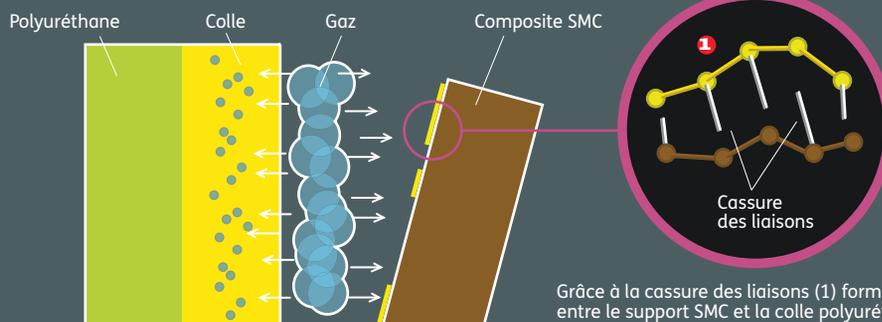
Le chauffage, à la température d'activation de la colle, déclenche la dégradation de l'agent d'expansion, du côté exposé à la source de chaleur.

MIGRATION DES GAZ



Les gaz résultant de la dégradation (azote, CO₂) migrent au niveau de l'interface entre la colle et le support SMC.

PERTE D'ADHÉSION ET SÉPARATION DES PIÈCES



Les gaz émis génèrent des contraintes mécaniques défavorables au niveau de la zone chauffée.

Grâce à la cassure des liaisons (1) formées entre le support SMC et la colle polyuréthane, les deux pièces assemblées peuvent être désolidarisées sans effort. Une partie de la colle reste fixée au support SMC, mais peut être retirée facilement par action mécanique.