

# ADHÉSIFS ET PRÉPARATIONS DE SURFACE “VERTS”

Novembre 2011

Un adhésif « vert » se caractérise par une émission de produits polluants la plus réduite possible (COV, produits dangereux pour la santé ou la couche d'ozone, etc.), ou par la capacité à rendre recyclable le produit fabriqué. Il peut être défini comme un adhésif fabriqué à partir de matières premières renouvelables et/ou avec un procédé propre.

Cette note présente quelques produits du marché répondant à cette définition, des méthodes de préparation de surface à faible impact environnemental et un procédé de recyclage des plastiques collés.

Les colles à base aqueuse émettent moins de COV que les adhésifs à base de solvants. Elles sont principalement employées dans l'emballage, l'étiquetage, le travail du bois et de nombreuses autres applications industrielles telles que le mobilier, les sièges de voiture, la construction navale, etc. Leur résistance est moindre que celle des colles à base de solvant, mais elles sont parfaitement adaptées aux matériaux à tension de surface élevée ou aux surfaces poreuses.

Les colles à bases aqueuse (après un temps de pré-séchage adapté) sont à prise instantanée et ne nécessitent donc pas de temps de séchage supplémentaire avant manipulation des pièces.

## PRODUITS DU MARCHÉ

### Henkel

Les colles élaborées par Henkel pour les particuliers, les artisans, et certaines applications industrielles contiennent des matières premières renouvelables telles que l'amidon, la cellulose, les dextrines et les protéines. Ces matières sont mises en œuvre par exemple dans les tubes de colle, les colles à papier peint, les adhésifs d'emballage ou pour l'étiquetage des bouteilles. [1]

### Colles anaérobiques durables [2]

Henkel s'est engagé à contribuer au développement durable et dans le domaine industriel, le fabricant se concentre sur la sécurité et la santé au poste de travail. Il commercialise ainsi trois colles anaérobies ne contenant aucun composant soumis à déclaration selon la directive européenne 1907/2006 – ISO 11014-1, c'est-à-dire sans symbole ni phrase de risque. Ces produits ne font pas non plus partie des substances chimiques à caractères cancérigènes, mutagènes, reproductibles (CMR).

- Produit d'étanchéité Loctite 6300 : vert fluorescent, il présente une viscosité de 350 mPa.s et une résistance au cisaillement de 20 N/mm<sup>2</sup>.
- Loctite 5800 : étanchéité de surface thixotrope de résistance moyenne, rouge fluorescent, de viscosité 150 000 mPa.s et de résistance au cisaillement de 12 N/mm<sup>2</sup>.
- Loctite 5400 : étanchéité de filetage thixotrope de résistance moyenne, jaune fluorescent, de viscosité 27 000 mPa.s et présentant un couple résistant de 19 Nm.

### 3M

3M commercialise plusieurs colles certifiées « Greenguard », un référentiel américain qualifiant les produits respectant la qualité de l'air intérieur. Ci-dessous quelques exemples d'adhésifs [3].

- Fastbond™ 2000NF. Base aqueuse, collage immédiat et résistance à la manipulation sans équipement de séchage forcé pour la plupart des applications (polyuréthane flexible, mousses latex, plastiques, bois, panneaux de particules, fibres, aluminium, aciers galvanisés, etc.).
- Scotch-Weld™ 94CA. Qualité industrielle, haute résistance aux contraintes et aux températures élevées ; adapté au collage du bois, des placages, métaux, plastiques, mousses, tapis, etc.
- Fastbond™ 100. Colle mono-composant à base aqueuse à prise rapide, pour tous supports poreux ou non poreux (mousses polyuréthane ou latex, fibres polyester, bois, panneaux de particules et de nombreux plastiques et métaux).
- Fastbond™ 4224NF. Adhésif autocollant à base aqueuse pour le verre, l'aluminium nu et revêtu, aciers (standards, galvanisés, inox), PVC, ABS, polycarbonate et acrylique.

### Chemique Adhesives and Sealants Ltd.

Ce fournisseur a développé une gamme de colles sans solvant, baptisée Solfre2, avec des temps de polymérisation variables (de quelques minutes à plusieurs heures) pour s'adapter à la pose de différents panneaux : nid d'abeille, isolation, revêtement, architecture, caravanes. Solfre2 est un adhésif polyuréthane bi-composant. [4]



### Colle thermodurcissable à base de matières premières renouvelables

Le fabricant d'adhésifs thermodurcissables Arkema a lancé en 2007 la commercialisation du Platamid® HX 2656 Rnew, qualifiée de première colle thermodurcissable issue de matières premières 100% renouvelables. [5]

L'adhésif est élaboré à partir d'huiles végétales. Il a été développé pour des applications nécessitant des performances élevées. L'adhésif peut être employé dans la fabrication de bandes, filets, films et filaments avec un équipement et des conditions standards.

Les marchés visés sont nombreux, incluant les tissus de renfort, les textiles techniques, la construction, l'automobile et l'électronique.

### COLLES À BOIS

Le formaldéhyde utilisé dans les colles à bois est reconnu depuis 2004 comme substance cancérigène, ce qui devrait conduire prochainement à son interdiction.

### Projet « Panneaux verts » de l'Ademe

Pour trouver des solutions de substitution, l'Ademe a financé en 2007 une étude baptisée « Panneaux verts » [6], dont [la synthèse](#) a été publiée en mai 2011 [7]. Les travaux réalisés démontrent la possibilité de produire des adhésifs sans formaldéhyde à partir de sous-produits de la papeterie : tanins provenant des écorces et lignines issues des liqueurs de cuisson.

L'étude a été menée par :

- des producteurs de pâtes à papier (Fibre Excellence et la Compagnie industrielle de la matière végétale-CIMV) ;
- des centres techniques industriels (CTP et FCBA) ;
- un laboratoire universitaire (Lermab-Enstib) ;
- un industriel producteur de panneaux de particules (Interbois) ;
- une société spécialisée dans l'analyse technologique et concurrentielle de l'innovation (Tecknowmetrix).

Les quantités de formaldéhyde relâchées dans l'atmosphère par le nouvel adhésif sont considérées comme très faibles.

Par ailleurs, la viscosité et la rhéologie de l'adhésif ainsi que les temps de gel répondent aux nécessités de la fabrication automatisée de panneaux. Ces constats ouvrent la porte à l'industrialisation du produit.

#### **Projet Neolignocol [8]**

Le projet Neolignocol s'inscrit dans le prolongement des travaux que nous venons de décrire. Financé par la DGCIS dans le cadre de l'appel à projets éco-industries, il vise lui aussi la fabrication de panneaux de particules sans formaldéhyde à partir de lignines issues des matières extractibles de la biomasse (bois, pailles,...) et des sous-produits de l'industrie papetière. Le consortium du projet regroupe :

- un organisme de recherche (LCPO) ;
- les sociétés Kronofrance et Rolpin pour la réalisation des essais ;
- deux centres technologiques (FCBA et Rescoll) ;
- le syndicat professionnel UIPP (Union des industries du panneau de process).

#### **Des adhésifs à base de protéines**

Advanced Biopolymer Technologies (US) a développé pour l'industrie du bois des émulsions et des adhésifs contenant une fraction de polypeptide, laquelle peut être extraite de biomasses végétales (tourteaux de colza, de soja ou de ricin) issues de l'industrie agro-alimentaire [9, 10, 11].

La formulation des adhésifs varie en fonction des applications, afin d'obtenir notamment une résistance à l'humidité plus ou moins importante. Les performances des colles sont souvent supérieures à celles des produits à base de formaldéhyde présents sur le marché. Par exemple, un panneau de particules fabriqué avec un adhésif protéiné est susceptible de résister pendant 2 heures à une immersion dans l'eau bouillante pratiquement sans gonfler.

Le procédé élaboré par Advanced Biopolymer Technologies garantit une qualité constante des produits, ce qui n'est pas toujours le cas avec les adhésifs à base naturelle.

#### **Projet Ecolicel [12]**

Le projet Ecolicel est l'un des projets phares du pôle de compétitivité Fibres, qui a pour vocation d'organiser une filière de chimie issue du bois en Lorraine et en Alsace. Il vise à valoriser le bois en tant que ressource naturelle renouvelable, au travers de l'extraction de la cellulose et de différentes molécules lors de la fabrication de la pâte à papier, en vue d'élaborer des adhésifs verts, des résines, des adjuvants ou de nouvelles fibres.

Labellisé par les pôles Fibres, IAR et Chimie, le projet est mené par des partenaires industriels (Arkema, NSG, UPM, Séparex, UPM, NSG) et des organismes de recherche (Press Lorraine, UDS, CTP, FCBA, CRITT Bois, Critt Agria). Il s'appuie sur la plateforme de génie des procédés d'Arkema (57500 Saint-Avold) et la plateforme enzymatique et biotechnologies de l'École Supérieure de Biotechnologie de Strasbourg (ESBS).

## **APPLICATIONS MÉDICALES**

### **Adhésif naturel biodégradable**

À l'exception de la protéine adhésive de la moule, les colles naturelles présentent généralement une faible tenue mécanique et résistent mal à l'humidité. Des chercheurs du Biology Centre AS (République tchèque) ont développé plusieurs procédés de fabrication de colles biodégradables à partir de la soie produite par le ver à soie Bombyx mori. Plus exactement, le produit utilisé est la sérécine sécrétée par le ver, une protéine qui présente son meilleur pouvoir adhésif à la fin du stade larvaire. [13, 14]

Les adhésifs élaborés par le laboratoire comprennent une protéine de soie sérécine et des protéines recombinantes dérivées de celle-ci contenant trois répétitions de motifs d'acides aminés. Ces colles durcissent rapidement en environnement aqueux, contrairement aux autres adhésifs naturels qui nécessitent un temps de prise important lié au temps d'évaporation de l'eau. Les caractéristiques actuelles de ces nouveaux adhésifs sont comprises entre celles de la colle d'amidon et celles de la colle d'os, mais elles peuvent encore être optimisées.

Les adhésifs à base de séricine sont adaptés pour les applications médicales externes ou internes : fixation de prothèses dentaires, plâtres, réduction de fractures osseuses.

### Colle silicone biocompatible

L'adhésif Silpuran 4200 formulé par Wacker est particulièrement adapté au collage de silicones ou de textiles sur silicone [15, 16]. Les pièces de ce type peuvent être assemblées sans apprêt. L'assemblage résiste à de fortes contraintes mécaniques. L'adhésif vulcanisé est de dureté moyenne. Il résiste au déchirement et se caractérise par une résistance élevée à la propagation de la rupture. La liaison reste stable même si les pièces bougent l'une par rapport à l'autre. Pour cette raison, le Silpuran 4200 est adapté non seulement pour le collage de pièces d'appareils mais surtout pour l'assemblage d'éléments silicone et textile dans la fabrication d'orthèses et prothèses.



La viscosité de cette colle silicone diminue sous l'effet d'efforts de cisaillement. L'adhésif s'applique manuellement ou par automate et durcit avec l'humidité de l'air. Le temps de formation d'une peau est inférieur à 10 mn.

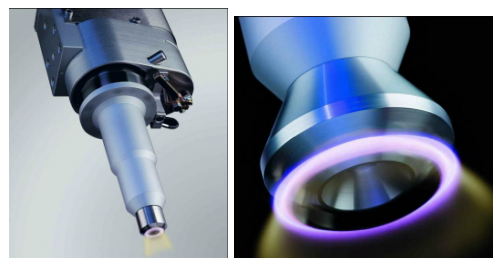
## PRÉPARATION DE SURFACE

### Jet de plasma

Le jet de plasma est employé pour nettoyer les surfaces avant collage afin de renforcer l'accrochage des adhésifs. Cette technologie alternative aux prétraitements mécaniques et chimiques préserve l'environnement en supprimant l'usage de primaires et de solvants.

Le carrossier industriel Schmitz Cargobull utilise le procédé OpenAir de Plasmatreat, qui repose sur un jet de plasma à pression atmosphérique, pour nettoyer les surfaces de collage de ses caisses frigorifiques en métal revêtu de polymère. [17]

Le système ne nécessite pas de chambre à vide, et n'engendre donc aucune rupture du processus de production. Il s'intègre sur un poste robotisé dans les lignes de production au moment du montage.



*Tête de l'équipement et buse de projection*

Le jet plasma a trois actions sur la surface traitée.

- **Activation** : augmentation de l'énergie de surface par oxydation, pouvant atteindre plus de 72 mJ/m<sup>2</sup> sur de nombreux plastiques.
- **Destatisation** : suppression de la charge d'électricité statique.
- **Nettoyage** : suppression des poussières et pollutions organiques (vapeurs d'huile, eau, hydrocarbures).

Le prétraitement des surfaces et la dépose de l'adhésif peuvent être réalisés en une seule opération.

Chez Schmitz Cargobull, chaque installation de prétraitement comprend quatre jets rotatifs orientés à 45° par rapport à la surface et avançant à 20 m/min, pour une largeur de traitement de 180 mm.

### Nitrocarboxylation

La société Vector dans le Calvados propose un procédé de préparation de surface réputé écologique, baptisé InvisaTreat™ [18]. Il s'agit d'une nitrocarboxylation qui consiste en une réaction chimique conduisant à un greffage simultané de fonctions chimiques oxygénées de type carboxyle, carbonyle, hydroxyle, cétone et de fonctions azotées de type nitro, amine ou nitrile. Ce procédé permet de modifier les propriétés physicochimiques des surfaces en augmentant leur faculté d'adhésion par une exposition à un gaz chimiquement actif généré sous vide par injection d'énergie dans un mélange de gaz neutres

Il s'applique à toutes les formes géométriques et préserve l'intégrité de la surface ainsi que les propriétés mécaniques, optiques et électriques des matériaux.

Réalisé à température ambiante, le traitement est aussi efficace sur des pièces disposées en vrac dans des bacs que sur des pièces rangées sur des plateaux thermoformés. Le procédé peut être intégré sur des lignes automatisées. Il n'utilise ni eau ni solvant et ne génère ni COV, ni GES, ni effluent pollué.

### Nettoyage laser

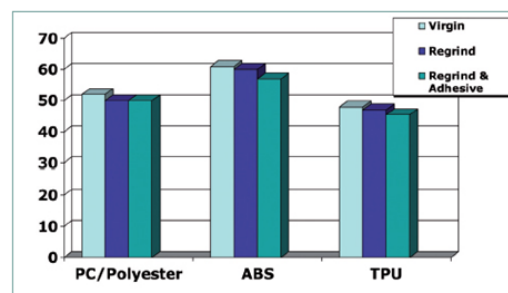
Les techniques de préparation de surface par laser sont également écologiques dans le sens où elles ne génèrent aucun déchet. Sans risque pour les opérateurs et l'environnement, le dégraissage par voie laser est néanmoins pénalisé par des temps de cycles élevés. Il est utilisé dans le secteur automobile pour la préparation des surfaces avant collage. [19, 20]

## RECYCLAGE DE PLASTIQUES COLLÉS

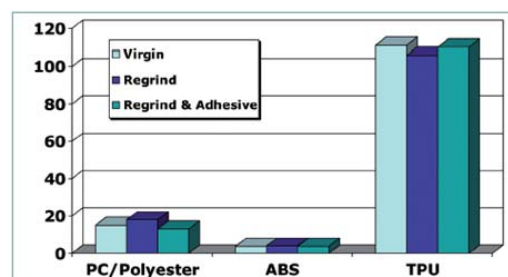
Le recyclage des plastiques qui ont été collés lors de la fabrication du produit nécessite le plus souvent d'éliminer la colle avant de broyer la matière : la partie en contact avec la colle est alors éliminée par découpe. Les zones « propres » sont broyées en vue du recyclage et les parties recouvertes de colles sont considérées comme des déchets non réutilisables.

Pour augmenter la performance du recyclage, ITW Plexus a mis au point un adhésif méthacrylate de méthyle qui peut être broyé avec le plastique, sans détérioration notable des propriétés du plastique recyclé. [21]

Les graphes ci-dessous présentent la résistance en traction-cisaillement et l'indice de fluidité à chaud de trois familles de plastiques (polyester, ABS et thermoplastique polyuréthane/TPU) selon trois états : vierge, plastique seul broyé, plastique broyé contenant de la colle.



*Traction cisaillement*



*Indice de fluidité à chaud*

Des essais ont montré par ailleurs que le moulage des plastiques recyclés contenant un part d'adhésif ne nécessite qu'un ajustement minime des paramètres d'injection.

## REFERENCES

- [1] Henkel  
[http://www.henkel.fr/cps/rde/xchg/henkel\\_fr/hs.xsl/innovation-technologies-adhesives-7113.htm](http://www.henkel.fr/cps/rde/xchg/henkel_fr/hs.xsl/innovation-technologies-adhesives-7113.htm)
- [2] Anaerobe Klebstoffe leisten Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung  
<http://www.konstruktionspraxis.vogel.de/themen/verbindungstechnik/kleben/articles/333982/>
- [3] 3M, adhésifs certifiés Greenguard  
[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/3M-GREEN/Green-Products/Product-Information/Green-Adhesives/GreenGuard-Certified-Adhesives/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M-GREEN/Green-Products/Product-Information/Green-Adhesives/GreenGuard-Certified-Adhesives/)
- [4] Chemique Adhesives and Sealants  
<http://www.chemique.co.uk/>
- [5] Arkema  
<http://www.pressreleasefinder.com/item.asp?id=9290>
- [6] ADEME – Synthèse de l'étude « Panneaux verts »  
[http://www.lepetitsitesante.fr/Dossiers/110620\\_formaldehyde\\_panneaux\\_verts.pdf](http://www.lepetitsitesante.fr/Dossiers/110620_formaldehyde_panneaux_verts.pdf)  
<http://www.actu-environnement.com/ae/news/formaldehyde-colles-panneaux-particules-substitution-12863.php4>
- [7] NEOLIGNOCOL : fabrication de panneaux de particules sans formol  
<http://www.greenmaterials.fr/?tag=green>
- [8] De nouveaux adhésifs  
<http://techniline.sirris.be/s/p.exe/WService=WO/webextra/prg/olContent3?vWebSessionID=9860&vUserID=85234&MyOrDaily=My&ENewsID=75743&FDatePublication=18/02/11&TopicID=1585>
- [9] Brevet WO2010102284  
[www.iom3.org](http://www.iom3.org)
- [10] ECOLICEL  
<http://www.polefibres.fr/systeme/m1.php?hid=118231>
- [11] Brevet WO2010100569
- [12] Un adhésif naturel biodégradable à partir de la soie  
<http://techniline.sirris.be/s/p.exe/WService=WO/webextra/prg/olContent3?vWebSessionID=48353&vUserID=85234&MyOrDaily=My&ENewsID=77651&FDatePublication=10/06/11&TopicID=1585>
- [13] Biokompatibler Siliconkleber für medizintechnische Anwendungen  
<http://www.konstruktionspraxis.vogel.de/index.cfm?pid=4911&pk=334746&nl=1&cmp=nl-121>  
[http://www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6365e\\_en.pdf](http://www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6365e_en.pdf)
- [14] Schmitz Cargobull prépare ses surfaces de collage par jet de plasma  
<http://www.industrie.com/it/production/schmitz-cargobull-prepare-ses-surfaces-de-collage-par-jet-de-plasma.12018>  
<http://www.vector-ast.com/>
- [15] P-Laser  
<http://www.p-laser.com/website%20FR/indexfr.html>
- [16] Le dégraissage, Procédés alternatifs  
[http://www.p-laser.com/texte/degr\\_proced\\_altern.pdf](http://www.p-laser.com/texte/degr_proced_altern.pdf)
- [17] How adhesives reduce emissions, minimize waste and improve recycling, JEC Composites Magazine n° 61, novembre-décembre 2010  
<http://www.jeccomposites.com/news/composites-news/how-adhesives-reduce-emissions-minimize-waste-and-improve-recycling>
- [18] Glueitgreen  
<http://www.glueitgreen.com/>

## Ensemble pour les entreprises de la mécanique



Département  
Veille Technologique et Stratégique

### Contact

**Karine MONES**  
Cetim - B.P. 80067  
60304 Senlis Cedex  
Tél. : 03 44 67 35 17  
[karine.mones@cetim.fr](mailto:karine.mones@cetim.fr)



Retrouvez nos notes de veille dans la Mécathèque du site Cetim :  
<http://www.cetim.fr/cetim/fr/Mecattheque>



Consultez le guide des Technologies prioritaires 2015 sur le site Cetim :  
<http://www.cetim.fr/cetim/fr/Mon-espace> - Cliquez sur : 