

2. TRAITEMENT DE SURFACE

Comment remplacer les bains

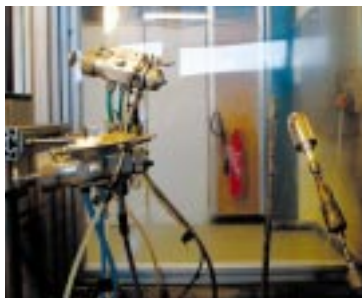
● Les procédés de traitement par bains sont directement visés par les restrictions environnementales. D'autres techniques existent. Il reste à les industrialiser.

1. Changer de revêtement



● Les chercheurs remplacent les revêtements traditionnels par des gels, tout en conservant les propriétés d'adhérence, de tenue à la corrosion... Des laboratoires travaillent sur le sujet depuis des années. Des cas industriels se mettent en place.

2. Pulvériser les solutions



● Plus souple d'utilisation que les bains, la pulvérisation de solutions aqueuses réduit aussi la quantité de produits utilisés. Selon le type de traitement, la technique est validée, en développement ou requiert de nouveaux revêtements

3. Privilégier le dépôt sous vide



● Contrairement aux bains, le dépôt sous vide est une technologie sèche qui résout donc les problèmes posés par les substances nocives. Mais cette solution coûte plus cher. Les process adaptés à la grande série sont en cours d'industrialisation, au cas par cas.

Exit, bientôt, le chrome, le cadmium, les cyanures... Progressivement, la législation réduit la liste des produits autorisés dans l'industrie. Et ce durcissement réglementaire remet en cause certaines pratiques du traitement des surfaces. Les procédés par voie humide, utilisant des bains, sont les plus décriés. Des adjuvants y sont nécessaires pour stabiliser le dépôt. Or, ces additifs peuvent être nocifs. Cette technique oblige en plus à retraiter le bain après utilisation. Les effluents peuvent alors contenir des produits ayant une grande volatilité, comme certains alcools. C'est tout le process du traitement par bains qui est mis en cause. L'alternative existe pourtant bel et bien ! Mais les solutions de demain doivent d'abord être industrialisées. Valider les propriétés des dépôts, réduire

les coûts des grandes séries, convaincre les donneurs d'ordres sont autant d'obstacles en passe d'être franchis !

Délaisser le bain pour la pulvérisation...

La solution la plus immédiate porte sur la recherche de composés moins toxiques. Sur ce point, les laboratoires n'ont pas attendu les règlements comme Reach. Ils accordent depuis de nombreuses années des budgets à l'étude de nouveaux revêtements. Mais cette démarche demande du temps et toutes les industries n'en sont pas au même stade d'avancement. « Nous travaillons sur le remplacement des métaux lourds. Contrairement au secteur automobile, l'aéronautique n'a pas encore totalement intégré cette problématique », témoigne Jean-Pierre Bonino, ingénieur de recherche au Cirimat. Spécia-

lisé dans les matériaux, son laboratoire travaille sur des solutions de remplacement du chrome et du cadmium. Les produits mis au point permettent notamment de se passer du chrome 6. L'alternative est offerte par des « solgels », pour la protection des alliages de zinc, de nickel, d'acier, d'aluminium, de titane... « Nous partons d'un mélange de deux ou trois composants chimiques en solution, que nous transformons en gel par polymérisation inorganique », décrit Florence Ansart, responsable de l'équipe traitement des surfaces du Cirimat. La formulation du gel dépend ensuite de l'alliage à protéger et peut contenir des précurseurs comme le silicium, le sésium, le zirconium... L'avantage de cette technique est sa relative facilité de mise en œuvre, une fois le gel développé en laboratoire. La com-

position chimique change, mais sa technologie d'application, au choix par bain ou par spray, n'est pas modifiée. D'autres acteurs se penchent plus précisément sur l'opération de dépôt. C'est le cas de Jet Metal, une start-up fondée en 2007 comme émanation de l'École centrale Lyon. « Nous avons cherché la meilleure synergie possible entre le classique procédé par bains et le monde de la peinture », explique Samuel Stremmsdoerfer, son président. L'objectif est de remplacer ces fameux bains en développant la métallisation par pulvérisation de solutions aqueuses. Cette technologie vise principalement le traitement des métaux, du verre, du plastique, de la céramique. Mais Jet Metal vise aussi celui du papier, des textiles, du latex... Séparées au départ, deux

SUITE PAGE 56

SUITE DE LA PAGE 55



Lors du traitement des surfaces, la plongée dans les bains passe par l'emploi de diverses substances nocives pour l'environnement, en particulier le chrome 6, le cadmium et les cyanures, qui seront bientôt interdits. Outre les produits déposés, des adjuvants sont nécessaires pour stabiliser les mélanges et retraiter le matériel après son utilisation.

espèces chimiques sont pulvérisées et réagissent ensemble sur la surface à traiter. « Nous pouvons ainsi déposer du nickel, du cuivre, de l'argent, du cobalt, de l'étain, ou encore de l'oxyde de zinc », liste Samuel Stremstoerfer. Aucun mélange n'est nécessaire avant le dépôt. Les produits stabilisateurs nocifs deviennent donc inutiles. Tout comme le retraitement du matériel après utilisation. De surcroît, le rinçage par pulvérisation réduit la consommation d'eau. Et surtout, en appliquant le dépôt directement sur la pièce, la quantité de matière utilisée est optimisée.

Cette technologie est progressivement en voie d'industrialisation. Pour des revêtements à vocation esthétique, sur du verre ou du plastique, une quinzaine d'applications ont

déjà été réalisées par Jet Metal dans les cosmétiques et le packaging. Et ce n'est qu'un début ! Des procédés équivalents sont en cours de validation technique pour l'automobile et l'électroménager. Les tests y sont simplement plus stricts, notamment pour l'adhérence.

Résoudre les problèmes de coût

« Sur une ligne de galvanoplastie, pour rendre conductrice la pièce, notre procédé remplace les cinq à six bains traditionnels. La prochaine cible est la préparation d'avant traitement du plastique », poursuit Samuel Stremstoerfer. Dans l'électronique, l'aéronautique, la défense, outre la conduction électrique, la technologie vise aussi à garantir les propriétés de dureté,

d'anticorrosion et de blindage électromagnétique.

C'est au cas par cas que l'entreprise compte s'implanter dans les usines, en validant son procédé via des partenariats industriels. Un débouché dans l'énergie est en développement. Il s'agit du traitement des miroirs pour les centrales solaires thermiques : du verre revêtu d'argent devra réfléchir la lumière pour chauffer un fluide caloporteur. Même si l'éventail des applications est très large, le dépôt par pulvérisation possède ses propres limites. Jet Metal reconnaît ne pas avoir vocation à remplacer toutes les applications actuelles, notamment pour la haute technicité en électronique. Surtout, certains métaux, comme l'aluminium, ne peuvent être appliqués, faute de pouvoir réagir avec

une base aqueuse. Des revêtements de substitution devront alors être trouvés.

Un autre procédé pourrait sortir grand vainqueur du durcissement de la législation. Avec les bains, le dépôt sous vide est une autre grande méthode de traitement des surfaces utilisées dans l'industrie. Il requiert la création d'un plasma dans une chambre dont la pression ne dépasse pas un millibar. Généraliste et déjà utilisée (semi-conducteurs, dureté des outils de coupe, traitement antireflet des lunettes...), c'est une technologie sèche !

« Mais le dépôt sous vide pouvait connaître jusqu'à présent un problème de coût », nuance Xavier Badiche, chef de projet chez HEF, une société spécialisée dans le traitement des surfaces. Généralement, toutes les étapes de traitement sont réalisées dans une unique chambre, ce qui rallonge les temps de process. Le procédé reste certes rentable dans certaines industries. Dans le packaging par exemple, les quantités d'emballage introduit sont si grandes que le retour sur investissement ne pose aucun problème. Mais pour la mécanique, les appareils n'étaient jusqu'à présent conçus que pour les petites séries.

En 2005, HEF a donc lancé le projet Isis pour démontrer l'intérêt du dépôt sous vide à

SUITE PAGE 58

SUITE DE LA PAGE 56

grande échelle. Au cas par cas, il s'agit de montrer la faisabilité industrielle du procédé, y compris économique. « C'est une même technologie de base, mais déclinée sur une grande diversité d'applications », explique Xavier Badiche. Se posent à chaque fois les problématiques de cadence de la production, de reproductibilité, d'uniformité et température du dépôt... Pour l'automobile, le luxe et l'électroménager notamment, l'objectif était de multiplier par mille le nombre de pièces traitées quotidiennement. Au terme de la première phase du projet, terminée en 2007, la configuration retenue consiste à mettre en série cinq modules. Chacun correspond à une chambre sous vide. Les pièces passent de l'une à l'autre sans retour à la pression ambiante et le processus complet de dépôt est réparti entre ces cinq étapes. Le temps de cycle aurait été réduit jusqu'à 40 %. Une des machines développées à cette occasion va prochainement intégrer une chaîne de fabrication de culbuteurs pour automobile. « Les programmes se font toujours en partenariat avec des industriels pour s'adapter à leurs besoins spécifiques », précise Xavier Badiche. Ainsi, pour certaines industries, comme la sidérurgie, la chimie, ou la plasturgie, une machine d'un seul tenant (à chambre unique sous vide) a été conçue. Ses dimensions ont été définies pour accroître les capacités quotidiennes de traitement du litre au mètre cube. Au final, elle mesure 2,8 m de hauteur pour 1 m de diamètre.

Une dizaine de programmes tournent dans le cadre du projet Isis ou sont en voie de signature. Et la suite arrive. La deuxième phase du projet débute cette année pour une

MECAPROTEC CONVAINC SES DONNEURS D'ORDRES

● D'ordinaire, c'est plutôt l'inverse. « Les grands constructeurs basculent généralement leurs nouveaux procédés chez les sous-traitants », rappelle Marc Lalanne, directeur industriel de Mecaprotec. Spécialisée dans les pièces mécaniques et aérostructures pour l'aéronautique, sa société a cette fois-ci convaincu les principaux avionneurs du bien fondé de sa nouvelle méthode de traitement des surfaces.

La démarche est lancée

« Après Airbus en 2006, c'était au tour de Boeing l'an passé d'homologuer notre procédé », se félicite Marc Lalanne. Il y a sept ans, la PME de Haute-Garonne s'est lancée dans le projet de remplacer le cadmium dans ses opérations de traitement par bains. C'est désormais chose faite ! À l'époque, elle est entrée en contact avec le Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux de



Mecaprotec utilisera le revêtement zinc-nickel pour des pièces en acier destinées à l'aéronautique.

Toulouse (Cirimat). Mais les changements fréquents de formulation et les faibles volumes nécessaires ont posé des problèmes d'approvisionnement auprès des formulateurs. Mecaprotec a donc dû développer son propre bain, s'assurer de sa stabilité et s'adapter aux géométries des

pièces inhérentes au monde de l'aéronautique. Sur une équipe R & D comptant six personnes (sur un total de 250 salariés), le projet en a mobilisé une et demie pendant sept ans. Le partenariat avec le Cirimat a débouché sur un procédé de codéposition zinc-nickel, retenu pour de nouveaux

modèles d'avions (Airbus A350, Boeing 787...). Le traitement n'est certes pas encore parfaitement propre, mais la démarche est bien lancée.

durée de trois ans. Son financement de 10 millions d'euros a été assuré par HEF, le CEA, la communauté de communes Saint-Étienne Métropole, le département de la Loire, la région Rhône-Alpes et des fonds européens. Elle concerne plus particulièrement les industries du verre ou encore des films polymères spéciaux, où l'on compte plutôt la production en mètre carré. Le but est d'augmenter les capacités de traitement sous vide dans un rapport de 1 à 10 000, en termes de surface traitée.

Là encore, la solution retenue est la mise en série de plusieurs modules. Cette nouvelle machine démarrera début 2009.

S'approcher d'un rejet zéro

Peut-être finalement trouvera-t-on les solutions à la problématique environnementale parmi les procédés éprouvés. Le projet européen Zéro plus, coordonné par l'Aimme (le Centre technique espagnol de l'industrie métal-mécanique) vise à s'approcher d'un rejet zéro par l'application

des meilleures technologies déjà disponibles. Le but est de trouver un système de production dont les effluents seraient compatibles avec le traitement des eaux urbaines. Pour l'heure, le projet s'est penché sur des dépôts nickel-chrome et zinc-nickel. Lancé en 2005, il doit aboutir ce mois-ci. Quelles que soient ses conclusions, l'industrialisation de nouveaux procédés ne peut être qu'un pas de plus vers un traitement des surfaces qui soit propre. On en attend d'autres. ●

Thomas Blosseville