

## Un avenir sans PFAS

L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) préconise une interdiction européenne des PFAS basée sur REACH, qui entrerait probablement en vigueur dès 2027 pour des segments industriels spécifiques. Entre-temps, aux États-Unis, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) examine activement les PFAS et propose des réglementations visant spécifiquement la contamination de l'eau. Bien qu'une interdiction totale ne soit pas attendue aux États-Unis, les chaînes d'approvisionnement mondiales seront affectées par la mise en œuvre des réglementations REACH.

**N**OF METAL COATINGS GROUP conçoit, développe et fabrique des solutions brevetées de revêtement en phase aqueuse pour les pièces métalliques, telles que les fixations, les disques de frein et les pièces de châssis. Ces revêtements sont principalement utilisés pour leur propriétés anti-corrosion, leur résistance thermique et la maîtrise du coefficient de frottement des pièces filetées afin de garantir la performance et la longévité des assemblages. Avec un réseau mondial de plus de 300 applicateurs licenciés, le GEOMET®, une technologie de pointe à base de zinc lamellaire

est utilisée par les OEM, équipementiers des secteurs de l'automobile, du poids-lourd, de la construction, de l'agriculture et de l'énergie.

### Que sont les PFAS ?

Les PFAS, ou substances poly - (ou per-) fluoroalkyles, forment un vaste groupe de plus de 10 000 composés fluorés réputés pour leurs propriétés antiadhésives, imperméables et résistantes à la chaleur. Largement utilisées depuis les années 1950 dans divers secteurs industriels et produits d'usage courant, les PFAS - souvent appelées les produits chimiques éter-

nels - font aujourd'hui l'objet d'une attention croissante en raison de leur présence durable dans l'environnement et de leur toxicité.

### Situation réglementaire

L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) préconise une interdiction Européenne des PFAS basée sur REACH, qui entrerait probablement en vigueur dès 2027 pour des segments industriels spécifiques. Entre-temps, aux États-Unis, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) examine activement les PFAS et propose des réglementations visant spécifiquement la contamination de l'eau.

Bien qu'une interdiction totale ne soit pas attendue aux États-Unis, les chaînes d'approvisionnement mondiales seront affectées par la mise en œuvre des réglementations REACH. Par conséquent, l'Asie et l'Amérique du Sud se préparent égale-

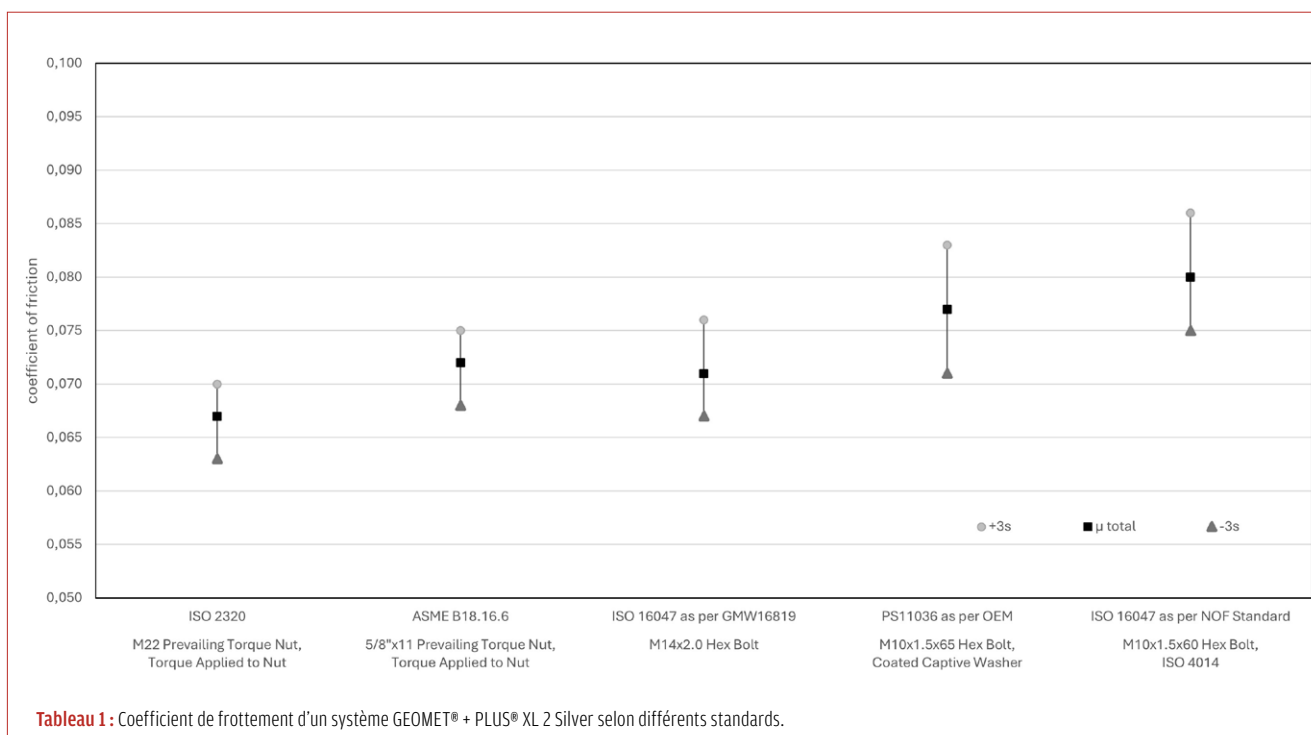


Tableau 1 : Coefficient de frottement d'un système GEOMET® + PLUS® XL 2 Silver selon différents standards.

ment de manière proactive à l'élimination des PFAS afin de sauvegarder et de renforcer leurs capacités de production et d'importation au niveau mondial.

### Contrôle des frottements

NOF METAL COATINGS GROUP est déterminé à travailler en permanence à la réduction ou à l'élimination de toutes les substances ayant un impact négatif sur l'environnement. Outre le PTFE, un polymère fluoré actuellement classé comme « polymère peu préoccupant » par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), NOF Metal Coatings n'utilise aucun autre PFAS dans ses produits. Cependant, il n'est pas exclu que le PTFE puisse être affecté par les restrictions proposées. Cette dernière substance est spécifiquement utilisée dans certains revêtements lubrifiés, qui sont appliqués sur les fixations pour contrôler leurs coefficients de frottement. Cela rend les conditions de serrage plus fiables et garantit un assemblage sûr tout au long de la durée de vie du produit final.

L'entreprise fournit déjà des produits sans PFAS tels que GEOMET® 321 (couche de base anticorrosion argentée), GEOMET® 360 (couche de base anticorrosion pour disques de frein), GEOMET® 430 (couche de base anticorrosion gris anthracite), et des couches de finition telles que PLUS® M (couche de finition lubrifiée à base de silicate avec un coefficient de frottement  $\mu_{0,12-0,18}$ ) et des couches de finition non lubrifiées telles que PLUS®, PLUS® 10 et GEOKOTE® (couche de finition organique avec une excellente résistance mécanique et chimique).

Les revêtements de zinc lamellaire sont uniques en ce sens qu'ils peuvent être appliqués à la fois par immersion (en vrac ou à l'attache) et par pulvérisation (électrostatique ou pneumatique).

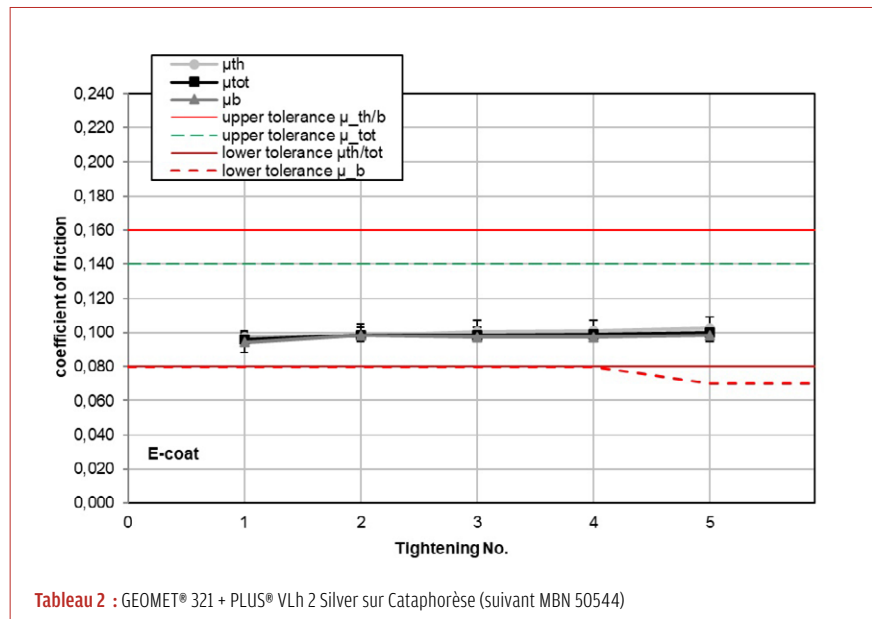


Tableau 2 : GEOMET® 321 + PLUS® VLh 2 Silver sur Cataphorèse (suivant MBN 50544)

### Technologie de zinc lamellaire GEOMET®

La nature physico-chimique, la morphologie et l'organisation microscopique de lamelles de zinc et d'aluminium (spécialement développées pour des formulations à base aqueuse) intégrées dans une matrice Sol-Gel permettent d'obtenir des revêtements de très faibles épaisseurs, capables de répondre aux exigences anticorrosion les plus sévères telles que C5-M et CX (ISO12944). Les propriétés galvaniques et tribologiques, ainsi que la résistance thermique de ce revêtement, sont particulièrement recherchées dans le domaine des fixations et des assemblages de sécurité, notamment dans le cas de configurations bi-métalliques acier/aluminium.

Un revêtement GEOMET® de 6 à 8  $\mu\text{m}$  d'épaisseur, selon la nature du substrat, permet d'atteindre un niveau de performance de 1000h de brouillard salin (ISO9227), avec une quantité de zinc deux à trois fois inférieure aux solutions de protection galvanique 100% métalliques, réduisant ainsi la pression environnementale sur les ressources minérales naturelles.

Parmi tous les revêtements galvaniques industriels, les revêtements de zinc lamellaire sont uniques en ce sens qu'ils peuvent être appliqués à la fois par immersion (en vrac ou à l'attache) et par pulvérisation (électrostatique ou pneumatique). Cette diversité de procédés d'application ouvre non seulement le champ d'application à

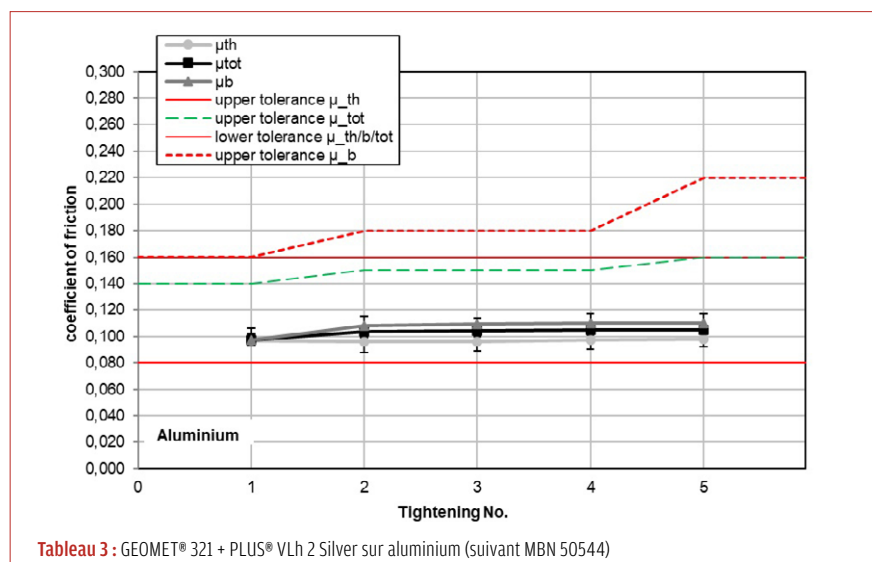
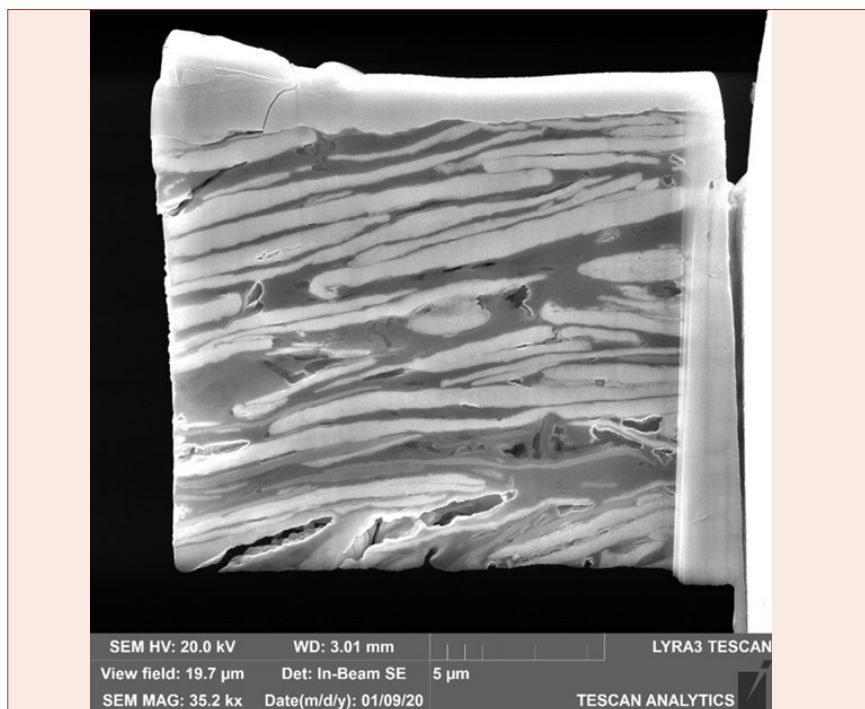
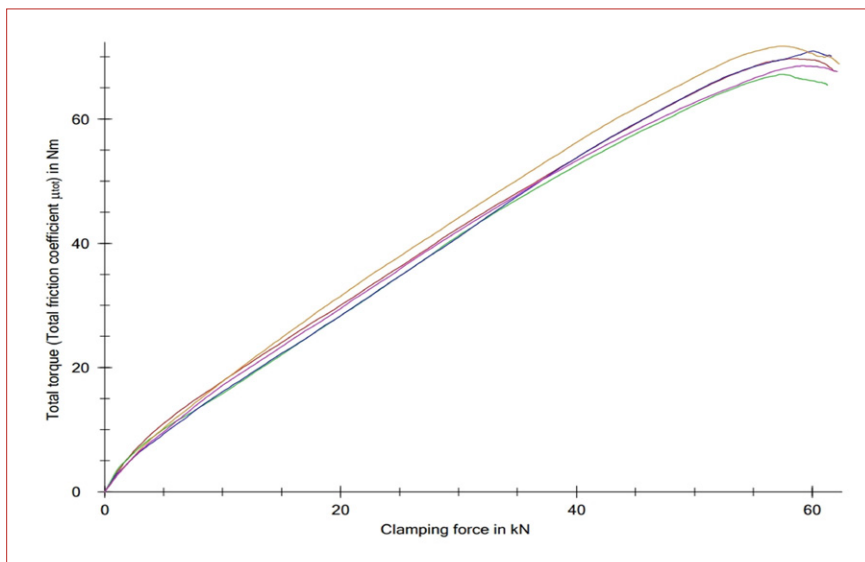


Tableau 3 : GEOMET® 321 + PLUS® VLh 2 Silver sur aluminium (suivant MBN 50544)



**Photo 1 :** Image EDX d'une lame mince de GEOMET®321 (coupe transversale) ayant été préparée par FIB, sur laquelle il est possible d'observer avec précision la répartition des lamelles de zinc et d'aluminium dans sa matrice minérale.



**Tableau 4 :** Test Stick slip à 300trs/mn en appui sur Cataphorèse du PLUS® ML 2 Silver



**Photo 2 :** Vis M10 revêtues avec la nouvelle finition PLUS® VLh 2 Silver sans PFAS

un très large spectre de pièces, mais présente également l'avantage d'être non électrolytique. Cette spécificité est particulièrement appréciée par les fabricants de pièces travaillant avec des métallurgies sensibles aux phénomènes de fragilisation par hydrogène induits par les procédés d'application de type électrolytique (nécessitant par ailleurs le recyclage de très grandes quantités d'eau). C'est une des raisons de la forte attractivité de cette technologie dans les secteurs de l'automobile et de l'éolien, où les classes de vis 10,9 et les aciers à très haute limite élastique continuent d'être développés, pour répondre aux exigences croissantes d'allègement et de sécurité. Chaque année, les revêtements GEOMET® assurent la protection à long terme de plus d'un million de tonnes d'acier dans le monde. Cf. Photo 1 ci-contre.

## La combinaison du zinc lamellaire et des finitions

La technologie du zinc lamellaire se compose généralement de deux couches argentées (GEOMET® 321/720/500) ou gris anthracite (GEOMET® 430), sur lesquelles sont appliquées des finitions à base de silicate et d'agents lubrifiants (gamme PLUS®), qui peuvent être transparentes, argentées, noires ou colorées. Ces finitions, d'une épaisseur de 1 à 5 µm selon l'application, ont le plus souvent été formulées pour modifier les propriétés tribologiques du revêtement, dans le but de maîtriser le coefficient de frottement des vis ou des écrous, conformément aux spécifications de diverses industries, dont le secteur automobile.

La maîtrise du coefficient de frottement est une fonction essentielle pour garantir avec précision la tension dans les assemblages lors des opérations de vissage, et pour éviter les phénomènes de desserrage qui peuvent survenir lors de sollicitations mécaniques, vibratoires et thermiques.

Contrairement aux revêtements 100% métalliques, la structure composite du GEOMET® (sol-gel+lamelles de zinc) présente des propriétés rhéologiques qui, à l'échelle microscopique, permettent de développer une plus grande surface de contact entre la vis et les pièces à assembler.

Cela se traduit, en combinaison avec les finitions, par une capacité de ces revêtements à mieux maîtriser la lubrification des interfaces engagées dans l'opé-

ration d'assemblage, sous des conditions de pression et de température locales extrêmes.

Entre autres propriétés remarquables liées à la maîtrise du coefficient de frottement des vis et écrous on peut citer le multi serrage, l'absence de stick slip, la maîtrise du serrage sur différents matériaux (acier, aluminium, cataphorèse) et le non-desserrage à chaud, pour lesquelles l'expérience industrielle a démontré le très haut niveau de robustesse des solutions à base de zinc lamellaire.

Cf. Photo 3 ci-contre

### Des finitions PLUS® sans PFAS

Certaines des finitions PLUS® proposées, comme le PLUS® M, COF : 0,12 - 0,18 (ISO 16047) étaient déjà formulées sans PFAS mais ne couvrait pas toute la gamme fonctionnelle attendue par le marché. Les objectifs de développements étaient de proposer une nouvelle gamme de produits plus respectueux de l'environnement, tout en garantissant les mêmes performances tribologiques que les finitions PLUS® actuelles.

Trois nouvelles finitions sans PFAS de couleur argentée sont aujourd'hui proposées :

- PLUS® XL 2 Silver :  
COF 0.06 - 0.09 (ISO 16047)
- PLUS® VLh 2 Silver :  
COF 0.09 - 0.14 (ISO 16047)
- PLUS® ML 2 Silver :  
COF 0.10 - 0.16 (ISO 16047)

### Essai de serrage contre l'aluminium

Appliquées sur notre zinc lamellaire en phase aqueuse, nos alternatives sans PFAS aux PLUS® XL, PLUS® VLh et PLUS® ML satisfont ou dépassent les exigences et spécifications de la majorité des équipementiers automobiles, tout en offrant des propriétés tribologiques exceptionnelles :

- Très bon comportement sur du serrage multiple et serrage à haute vitesse,
- Compatibilité avec divers matériaux en contact (cataphorèse, aluminium et acier),
- Absence de stick slip,
- Couple de desserrage  $\geq 0,08$  @ 150 °C

### Amélioration de l'esthétique et de la traçabilité des revêtements sans PFAS

Le développement de ces nouveaux revêtements a permis au groupe NOF METAL COATINGS d'améliorer l'esthétique des produits de cette nouvelle gamme de fi-

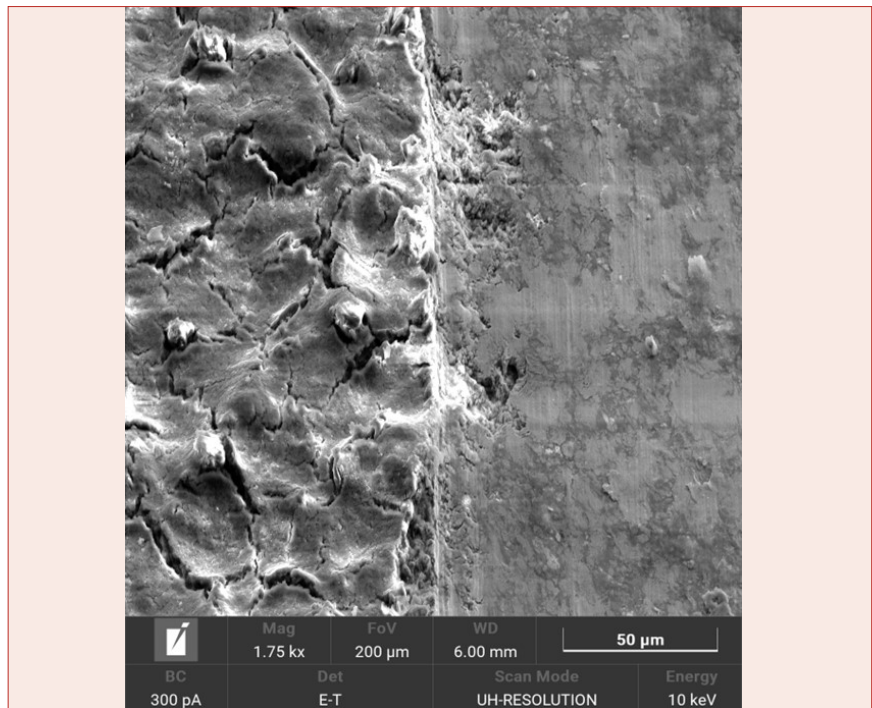


Photo 3 : Image EDX d'un revêtement GEOMET®430 + PLUS® VLh Black sous une tête de vis après serrage. La partie droite de l'image correspond à la zone ayant été sollicitée durant l'opération de serrage.

nitions en ajoutant des pigments d'aluminium pour obtenir une couleur métallique plus uniforme.

Outre l'amélioration de l'esthétique, les trois nouvelles finitions sans PFAS intègrent aujourd'hui des pigments fluorescents différenciés (visible sous UV), permettant de faciliter l'identification de la version de produit utilisée et d'assurer la traçabilité des solutions sans PFAS durant leur phase d'introduction sur le marché.

Les équipes de développements se concentrent actuellement sur la gamme de finitions noires sans PFAS pour les systèmes GEOBLACK®, prévues avant la fin de l'année 2024.

Le processus d'homologation et d'introduction de ces revêtements sans PFAS est en cours, en étroite collaboration avec les fabricants de pièces de fixation, les équipementiers et les constructeurs de différentes industries. ■



Photo 4 : Essai de serrage contre l'aluminium selon la spécification Mercedes-Benz (MBN 50544).