

## Les traitements de surface dans l'aéronautique:

légèreté, résistance et innovation pour un ciel plus vert

**i** BASF/Chemetall  
Bruno Bertrand

Nul ne peut envisager le développement de l'aviation sans parler des alliages légers, à base d'aluminium principalement et à base de magnésium, plus rarement. C'est en effet avec la découverte de l'aluminium en 1854 et la mise au point du Duralumin en 1906 que l'aéronautique a pu prendre son envol. Les alliages d'aluminium ont été en effet des déclencheurs pour les « plus lourds que l'air », alliant légèreté et résistance mécanique. Ils se sont révélés être des matériaux privilégiés pour la fabrication des cellules en remplacement du bois et de la toile, trop fragiles pour résister aux contraintes exercées sur les structures lors des vols ; ou utilisés en remplacement des aciers, trop lourds.

Très vite, des propriétés supplémentaires, résistance à la chaleur dans les parties chaudes ou encore résistance à la corrosion ont mené au développement de nouveaux alliages. Les alliages à base de titane ont été mis au point dans ce but et ont rapidement trouvé leur place en aéronautique. De faible densité, ils conservent leur dureté et leur résistance mécanique à haute température (jusqu'à 600 °C) et présentent une excellente résistance à la corrosion.

Enfin, depuis le début des années 1960, les matériaux composites (fibre/matrice) ont fait leur apparition en aéronautique, comme dans de nombreux autres domaines en remplacement des alliages métalliques, résistants mieux à la corrosion ou encore pouvant être formés en une seule fois et donc permettant la diminution des coûts de production.

Tous ces matériaux utilisés ont besoin d'une préparation de surface spécifique en fonction du cahier de charges imposé par l'avionneur comme pour exemple Airbus. La première étape est peut-être la plus importante est le dégraissage, sans cette étape cruciale les traitements ultérieurs ne

seront pas homogènes. Les dégraissants utilisés sont en général peu agressifs pour les supports aluminium ou titane, tous les deux étant des métaux amphotères, travaillent à un pH compris entre 10 et 11.

Après un rinçage soigné afin de stopper les attaques chimiques et d'éviter une contamination entre les bains les pièces sont décapées afin d'enlever la couche d'oxydes formées naturellement lors de la fabrication ; au contact de l'air pour donner une couche naturelle d'une épaisseur de 0,05 à 0,15 µm.

Les produits de décapage utilisés sont nombreux et dépendent des spécifications demandées les acides : sulfurique nitrique et fluorhydrique sont utilisés seul ou en mélange dépendant des produits commerciaux. Dans tous les cas le but est d'obtenir une surface exempte de d'oxydes métallique pour que les couches de conversion ultérieures soient optimales.

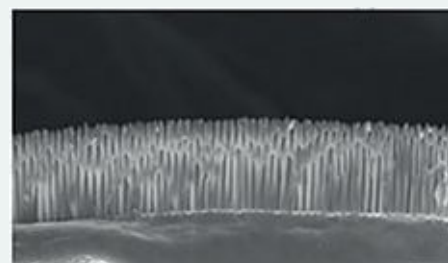
L'anodisation est utilisée pour la préparation de nombreuses composantes d'un avion.

L'anodisation est un procédé où on force l'aluminium/titane à s'oxyder. La couche d'oxydes déposée est contrôlée par le courant et varie de 2 -25 µm.

Ce procédé électrochimique est obtenu par le passage d'un courant direct de 15 –

20 V et un ampérage de 1,5 – 2,5 A/dm<sup>2</sup>. Il se réalise uniquement en immersion dans un bain d'acide, en général sulfurique.

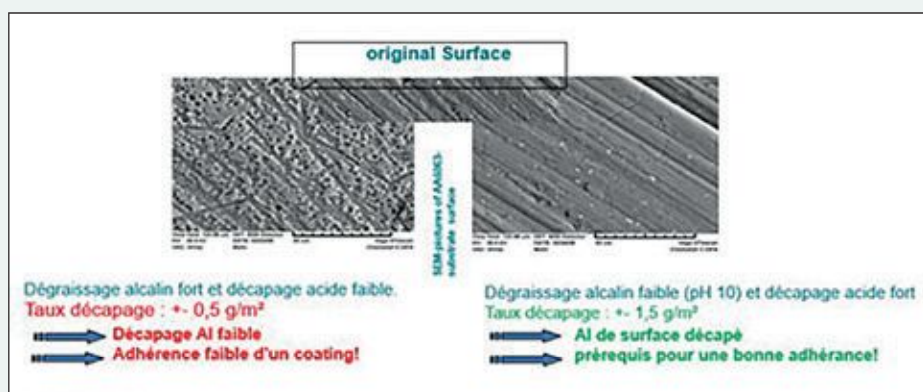
Les millions de pores formés ont un diamètre compris entre 0,01 – 0,05 µm et une hauteur qui varie en fonction de la couche désirée. Ces pores sont par la suite soit colmatés soit d'abord pigmentés puis colmatés en général avec de l'eau chaude.



L'anodisation sulfurique est mise en œuvre dans un bain à base d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, et forme une couche de 5 à 25 µm, avec un gonflement équivalent à 33 % de l'épaisseur du film.

L'anodisation chromique est mise en œuvre dans un bain à base d'oxyde de chrome CrO<sub>3</sub> et forme des couches très minces, 2 à 5 µm.

Les couches chromiques ont un meilleur coefficient de frottement, mais possèdent une moins bonne résistance à l'abrasion que les couches sulfuriques.



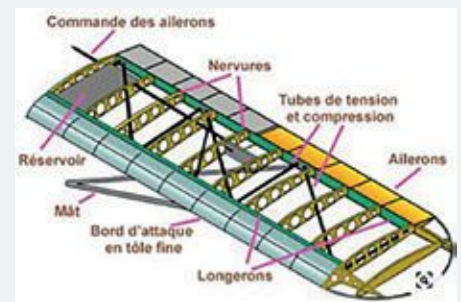
L'anodisation chromique présente l'avantage de ne pas attaquer le métal en cas de rétention de produit sur des pièces de géométrie complexe, assemblées ou moulées. Ce traitement convient donc pour des pièces dont les tolérances dimensionnelles sont très serrées.

L'anodisation sulfo-tartrique Elle est généralement mise en œuvre dans un bain contenant environ 40 g/d'acide sulfurique et 80g/l d'acide tartrique, à une température de 35 à 40°C. Le voltage constant est de 14/15V. Les cycles d'environ 25 mn comprennent une rampe de montée en

tension de 5 mn puis un plateau de 20 à 25mn.Elle des couches très minces, 2 à 7 µm.


D'autres traitements de conversion sont utilisés comme la chromatisation qui conversion à base de chrome 6+ et/ou de chrome 3+ pour les supports en aluminium.

Le secteur aéronautique est influencé par des facteurs technologiques comme la complexification des éléments fabriqués, un outillage toujours de plus en plus performant, une innovation technologique



continue, un contrôle qualité permanent. Les défis environnementaux sont nombreux et complexe afin de réduire au maximum son empreinte carbone.

## Balora Tech Pro: milieuvriendelijke barrièrecoating met hoge temperatuurbestendigheid tegen slijtage

 Oerlikon Balzers Coating Benelux  
Petra Ammann

*Oerlikon Balzers, wereldleider in PVD-oppervlakteoplossingen, introduceert BALORA™ TECH PRO, een innovatieve milieuvriendelijke barrièrecoating die is ontworpen om de duurzaamheid en prestaties van kritieke onderdelen in de luchtvaart- en energiesectoren te verbeteren. De coating biedt een REACH-conforme oplossing als alternatief voor traditionele coatingtechnologieën. Deze introductie betekent een belangrijke vooruitgang waarbij klanten profiteren van verbeterde efficiëntie, een langere levensduur van componenten en naleving van duurzaamheidsdoelstellingen.*

Door deze milieuvriendelijke barrièrecoating (EBC) in hun producten te integreren, kunnen OEM's hogere bedrijfstemperaturen bereiken, meer betrouwbaarheid bieden en operationele kosten verlagen, terwijl ze voldoen aan strikte milieuregels. BALORA™ TECH PRO blijft **stabiel bij temperaturen tot 1400°C**, afhankelijk van het substraatmateriaal. Dit verlengt de levensduur van componenten aanzienlijk door robuuste bescherming te bieden tegen hitte corrosie, oxidatie en mechanische slijtage.

Met behulp van Physical Vapor Deposition (PVD)-technologie maakt deze aluminiumchromiumoxide coating gebruik van een korund-type kristalstructuur, wat zorgt voor een **sterke hechting** op een breed scala aan metallische en oxide materialen, waaronder aluminium, titanium, aluminiden, staal, nikkellegeringen en superlegeringen. Dit verbetert de duurzaamheid en prestaties van kritieke componenten die worden gebruikt in alle secties van een turbine, zoals lage- en hogedruk turbinebladen (LPT/HPT) en lage- en hogedruk compressorbladen (LPC/HPC).

De coating fungeert als een uitstekende **barrière tegen diffusieprocessen**, wat de betrouwbaarheid van turbinebladen en andere zwaarbelaste componenten vergroot en zo de algehele operationele efficiëntie verbetert. Door actief fretting en galling te voorkomen, verlengt BALORA™ TECH PRO de onderhoudsintervallen en verlaagt het de operationele kosten en zorgt het voor langdurigere prestaties.

Als milieuvriendelijke oplossing elimineert BALORA™ TECH PRO de noodzaak van gevaarlijke stoffen zoals kobalt. Dit maakt het niet alleen een veiligere keuze voor het milieu, maar ook een keuze **conform de REACH-regelgeving**.

