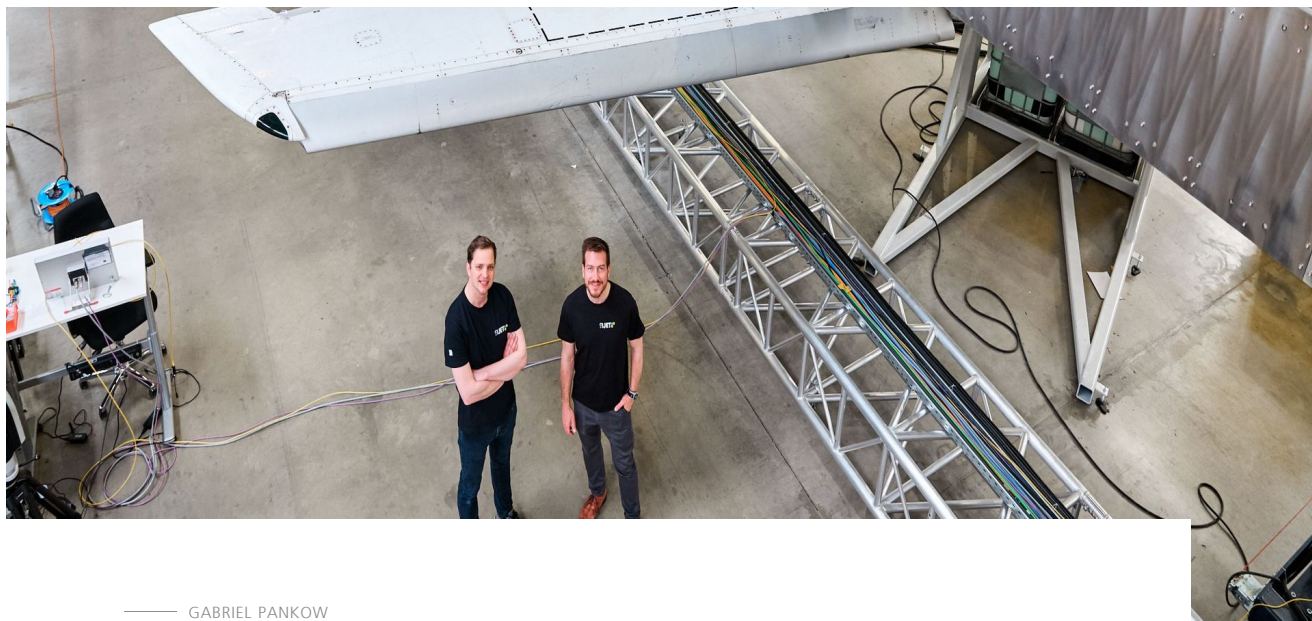




— GABRIEL PANKOW

Inspiré par les requins, construit par des lasers

4Jet reproduit le principe de la peau de requin sur les ailes des avions et introduit des structures microscopiques dans la peinture : moins d'émissions de CO2, moins de kérosène consommé.

Avez-vous déjà caressé un requin ? Au toucher, c'est plutôt rugueux. En effet, sa peau brillante est constituée d'écailles microscopiques aux nervures particulières. Cela n'a pas nécessairement l'air glamour, mais les avantages hydrodynamiques sont évidents. Les nervures des écailles recouvrent le requin d'une microstructure qui réduit considérablement les tourbillons d'eau énergivores le long de son corps. Cette microstructure permet au prédateur de glisser dans l'eau à plus de 70 kilomètres à l'heure : moins de résistance, moins de consommation d'énergie, plus de vitesse.

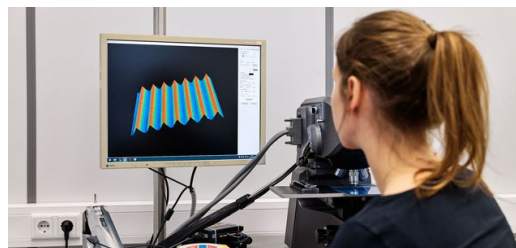
— Directement dans la peinture

Michiel Top n'a jamais touché la peau d'un requin. Et pourtant, il veut bientôt doter les pièces d'avion de ce type de structure. Avec neuf collègues, il travaille en tant que développeur de produits chez le constructeur d'installations laser 4Jet sur le projet « LEAF ». L'objectif : transformer la peau de l'avion en peau de requin. Car ce qui fonctionne dans l'eau fonctionne aussi dans l'air, où les microstructures permettent ainsi de réduire la consommation d'énergie, c'est-à-dire de kérosène. C'est pour cela que certaines compagnies aériennes utilisent déjà des structures collées, un type de film de protection également développé par 4Jet. La société considère cependant qu'il existe une meilleure voie à long terme. Michiel Top explique : « Nous introduisons les petites nervures en forme de V, appelées denticules, directement dans la peinture. Cela nous permet de réduire la résistance au frottement de jusqu'à dix %. Pour un avion, cela représente environ 50 % de la résistance totale. Cela veut dire que si nous structurons l'ensemble de l'avion, nous pouvons viser une économie de carburant de 3 à 4 % par vol. » Un avion est utilisé pendant environ 20 ans en moyenne, et en règle générale, il doit être repeint tous les sept ans. Sur toute sa durée de vie, cela représente donc un énorme potentiel d'économies de carburant et d'émissions de CO2.

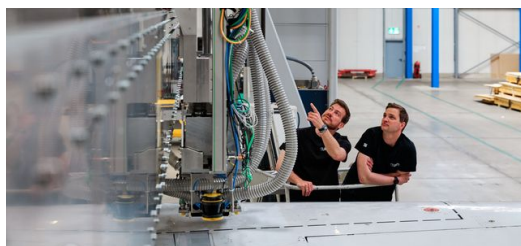




<p>Deux faisceaux laser interfèrent et assurent la formation de petites nervures en forme de V à la surface, à peine visibles à l'œil nu.</p>



<p>Pour que même les surfaces de l'avion qui ne sont pas parfaitement planes puissent être structurées de manière fiable, 4Jet a choisi d'utiliser une profondeur de champ exceptionnellement élevée.</p>



<p>Des nervures en forme de V, appelées denticules, sont directement insérées dans la peinture. Ils réduisent la résistance globale de 50 %, ce qui se traduit par d'énormes économies de carburant.</p>

Petits denticules en rayures

Alors pourquoi utiliser un film de protection qui ajoute du poids à l'avion et se transformera en déchet ? Eh bien parce qu'à ce jour, il n'existe aucun moyen d'appliquer en très peu de temps sur un avion plusieurs centaines de mètres carrés de peinture avec une microstructure parfaitement adaptée sur le plan fonctionnel. Impossible. Ça n'existe pas, point. L'équipe LEAF de 4Jet voit cela différemment : impossible ? Ça n'existe pas ! Point d'exclamation. LEAF signifie Laser Enhanced Air Flow. Le projet existe depuis dix ans et il se fonde sur une idée ambitieuse : le procédé utilise le phénomène physique de l'interférence laser pour structurer les surfaces. Grâce à un système optique spécial, 4Jet divise le faisceau laser, puis réunit à nouveau les deux faisceaux afin qu'ils se superposent et puissent ainsi interagir. Cette interaction crée un motif caractéristique à partir de différentes intensités et permet ainsi de modifier les surfaces à l'échelle microscopique.

Lukas May est responsable de l'installation LEAF chez 4Jet. Il explique : « Nous créons une texture à partir de denticules de 100 micromètres de large et 50 micromètres de profondeur. Nous introduisons uniformément cette microstructure très délicate dans une aile d'avion d'une superficie de 400 mètres carrés. » Le traitement de la peinture ne se fait donc pas point par point, mais sur des bandes plus grandes : avec le laser, l'installation structure des bandes d'environ 15 à 20 centimètres de large. Une structure de denticules complètement homogène se forme à l'intérieur de ces bandes.

Entre les bandes, des décalages se forment de l'ordre du millimètre, mais ceux-ci ne sont pas fonctionnellement critiques du point de vue de l'ensemble de la surface, dit May : « Sinon, nous devrions structurer les denticules deux fois, et risquerions ainsi de pénétrer trop profondément dans la matière. C'est pourquoi nous préférons prendre des précautions. Malgré cela, nous pouvons efficacement placer près de 2000 denticules les uns à côté des autres, et ensuite nous obtenons une jonction qui n'est pas tout à fait parfaite. » Par rapport à une structuration laser classique, la très grande profondeur de champ d'environ 20 millimètres garantit que la structuration fonctionne de manière fiable même sur des surfaces d'avion qui ne sont pas parfaitement planes et à des vitesses allant jusqu'à un mètre carré par minute.



Nous sommes conscients qu'il faudra encore trois à quatre ans pour que notre produit prenne vraiment son envol. Mais nous avons montré que notre procédé fonctionne et à présent nous sommes prêts pour la prochaine étape.

Lukas May et Michiel Top de 4Jet.



— Laser CO2 vs consommation de CO2

Pour que ce procédé fonctionne également sur les gros avions dans le hangar, il faut une installation flexible qui guide les lasers sur le corps de l'avion. Pour cela, 4Jet a construit une sorte de portail. Ses dimensions sont énormes : le modèle de démonstration qui se trouve dans le hall du siège social à Alsdorf, mesure 10 mètres de haut et 20 mètres de large. Il est conçu pour traiter les ailes d'un Airbus A330 ou d'un Boeing 777. L'installation se compose d'un système de mouvement, d'un laser, d'un miroir, d'une optique d'interférence ainsi que d'un système de capteurs et de logiciels. Le dispositif laser est le [laser CO2 TruFlow 5000](#). C'est celui qui répond le mieux aux exigences physiques du procédé.

Michiel Top explique : « La longueur d'onde est cruciale ; le laser CO2 est particulièrement bien absorbé dans la peinture de l'avion et permet ainsi une structuration précise et respectueuse des matériaux. » En même temps, le laser doit présenter une grande cohérence afin que le motif d'interférence nécessaire résultant de la superposition des faisceaux laser puisse se former de manière stable. Par conséquent, TRUMPF a adapté le TruFlow pour l'utilisation spécifique de 4Jet, entre autres avec un rétrécissement spectral du faisceau à l'aide d'une grille spéciale. « Toutefois, nous ne pouvons pas utiliser de câble en fibre optique avec le laser CO2 », explique May.

En raison de la taille du portail, le trajet du faisceau jusqu'à la peau de l'avion est long. Un système de miroirs spécialement conçu l'y amène. « L'installation elle-même se tord, c'est pourquoi nous travaillons avec un guidage actif. Ce sont des miroirs mobiles qui sont réglés en conséquence. » Malgré sa taille, le système peut se déplacer librement. Un scanner laser de sécurité détecte la position exacte de l'avion et de l'installation.

En principe, la structure de denticules pourrait également être appliquée à l'ensemble de l'avion. Cependant, dans la pratique, 4Jet se concentre sur les domaines aérodynamiques les plus pertinents. Les calculs montrent que l'effet est particulièrement important sur les ailes, c'est-à-dire là où le frottement de l'air est d'une grande importance. Les clients potentiels tels que les compagnies aériennes sont enthousiasmés par le procédé, explique Top. Mais il faudra encore un peu de temps à l'équipe LEAF pour recouvrir leurs avions d'une peau de requin. « Nous recherchons actuellement des partenaires dans le secteur de l'aviation qui souhaitent offrir cette prestation avec nous », explique May. Ensuite, il faudra encore obtenir les certifications nécessaires auprès des autorités aéronautiques compétentes. Cela prend beaucoup de temps. May et Top sont néanmoins confiants : « Nous sommes conscients qu'il faudra encore trois à quatre ans pour que notre produit prenne vraiment son envol. Mais nous avons montré que notre procédé fonctionne et à présent nous sommes prêts pour la prochaine étape. »



GABRIEL PANKOW
PORTE-PAROLE TECHNOLOGIE LASER

