

# Caractérisation des revêtements DLC sur les dispositifs médicaux

Le revêtement "Diamond-Like Carbon" est notamment utilisé pour améliorer la durabilité et la résistance à l'usure des implants. Cet article propose de faire, avec Thomas Gautier de Filab, un tour d'horizon des techniques d'analyse et de caractérisation permettant de contrôler la qualité, la performance et la fiabilité de ce type de revêtement.



Source : Anaïs Nannini

Thomas Gautier, responsable de département matériaux chez Filab

La performance et la durabilité des dispositifs médicaux implantables repose autant sur leur conception que sur la qualité des matériaux qui les composent, en particulier en ce qui concerne leur surface.

Parmi les technologies de traitement de surface les plus innovantes, le revêtement DLC (Diamond-Like Carbon) se distingue par ses propriétés mécaniques et biologiques uniques. Il s'impose comme une solution de choix dans un contexte où la performance, la biocompatibilité et la durabilité des dispositifs médicaux sont des critères incontournables pour les fabricants.

## Un revêtement de choix à condition d'être correctement caractérisé

Appliqué à l'aide de différentes méthodes de dépôt en phase vapeur, le revêtement DLC multiplie les avantages pour les dispositifs médicaux implantables : il permet d'en protéger les surfaces critiques, de limiter leur usure, de réduire les phénomènes de friction, et surtout de prévenir les risques biologiques (thromboses, adhésion cellulaire, corrosion...) liés à leur intégration dans le corps humain.

Mais un revêtement n'est performant que s'il est contrôlé et correctement caractérisé. Une analyse fine est nécessaire pour garantir une bonne homogénéité, une bonne adhésion au substrat, une épaisseur maîtrisée, et des propriétés tribologiques

conformes aux attentes du fabricant et aux exigences réglementaires.

## Des techniques de pointe pour des analyses sur mesure

Etudier un revêtement de type DLC, ce n'est pas simplement en confirmer la présence. C'est aller beaucoup plus loin :

- en comprenant son comportement en interaction avec le substrat,
- en évaluant sa tenue face aux contraintes mécaniques,
- en s'assurant de sa compatibilité avec l'environnement biologique du dispositif médical.

« Dans le cadre d'analyses de surface ou de caractérisation tribologique, plusieurs axes techniques permettent d'appréhender la performance réelle de ce revêtement hautes performances », explique Thomas Gautier, responsable de département matériaux chez Filab :

- **La mesure d'épaisseur du revêtement** : une mesure essentielle pour garantir que la couche est suffisante pour assurer son rôle protecteur, sans compromettre l'intégrité mécanique du support. Si elle est trop fine, elle s'use rapidement. Mais si elle est trop épaisse, elle peut générer des tensions internes.

- **L'analyse de microdureté** : la dureté à l'échelle micro ou nanométrique est un indicateur clé de la résistance à l'usure et aux frottements. Elle est mesurée directement sur les pièces finies pour refléter fidèlement les conditions réelles d'utilisation de l'implant.

- **L'observation de la topographie de surface par Microscopie Electronique à Balayage (MEB)** permet de caractériser finement l'état de surface à l'échelle nanométrique. Elle révèle des informations essentielles sur l'uniformité, la présence de défauts, ou encore la qualité des zones de contact. Ces critères sont directement liés à la performance du dispositif médical en conditions réelles.

- **La mesure de rugosité par AFM ou profilométrie** permet d'évaluer la conformité des états de surface par rapport aux exigences normatives ou fonctionnelles. Réalisée sur pièces finies, elle offre une extrême précision, à l'échelle micro ou nanométrique.

« Ces analyses peuvent être effectuées sur éprouvettes ou sur pièces industrielles en conditions représentatives », précise Thomas Gautier. « L'objectif est de fournir des données fiables, exploitables



Le microscope électronique à balayage est essentiel pour caractériser finement les revêtements DLC.

Source : Filab

et adaptées aux exigences réglementaires et fonctionnelles des dispositifs médicaux ».

### Le cas d'une analyse de revêtement DLC à des fins d'optimisation

Dans le cadre d'un projet de fiabilisation d'un implant orthopédique, le fabricant du dispositif en question a sollicité le laboratoire Filab afin de caractériser un revêtement DLC appliqué sur une pièce en acier inoxydable 316L.

L'objectif de cette analyse était double : mieux comprendre la nature et la structure du revêtement et identifier des pistes d'optimisation en vue d'une amélioration de la performance du dispositif.

« À ce stade, peu d'informations étaient disponibles concernant le revêtement en question »,

souligne Thomas Gautier. « Ni son épaisseur exacte, ni sa composition chimique détaillée ».

Pour répondre à cette problématique, le laboratoire a mis en place une approche analytique en plusieurs étapes :

- Premièrement, une analyse en coupe transversale au MEB qui a d'abord permis de visualiser la stratification du revêtement et de mesurer son épaisseur avec précision.
- Cette observation a été couplée à une analyse chimique par sonde EDX, afin de pouvoir identifier les éléments présents dans les différentes couches.
- Enfin, une analyse XPS a permis de quantifier la composition chimique en surface et dans les premières centaines de nanomètres de profondeur du revêtement, confirmant la présence de carbone pur.

Ce travail a permis à l'industriel d'obtenir une vision claire de la structure et de la composition du revêtement qu'il utilisait, de valider son choix de matériaux et d'envisager des améliorations ciblées, notamment en lien avec l'adhérence au substrat ou les propriétés tribologiques.

« Grâce à des outils analytiques de pointe, il est désormais possible pour les acteurs du secteur des dispositifs médicaux de caractériser avec précision les revêtements et de répondre aux exigences réglementaires », conclut Thomas Gautier. *pr*

<https://filab.fr>



Source : Filab

Microscope à force atomique utilisé par Filab pour visualiser la topographie de la surface d'échantillons.

DeviceMed

## INFO

Le laboratoire Filab s'est récemment équipé d'un 3ème microscope optique, qui servira notamment au comptage particulaire dans le cadre de la norme ISO 19227 (validation du nettoyage des implants orthopédiques), sur laquelle le laboratoire est le seul accrédité ISO 17025 par le COFRAC (USP 789 ou PE 2.9.19).

## BONDED. FOR LIFE.

Depuis plusieurs décennies, les solutions LOCTITE® sont choisies et spécifiées par les concepteurs et fabricants de dispositifs médicaux pour leurs performances éprouvées en matière d'assemblage.

À mesure que la conception des dispositifs médicaux évolue vers des formats plus compacts, performants, intelligents et fiables, nos solutions adhésives novatrices accompagnent cette transformation en répondant aux exigences croissantes du secteur.

Ensemble, nous pouvons donner vie à vos dispositifs médicaux.



EN SAVOIR PLUS



LOCTITE®

BEYOND THE BOND