RÉSEAU DES CCTT
35 ans

ATELIER des EXPERTES ET EXPERTS 2023

Fonctionnalisation de surfaces par laser bref et ultrabref

CHERCHEUR PRINCIPAL ET COURRIEL :
Christophe Arnaud
carnaud@novika.ca

ÉQUIPE DE RÉALISATION :
Guillaume Lafoy, Bruno Haas, Philippe Labrie,
Leyla Hippeau-Dufour, Clarence Dubé

Mise en contexte

Au Canada, 1 patient hospitalisé sur 217 contracte une infection nosocomiale [1]. Selon l'OMS, la prévalence est de 10 % des patients mondiaux. Elles ont causé 250 000 décès en 2002 et coûtent 15 milliards de dollars chaque année aux États-Unis et en Europe [2].

L'un des facteurs de risque est un défaut dans le retraitement des dispositifs médicaux réutilisables.

STERIS est un expert en solutions de prévention des infections pour les hôpitaux dont les URDM* traitent ces dispositifs. Son site de Québec est spécialisé dans le développement et la fabrication de laveurs-désinfecteurs depuis plus de 50 ans.

Ces machines sont décontaminées régulièrement pour supprimer les dépôts organiques, minéraux et les biofilms.

Le processus de décontamination est pénible et chronophage (3 h), affectant la productivité des URDM et causant des retards dans les actes médicaux hospitaliers.

Objectif :

- Prévenir la contamination sur les surfaces les plus à risque par modification de surface par procédé laser

Valeur ajoutée de la collaboration

Ce projet fait appel à des expertises et visions complémentaires pour atteindre les objectifs :

- Microbiologie (STERIS-Cégep de La Pocatière) ;
- Procédés laser (NOVIKA- Cégep de La Pocatière) ;
- Transformation industrielle (Sani Métal [SML]-NOVIKA).

La bonne compréhension des mécanismes d'adhérence et de rétention des bactéries est nécessaire pour adresser les montages optiques qui permettront la réalisation de textures adéquates.

De même, la quantification des résultats nécessite des techniques élaborées, partagées grâce à cette collaboration, et indispensables à l'évaluation des résultats des DOE (Design Of Experiments).

La participation d'enseignant·e·s et étudiant·e·s du cégep (génie physique et sciences de la nature) est également moteur de créativité, ingéniosité et efficacité.

Enfin, l'aspect applicabilité industrielle est renforcé par les expertises de SML et Novika dans le domaine.

Résultats

Le projet actuel se poursuit et reste riche en enseignements, mais nous avons d'ores et déjà atteint les résultats suivants :

- Variétés de textures (formes, dimensions) ;
- Ajustement possible des géométries / dimensions par la variation des paramètres laser ;
- Potentiel hydrophobe des surfaces générées ;
- Productivité élevée ;
- Création d'un goniomètre optique (étudiant) ;
- Conférence internationale.

Suite idéale au projet

Les texturations sont réalisées sur des matériaux métalliques, et la réalisation de telles textures sur des matériaux polymères pourrait être un intérêt supplémentaire pour les partenaires.

Financement

NSERC CRSNG
MEDTEQ+ L'INNOVATION POUR LA SANTÉ / INNOVATION FOR HEALTH

Hypothèse de départ et risque

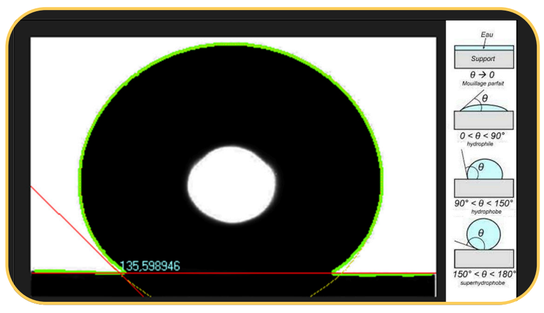
Texturer une surface par laser permettra de fonctionnaliser cette dernière pour lui attribuer de nouvelles propriétés. Nous recherchons ici les propriétés suivantes :

- Surface hydrophobe ;
- Surface antibactérienne.

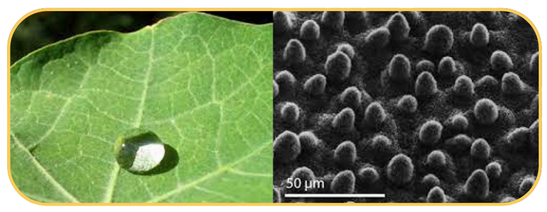
Ces propriétés pourraient générer des surfaces autonettoyantes et limiter la formation de biofilm.

Les principaux risques technologiques identifiés :

- Surface hydrophobe, non autonettoyante ;
- Surface qui attire les graisses (oléophile) ;
- Structures non résistantes aux conditions des laveurs-désinfecteurs ;
- Incompatibilité de design des pièces avec texturation laser.



Mesure de l'angle de contact d'une goutte d'eau sur une surface hydrophobe.



Effet hydrophobe d'une feuille de lotus (gauche) et sa microtexture (droite).

Méthodologie

Le projet est mené en quelques grandes phases dont voici les principales lignes :

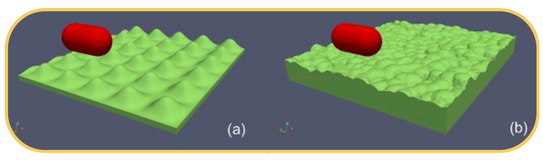


Illustration d'une cellule d'E.coli sur surface texturée par laser [issue de https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2019.105954]

- Revue de littérature pour identifier les mécanismes et dimensionner les textures candidates ;
- Élaboration d'un DOE pour chaque texture ciblée ;
- Mesures des résultats par :
  - Microscopie à balayage électronique ;
  - Mesure de mouillabilité ;
- Interprétation / compréhension des résultats ;
- Optimisation des paramètres laser ;
- Choix de la texture candidate et réalisation d'un banc industriel ;
- Réalisation d'un démonstrateur et validation en conditions réelles d'utilisation.

Impact sur le développement durable

À travers ce projet, nous couvrons les principaux volets du développement durable :

- Environnement : Réduction des agents chimiques et énergétiques en utilisation
- Social : Réduction du risque d'infection nosocomiale
- Économique :
  - Innovation, maintien de la position de leader face à la concurrence
  - Réduction des coûts de traitement post-opératoire

Impact du projet (pour les partenaires, autres transferts potentiels)

Il est encore tôt pour mesurer l'impact du projet pour les partenaires, néanmoins, les textures étudiées pourraient être utilisées dans des domaines tels que :

- Énergie (texturation panneaux solaires, ...) ;
- Aéronautique (texture antigivre) ;
- Alimentaire, médical.

Les possibilités d'adapter les formes et dimensions pourraient aboutir à un élargissement conséquent des marchés potentiels.

1. https://www.canada.ca/en/public-health/services/publications/science-research-data/healthcare-associated-infection-rates-canadian-hospitals-infographic.html
2. World Health Organization. Report on the Burden of Endemic Health Care-Associated Infection Worldwide. 2011. Consultable sur https://www.who.int/iris/bitstream/10665/80135/1/9789241501507_eng.pdf?ua=1

*Unité de retraitement des dispositifs médicaux

Québec