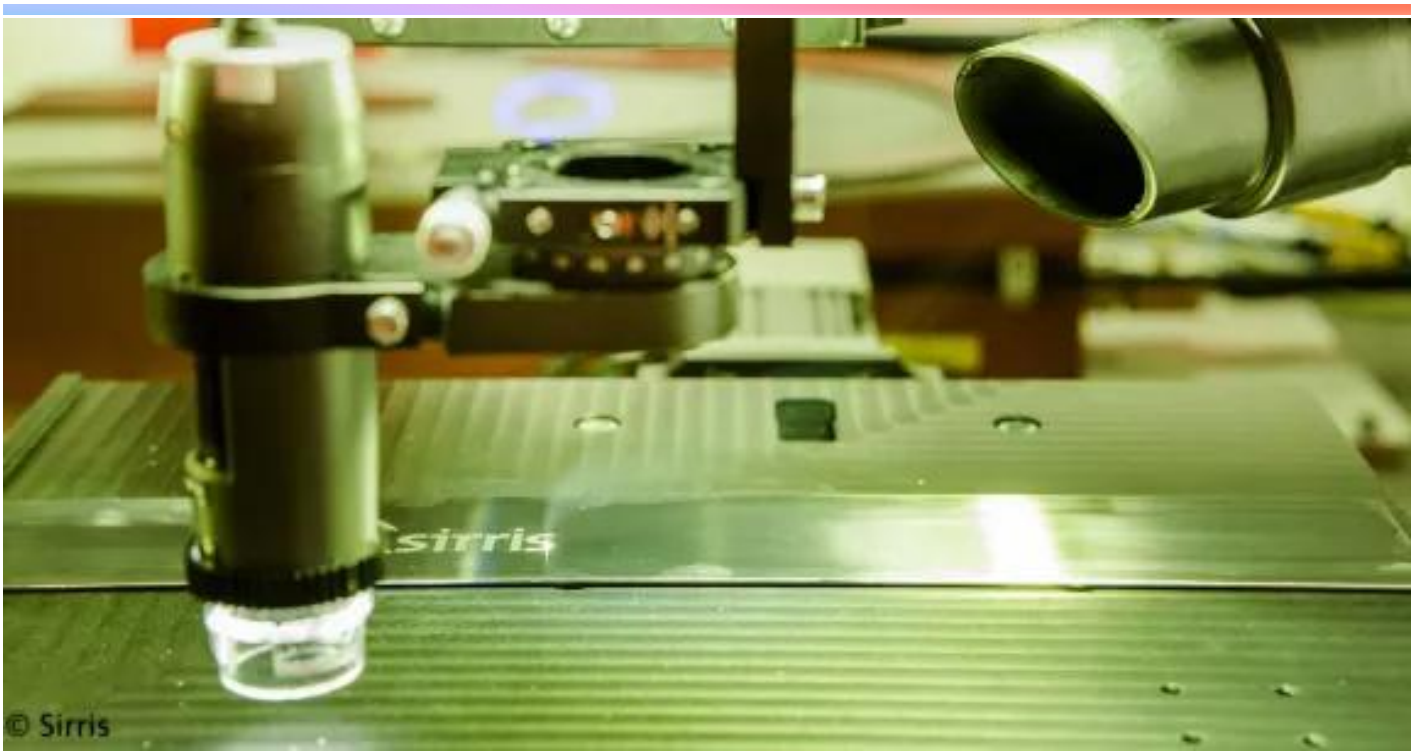


Laser vs revêtements antibactériens sur les poignées de porte | Série d'études ACV - partie 3

26 août 2025, 13:50

Felipe Baroni

Dans notre vie quotidienne, les surfaces que nous touchons fréquemment, telles que les poignées de porte, les rampes, les boutons d’ascenseur et les mains courantes, jouent un rôle prépondérant dans la transmission des bactéries et des agents pathogènes. Dans les environnements très fréquentés tels que les hôpitaux, les écoles, les aéroports et les transports publics, le contrôle de la propagation des bactéries est une priorité essentielle en matière de santé publique.

Revêtements à base d’argent : efficaces mais à fort impact environnemental

Depuis des années, l’industrie a recours à des revêtements antibactériens pour atténuer les risques, les nanoparticules d’argent étant devenues l’un des agents les plus couramment utilisés en raison de leurs puissantes propriétés antimicrobiennes.

Si les revêtements à base de nanoparticules d’argent sont efficaces pour tuer les bactéries au contact, ils présentent toutefois des inconvénients notables pour l’environnement. Avant d’être incorporé dans les revêtements, l’argent doit être extrait, traité et synthétisé sous forme de nanoparticules. Le processus d’extraction à lui seul contribue de manière significative à la dégradation de l’environnement, notamment par la destruction des habitats, la pollution des sols et

de l’eau et les émissions de CO2. La production de nanoparticules est en outre très gourmande en énergie et nécessite souvent l’utilisation de produits chimiques dangereux. Ces activités génèrent non seulement des déchets nocifs, mais présentent aussi des risques importants pour les travailleurs et les communautés vivant à proximité des sites miniers ou industriels.

Une solution sans produits chimiques : la texturation au laser

Conscients de ces problèmes, les chercheurs et les industriels ont commencé à explorer des solutions plus durables. L’une des technologies prometteuses à l’étude est la texturation des surfaces au laser femtoseconde. Contrairement aux revêtements antibactériens traditionnels, cette méthode utilise des impulsions laser ultrarapides pour créer des texturations précises à l’échelle micrométrique et nanométrique sur la surface d’un matériau. Ces structures forment un obstacle physique empêchant l’adhérence et la croissance des bactéries sans recours à des agents chimiques ou à des nanoparticules métalliques. Le procédé étant purement physique, il n’implique aucun composé chimique, ce qui élimine les risques environnementaux et sanitaires associés aux agents antimicrobiens.

Comparaison de l’impact environnemental basée sur l’ACV

Une analyse du cycle de vie (ACV) a récemment été menée pour évaluer la performance environnementale de la texturation au laser femtoseconde par rapport à celle d’un revêtement antibactérien conventionnel contenant des nanoparticules d’argent. L’évaluation s’est concentrée sur la surface type d’une poignée de porte (0,01 m^2), en tenant compte de toutes les étapes clés : approvisionnement en matériaux, production, application et gestion des déchets.

Les résultats ont révélé des impacts majeurs sur le plan environnemental dans la méthode conventionnelle. La production et l’application du revêtement en poudre, qui en plus des nanoparticules d’argent, contient aussi de l’alumine renforcée à la zircone (ZTA), de la résine époxy et des additifs, contribuent significativement à l’aggravation du changement climatique, intensifient l’utilisation de ressources énergétiques non renouvelables et participent à l’épuisement des ressources minérales. Comparativement, le principal facteur contribuant à l’impact environnemental du procédé au laser femtoseconde était la consommation d’électricité pendant la phase de texturation au laser.

Répartition de l’impact et principaux résultats

Le calcul du score unique dans le cadre de l’ACV a montré que le procédé au laser femtoseconde générait moins de la moitié de l’impact environnemental du revêtement conventionnel. Même en supposant une durabilité égale pour les deux traitements, l’option laser restait nettement plus durable dans toutes les catégories mesurées : acidification, changement climatique, sources d’énergie non renouvelables, utilisation de minéraux et de métaux et potentiel d’appauvrissement de la couche d’ozone.

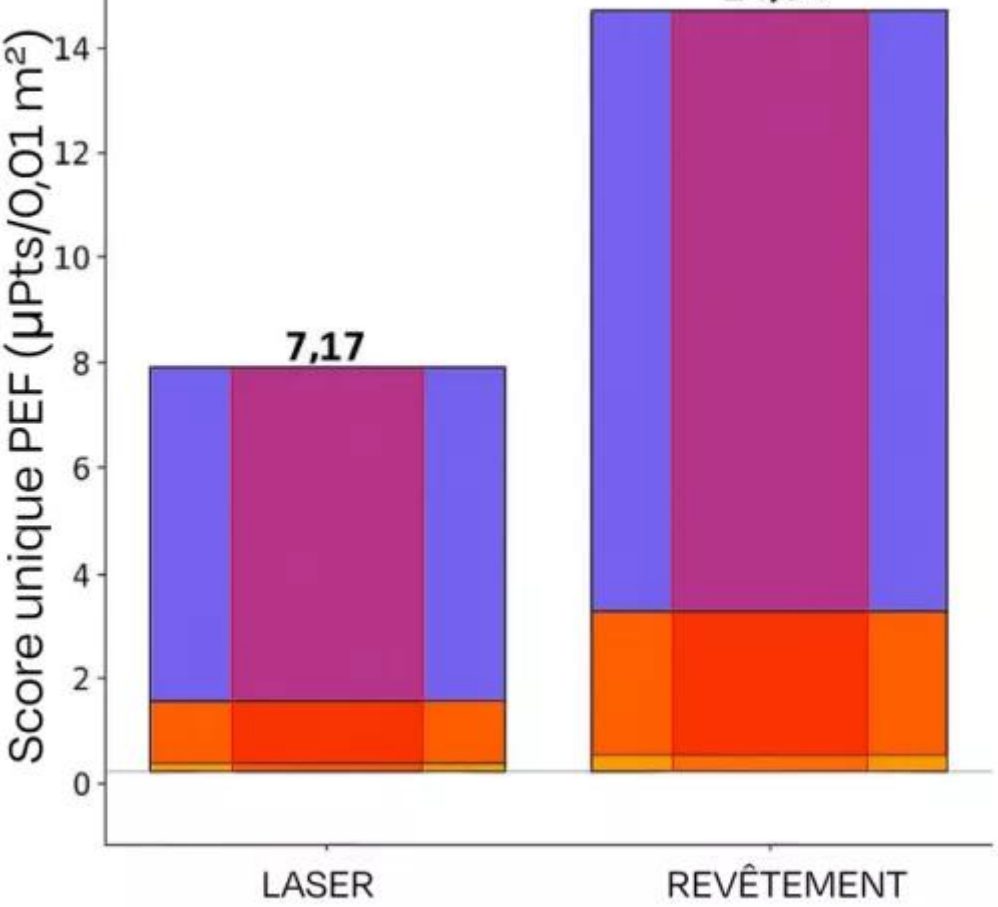


Figure 1. Score unique (µPts/0,01 m²) de l'empreinte environnementale du produit (PEF) absolue comparant le laser femtoseconde et un revêtement époxy

Un autre résultat important issu de l'ACV est la réduction significative de 64 % de la contribution au changement climatique grâce à l'utilisation de la texturation au laser plutôt que du revêtement antibactérien. Le potentiel de réchauffement de la planète total est de 0,062 kg d'équivalent CO2 pour le laser et de 0,168 kg d'équivalent CO2 pour le revêtement.

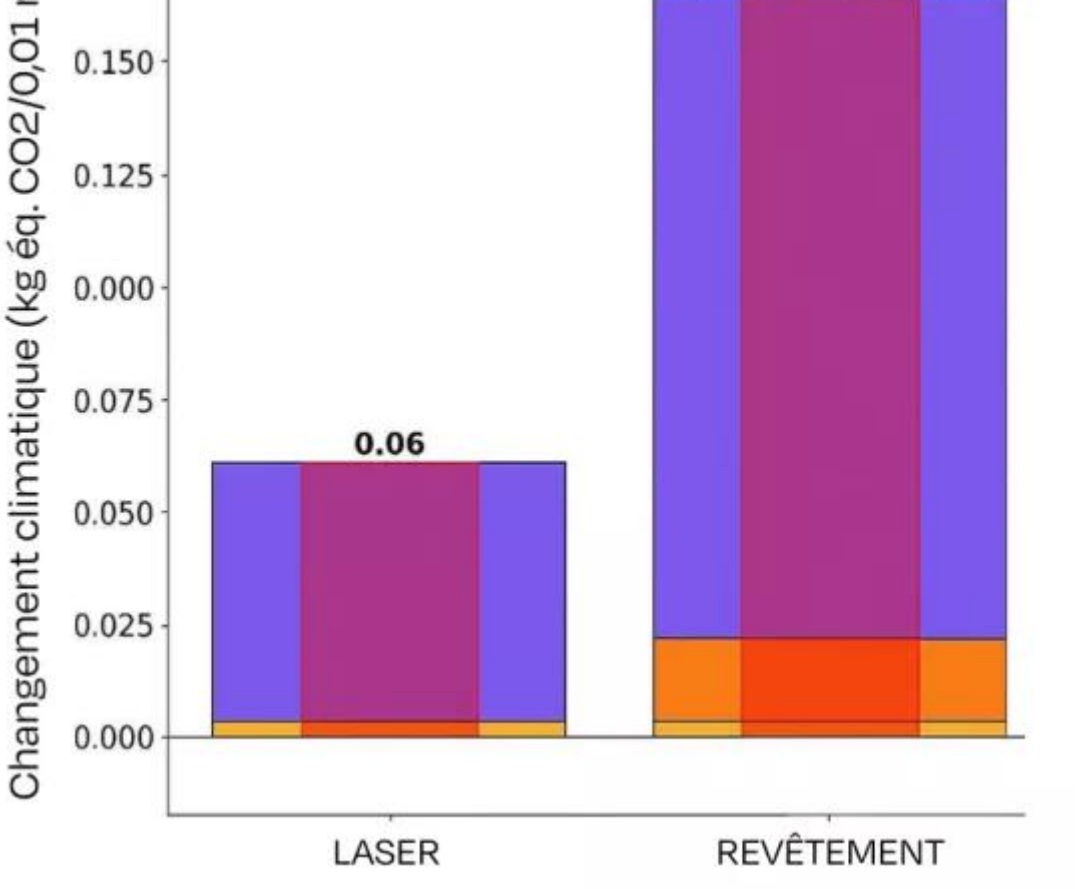


Figure 2. Résultat absolu en matière de changement climatique comparant le laser femtoseconde et le revêtement antibactérien (kg éq. CO2/0,01 m²)

Conclusion

La texturation des surfaces au laser femtoseconde représente une avancée significative dans la conception de surfaces antibactériennes à la fois efficaces et respectueuses de l'environnement. Fort de ses excellentes performances environnementales étayées par des données sur le cycle de vie, le laser femtoseconde se positionne à l'avant-garde de la prochaine génération de technologies d'ingénierie des surfaces. La texturation au laser élimine le recours à l'extraction d'argent et aux produits chimiques nocifs tout en réduisant l'impact climatique de 64 % dans les applications de poignées de porte.

Découvrez le projet FEMTOFUNC

Cette étude de cas s'inscrit dans le cadre plus large des recherches du projet FEMTOFUNC sur la fonctionnalité biomimétique des surfaces.

Découvrez le projet FEMTOFUNC

Série d'études LCA sur l'utilisation des lasers femtosecondes

Dans une série de 4 parties, nous présentons brièvement nos conclusions et nous montrons que le laser femtoseconde surpasse l'utilisation de revêtements du point de vue de l'impact environnemental:
Partie 1: la texturation au laser femtoseconde, une solution durable pour les surfaces
Partie 2: texturation au laser vs revêtements hydrophobes dans les éoliennes
Partie 4: texturation au laser vs revêtements en chrome dur dans les roulements

Auteurs



Felipe Baroni