

BIOSUPHYOL : des enduits biosourcés pour remplacer les PFAS

09 décembre 2024, 11:14

Pieter Samyn
Patrick Cosemans

L’industrie fait face à un défi de taille : le remplacement des revêtements industriels contenant des PFAS aux propriétés fonctionnelles supérieures. Et si l’on parvenait à remplacer les enduits nocifs aux PFAS par des solutions écologiques et biosourcées ? BIOSUPHYOL concrétise cette vision des choses.

Pourquoi est-il si difficile de trouver des alternatives écologiques aux PFAS ?

Les revêtements aux PFAS : très efficaces, mais toxiques et persistantes

D’un côté, les PFAS se caractérisent typiquement par un ensemble de propriétés d’exception. Parmi les revêtements de protection, seuls certains groupes de PFAS spécifiques proposent cette combinaison unique de caractéristiques (super)hydrophobes et oléophobes.

- faible tension de surface de l’eau
- hydrofuges et oléofuges

- ininflammables
- non adhésives et à faible friction
- capacité élevée à dissoudre les gaz
- extrêmement stables et non réactives
- isolant électrique, antistatiques, thermoconductrices, antireflet

De l'autre, les PFAS sont toxiques pour l'environnement. La santé humaine et la vie animale sont d'autant plus impactées qu'elles se dégradent très lentement. Il est vital de minimiser leur usage dans les meilleurs délais. C'est pourquoi, en 2023, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a proposé d'étendre les restrictions à la production, à l'utilisation et à la mise à disposition des PFAS.

Siloxanes texturés : des performances de qualité, mais des problèmes de toxicité identiques

Les composés PFAS sont caractérisés par la plus faible énergie de surface de tous les composés chimiques, ce qui leur confère un niveau élevé d'hydrophobicité et d'oléophobicité. L'alternative idéale consiste à combiner des substances chimiques à faible énergie de surface avec une rugosité ou une texturation superficielle à l'échelle microscopique. Cette stratégie s'inspire de surfaces superhydrophobes existant dans la nature, comme celle de la feuille de lotus.

De nombreuses recherches sont menées dans ce domaine, mais aucune solution parfaite et tenant mécaniquement la route n'a encore été mise au point. Il est toujours aussi difficile d'obtenir des propriétés hydrofuges et oléofuges aussi efficaces, cette difficulté étant renforcée par les coûts élevés et l'usage de substances potentiellement toxiques (nanoparticules, siloxanes, etc.).

Le tableau ci-dessous répertorie les principaux composés non fluorés mentionnés par la littérature pour l'obtention de propriétés hydrophobes et/ou oléophobes. Il montre que seuls les composés siloxanes combinent ces deux propriétés. Comme les PFAS, les siloxanes posent des problèmes de toxicité et persistent de façon rémanente dans la nature.

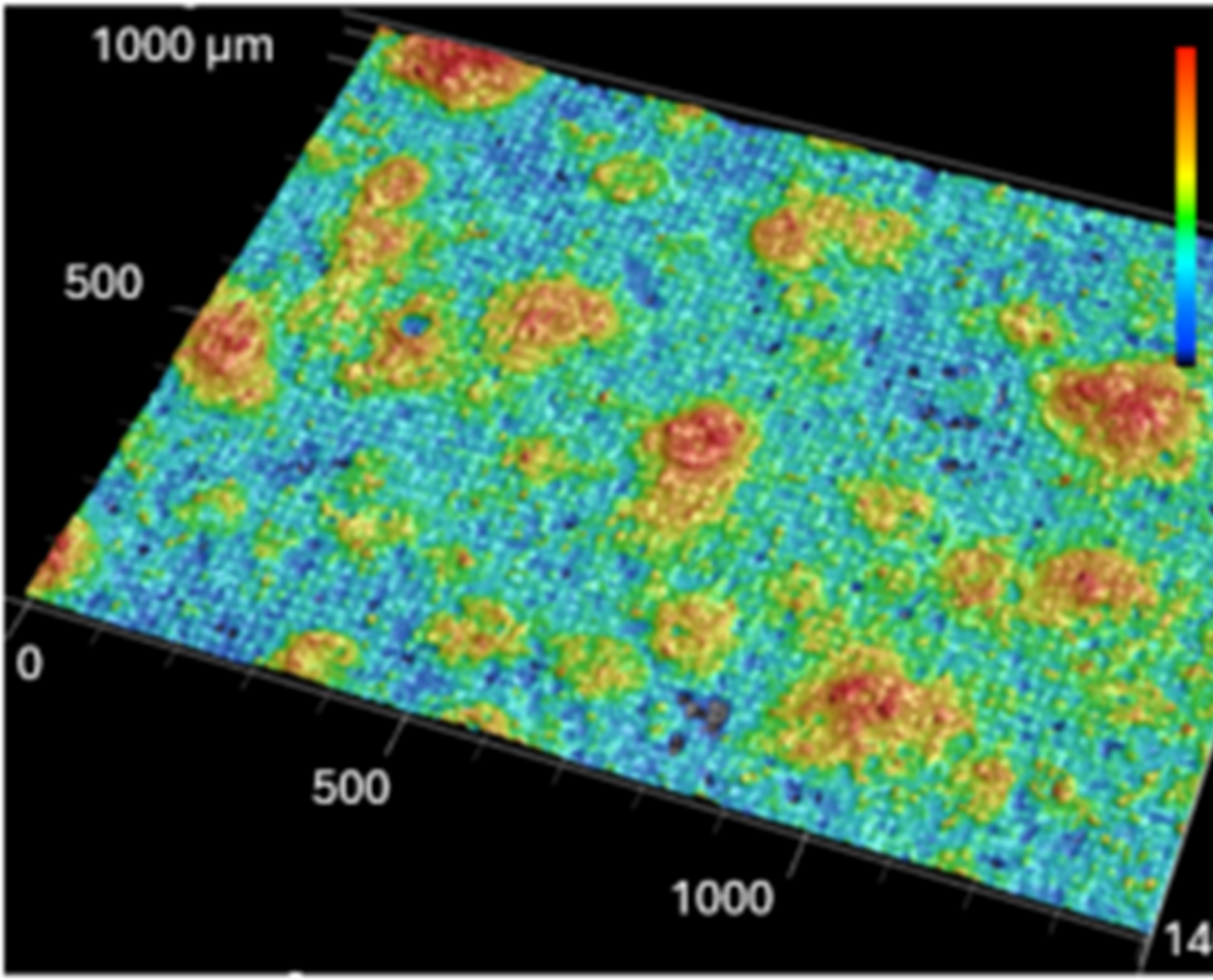
	Hydrophobicity	oleophobicity	Toxycity
Alkyl compounds	+++	-(+)	++
Siloxane compounds	++	++	-
Polyethylene imine	--	++	-
Hydrophobic proteins	+	-	+++
Hydrophilic proteins	-	+	+++
Cellulose microfibers	--	+	+
chitin			

Tableau des principaux composés non fluorés utilisés dans la littérature pour obtenir une résistance à l'eau et/ou à l'huile.

La recherche laisse entrevoir de futurs enduits écologiques

Le nouveau projet BIOSUPHYOL (BIOsourcé, SUPerHYdrophobe et OLéophobe) étudie l’utilisation de composés naturels et durables pour développer des enduits protecteurs biosourcés. En alliant durabilité mécanique et fonctionnalité combinée, l’objectif est de mettre au point un produit biosourcé à 80-100 %.

- Les microfibres de cellulose (CMF) sont formulées en suspension aqueuse et composent un film de qualité après application par pulvérisation. Les propriétés hydrofuges et oléofuges des CMF sont renforcées par le « greffage » superficiel de composés non toxiques, non persistants et à faible énergie de surface, comme certains acides gras ou certaines protéines hydrophobes. Les matières premières seront d’origine végétale et extraites durablement de sous-produits ou de déchets provenant de l’industrie agroalimentaire, textile ou du bois.
- L’objectif est de renforcer la stabilité mécanique et la longévité du cycle de l’enduit grâce à une réticulation interne non invasive. Une approche envisageable consiste à réticuler physiquement les composants de l’enduit en appliquant des interactions de charge qui pourraient constituer un premier mécanisme de stabilisation. En outre, les mécanismes de réticulation par UV n’impliquent aucun recours à des substances chimiques dangereuses, et l’énergie qu’ils requièrent est limitée.
- Les fonctionnalités superficielles supplémentaires de l’enduit seront obtenues par texturation laser. Ce projet est basé sur une étude de faisabilité préliminaire réalisée antérieurement au sein de SIRRIS. Cette dernière a montré qu’une texturation peut être appliquée à un enduit biopolymère souple en recourant à un laser femtoseconde (voir la Figure).



©Sirris
Figure. Revêtement cellulosique texturé au laser avec capacité hydrofuge renforcée, qui sera développé dans le cadre du projet BIOSUPHYOL (c) de Sirris, résultats en cours de publication.

Des solutions durables seront bientôt disponibles pour l’hydrofugation et la résistance aux taches

Jusqu’à ce jour, le développement d’alternatives aux PFAS s’est concentré sur la mise au point de substituts configurés sur mesure pour répondre aux besoins d’une application spécifique. Historiquement – c’est toujours le cas aujourd’hui –, le secteur le plus pertinent est celui de l’industrie papetière et des emballages :

- La production de papier et de carton est une source significative de PFAS. Elle a besoin d’alternatives pour la mise au point d’emballages hydrofuges et résistants aux taches (par exemple pour les boîtes à pizza, les emballages en papier utilisés dans la restauration rapide, les gobelets en papier, les emballages à pains, etc.).
- L’usage de ces alternatives biosourcées aux PFAS pour la formulation d’enduits, par exemple dans l’industrie textile, offre des propriétés d’hydrophobicité et d’oléophobicité, de résistance aux taches et d’ignifugation (entre autres pour les vêtements de protection).

- La méthodologie élaborée sera reportée vers d’autres secteurs industriels en incluant différents substrats (métaux, acier, verre, bois), pour une mise en œuvre dans l’industrie du bâtiment et la construction. On pourra ainsi compter sur des propriétés autonettoyantes et de résistance au vieillissement, des effets anticorrosion, une résistance aux produits chimiques et davantage de stabilité face aux intempéries.

Découvrez ce projet et explorez le sujet

BIOSUPHYOL | Revêtements biosourcés et sans PFAS

Auteurs



Pieter Samyn



Patrick Cosemans