HAL
open science

Étude du comportement d'un revêtement nanostructuré soumis à des sollicitations climatiques et mécaniques

Neeraj Shandilya, Olivier Le Bihan, Christophe Bressot

To cite this version:

Neeraj Shandilya, Olivier Le Bihan, Christophe Bressot. Étude du comportement d'un revêtement nanostructuré soumis à des sollicitations climatiques et mécaniques. Rapport Scientifique INERIS, 2015, 2014-2015, pp.26-27. ineris-01869528

HAL Id: ineris-01869528

https://ineris.hal.science/ineris-01869528

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UN REVÊTEMENT NANOSTRUCTURÉ
soumis à des sollicitations climatiques et mécaniques

Des revêtements photocatalytiques contenant des nanoparticules de dioxyde de titane sont de plus en plus appliqués à l'extérieur des bâtiments du fait de leurs propriétés antibactériennes et autonettoyantes. Lors de leur phase d'usage, les surfaces traitées sont exposées au vieillissement climatique ainsi qu'à des sollicitations mécaniques, pouvant entraîner la détérioration des revêtements et le relargage de nanoparticules dans l'environnement. Diverses études ont permis de constater que certains types de nanoparticules de dioxyde de titane provoquent des effets préjudiciables sur l'homme et certains animaux.

L'étude rapportée ici a eu pour objectif de soumettre un revêtement photocatalytique à un vieillissement climatique et à de l'abrasion, cela pour évaluer et prévoir les émissions potentielles dans l'eau et l'air pendant la phase d'usage.

Méthode

Le revêtement utilisé contient des particules de dioxyde de titane de 8 nanomètres de diamètre, à une concentration volumique de 1,1 %. Ce revêtement a été déposé sur des briques. Ces briques ont été soumises à l'action de la lumière (UV), de l'eau et de cycles de température, pour des durées allant jusqu'à sept mois.

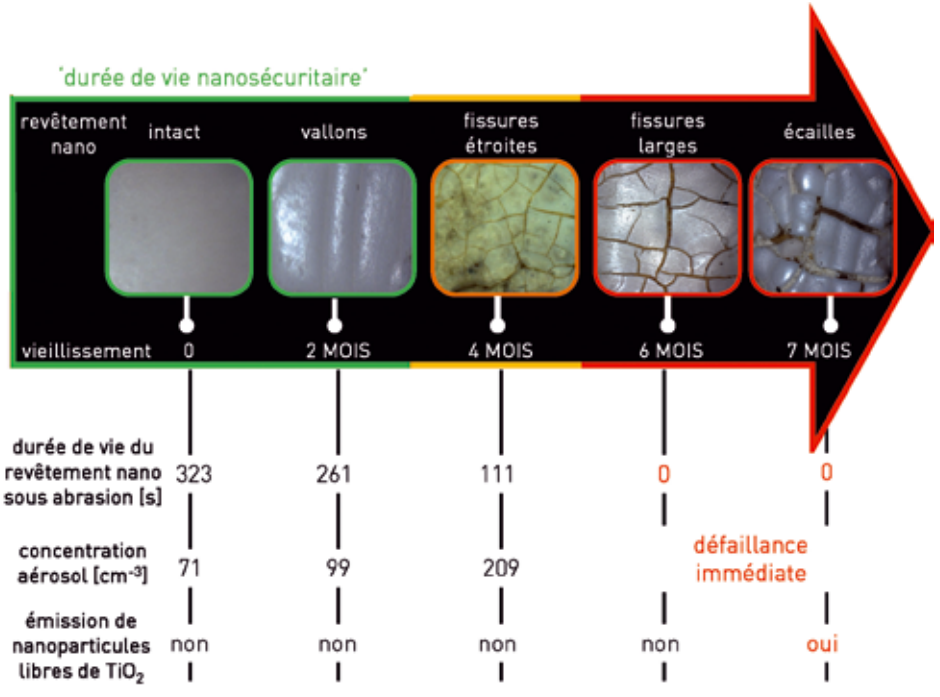
L'eau d'écoulement a été analysée à cinq étapes : produit neuf, puis au bout de deux, quatre, six et sept mois de vieillissement. La concentration en titane a été quantifiée (les nanoparticules du revêtement étant la seule source de titane dans les matériaux testés).

In the present work, we investigate the effect of weathering duration on a commercial photocatalytic nanocoating on the basis of its nanoparticle emission tendency into two media, air and water. It is found that increased weathering duration results in stepwise structural deterioration of the nanocoating, which in turn decreases the nanocoating life, changes the nanocoating removal mechanism, and increases the particle emission concentration. Emission of free TiO_2 nanoparticles is found to be weathering duration dependent.

Three quantities are introduced: emission transition pace (ETP), stable emission level (SEL), and stable emission duration (SED). By linear extrapolation of these quantities from short weathering durations, complete failure of the nanocoatings can be predicted and, moreover, the potential increase of nanoparticles release into the air.

Figure 1

Analyse du revêtement par microscopie.



Neeraj Shandilya
Olivier Le Bihan
Christophe Bressot

À chacune des cinq étapes, la brique a été placée dans une chambre d'essai et soumise à abrasion selon une méthode utilisée couramment dans l'industrie de la peinture pour tester mécaniquement des matériaux. La méthode recrée les niveaux de frottement trouvés dans un environnement domestique typique. Les particules présentes dans l'air de la chambre ont été collectées et analysées.

Résultats

Le séjour du revêtement dans la chambre climatique a eu pour effet d'en modifier la surface, celle-ci devenant inégale et parcourue d'un réseau de craquelures ; cette dégradation s'accentue fortement au fil du temps (Figure 1). Cependant, à aucune étape le titane n'a été mesuré au-dessus d'un seuil de détection de 0,5 microgramme par litre d'eau : la dégradation semble ne pas avoir mené à un transfert conséquent de nanoparticules dans l'eau. Cependant, une plus longue période de test pourrait produire d'autres résultats.

La mise en œuvre de l'abrasion du revêtement mène à la génération d'un aérosol contentant du titane, quelle que soit la durée du vieillissement climatique.

Les particules sont à l'image du revêtement, c'est-à-dire principalement constituée de la matrice de celui-ci ainsi que d'une part minoritaire de titane. Cependant, une modification très significative est observée au-delà de quatre mois de vieillissement : si à quatre mois le titane (Ti) constitue environ 7 % de l'aérosol, cette contribution passe à 55 % à sept mois. Cela va de pair avec l'apparition, à sept mois, de nanoparticules libres de dioxyde de titane (non liées à une matrice), en quantités significatives (Figure 2).

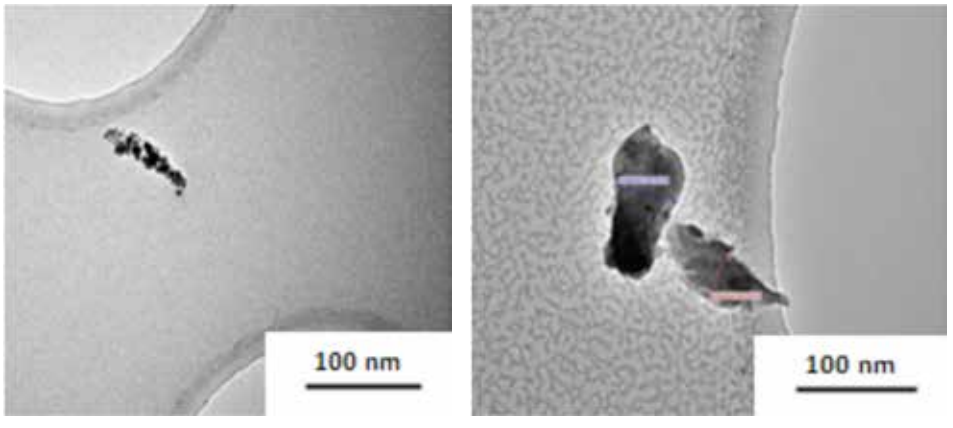
Ce phénomène est mis en évidence pour la première fois dans la littérature. Cela s'explique par le fait que le couplage abrasion-vieillissement climatique n'a été étudié jusqu'ici que par un nombre très limité d'auteurs, et ce via des tests en chambre d'une durée relativement courte. L'étude ne se limite pas à ces observations : des indicateurs de comportement des revêtements sont proposés, afin de faciliter l'évaluation et la sélection de formulations, dans une approche d'aide à la conception dans une optique de meilleure maîtrise des expositions.

Remerciements

Ces travaux, menés conjointement avec Martin Morgeneyer de l'université de technologie de Compiègne (UTC) dans le cadre de la thèse de Neeraj SHANDILYA, ont bénéficié du support du Labex SERENADE (ANR-11-LABX-0064), du projet Investissements d'Avenir A*MIDEX P (ANR-11-IDEX-0001-02) de l'ANR, des programmes 190, DRC 26, 33 et 54, ainsi que de l'ANSES (Nanodata Project 2012/2/154, APR ANSES 2012). Sont également remerciés pour leur soutien Olivier Aguerre-Chariol, Patrice Delalain, Morgane Dalle, Laurent Meunier, Pauline Molina, and Farid Ait-Ben-Ahmad.

Référence

Shandilya, N., Le Bihan, O., Bressot, C., & Morgeneyer, M. (2015). *Emission of Titanium Dioxide Nanoparticles from Building Materials to the Environment by Wear and Weather.* Environmental Science & Technology. 49(4): 2163–2170. DOI: 10.1021/es504710.

Figure 2

Nanoparticules libres de dioxyde de titane.