

# Le procédé sol-gel

Des revêtements fonctionnels à façon pour l'industrie

**cetim.fr**

**L**a technologie sol-gel – pour solution/gélification – constitue un procédé innovant d'élaboration de revêtements fonctionnels qui concerne tous les secteurs.

*Procédé de dépôt à la fois simple et peu coûteux, la technologie sol-gel confère aux matériaux une grande résistance mécanique, ce qui en fait une solution de choix pour le dépôt de couches anti-corrosion ou anti-usure sur des métaux. C'est également une voie prometteuse de substitution des traitements de surface classiques impactés par les réglementations internationales (Reach, Rohs, etc.).*

## Contexte

► L'arrivée de nouvelles techniques de dépôt contribue à l'évolution rapide de l'ingénierie des surfaces. Hydrophobes, conductrices, isolantes, anti-bactériennes, etc., les fonctionnalités proposées désormais fourmillent. Elles permettent de s'affranchir des procédés de dépôt sous vide, d'un coût élevé.

## Principe du procédé sol-gel

► Il s'agit d'un procédé chimique d'élaboration de matériaux oxydes métalliques (silice, alumine, zircone, etc.) par voie humide. Les solutions liquides sont ensuite mises en forme selon différentes méthodes d'application, notamment sous forme de couches minces d'une épaisseur de quelques microns. Parmi les avantages, le procédé permet de traiter tous types de substrats (métalliques, inorganiques ou encore polymériques) et les conditions opératoires mises en jeu lors de ce procédé sont compatibles avec la chimie organique. Cette propriété ouvre la voie à l'élaboration de matériaux fonctionnels. Cette fonctionnalisation peut alors être retranscrite par les surfaces traitées.

Quatre étapes clés émaillent l'élaboration d'un revêtement sol-gel :

- la mise au point/choix de la formulation sol-gel
- la nature du substrat et la préparation de surface
- le procédé d'application
- le traitement de cuisson ou densification

Par ailleurs et d'une façon générale, tous les procédés d'application connus pour les peintures et vernis sont transposables, en particulier : pulvérisation, trempage-retrait, enduction centrifuge, laminaire et pinceau, rouleau.

## Atouts du procédé sol-gel

- Les fonctionnalités possibles :
  - hydrophobe/hydrophile
  - anticorrosion
  - anti-rayure/anti-usure
  - autonettoyante/anti-trace de doigts
  - anti-graffiti
  - antibactérienne
  - coloration
  - primaire d'accrochage

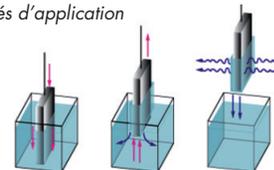
## La variété des méthodes de caractérisation

- mesure d'épaisseur
- évaluation des propriétés d'adhérence
- propriétés électrochimiques (effet barrière)
- essais de vieillissement accéléré (brouillard salin, chaleur humide, etc.)
- évaluation des propriétés tribologiques
- évaluation des propriétés mécaniques (dureté, module d'Young)
- observations optiques et microscopiques en surface et en coupe



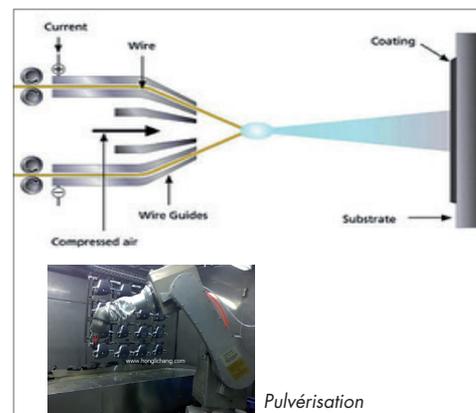
© Cetim

Procédés d'application



Trempage retrait

© CFA



Pulvérisation

## ► Surface hydrophobe/oléophobe



© Review A. Mathiazhagan and Rani Joseph  
(tous droits réservés)

*International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 2, No. 4, August 2011, Nanotechnology-A New Prospective in Organic Coating.*



© Extrait cahier technique Certech

*Transparences comparées après un an d'un verre ordinaire et d'un verre « autonettoyant ».*

## ► Protection anticorrosion d'un acier bas carbone après immersion eau de ville à 60 °C



© Cetim

Acier nu après 4 heures



© Cetim

Acier revêtu après 1 000 heures

### Processus d'industrialisation

- Définition d'un cahier des charges fonctionnel avec prise en compte de l'impact réglementaire et environnemental et avec l'évaluation de l'intérêt technico-économique
- Formulation de la solution sol-gel adaptée aux différents critères souhaités, et au(x) substrat(s) concerné(s)
- Définition du ou des meilleurs procédés d'application
- Caractérisation et qualification des propriétés fonctionnelles
- Réalisation d'un prototype ou d'un pilote préalable à l'industrialisation
- Mise en place d'une ligne industrielle
- Qualification de la solution sol-gel et du procédé d'application retenus selon le cahier des charges fonctionnel
- Formation du personnel

- Un laboratoire R&D dédié
- Différents procédés d'application
- Techniques de caractérisations physico-chimiques
- Ligne pilote préindustrielle

#### Contact :

**Bruno Vandenberghe**  
Service Question Réponse  
Tél. : 03 44 67 36 82 - [sqr@cetim.fr](mailto:sqr@cetim.fr)