

LE SOL-GEL R&DNANO POUR BONIFIER VOS PRODUITS

La technologie sol-gel R&Dnano est adaptable à tout type de surface : métaux, plastiques, verre, céramique, bois, matériaux composites

Destinée à de nombreux secteurs d'activité : aéronautique, énergie, santé, luxe, fabrication additive, plasturgie, électronique...

R&Dnano vous fait franchir l'ensemble des étapes permettant de passer du laboratoire de recherche à la production industrielle.

Nous développons avec vous de nouvelles technologies et finalisons le travail par la protection des innovations à l'aide de brevets.

R&Dnano a mis au point des composés **sol-gels stables** qui permettent d'élaborer des **revêtements et des traitements de surface innovants**. Ces composés liquides peuvent être appliqués sur la surface à revêtir avec des procédés simples, aisément transférables à l'échelle industrielle : **spray, trempage, tampon, sérigraphie** ...

R&Dnano est votre partenaire dans votre démarche d'innovation avec une technologie du XXI^{ème} siècle :

- Pour continuer à **devancer vos concurrents** et rester dans la course
- Pour **réduire l'impact de vos procédés** sur l'environnement
- Pour des questions légales, **remplacer des produits ne pouvant plus être utilisés** (normes REACH, etc...)

L'INNOVATION PAR LE SOL-GEL :

R&D nano, VOTRE INTERLOCUTEUR

R&Dnano **identifie** clairement vos contraintes et **vous propose de nouvelles solutions**.

Sur la base de ses savoir-faire, par des travaux de court-terme jusqu'à long-terme en respectant votre culture d'entreprise.

R&Dnano étudie avec votre équipe **la faisabilité, la viabilité et l'acceptabilité** d'une innovation et vous insuffle des idées

L'EXPERTISE TECHNIQUE

R&Dnano

Les composés sol-gel R&Dnano permettent d'élaborer une large gamme de revêtements micrométriques et nanométriques :

- Des revêtements minéraux aux multiples fonctionnalités (magnétique, conducteur, diélectrique...)
- Des revêtements hybrides organiques-minéraux associant la dureté du verre à la souplesse du plastique
- Des revêtements composites hybrides ou minéraux exaltés grâce à l'apport de nanoparticules

Un accompagnement scientifique et technique optimal

- Développement de votre produit, de la preuve de concept jusqu'à la pré-industrialisation
- Des procédés aisément transférables à l'échelle industrielle : dépôt par spray, trempage, tampon, sérigraphie ...
- De large compétences en ingénierie et caractérisation: microscopies optique et électronique, tests d'adhérence, de dureté, d'abrasion, mesures électrochimiques, viscosité, infrarouge, tests diélectriques...
- Une capacité de production de formulations sol-gels semi-industrielle de plus de 10 litres par semaine.
- Une capacité de traiter directement vos produits pour des petites séries à hauteur de 2000 pièces par année

Des composés sol-gels R&Dnano pour une grande diversité de fonctionnalités

- Anticorrosion sur métaux : acier, aluminium, magnésium, zinc...
- Renforcement de surface, anti-rayure, diminution du frottement, résistance à l'abrasion, lubrification à sec, apprêt d'adhérence...
- Propriétés physiques de surface : conduction électrique, magnétisme, gestion de la mouillabilité, antireflet...
- Esthétique : colorations opaques, transparentes, interférentielles...
- De nombreuses propriétés innovantes : antibactérien, conducteur transparent, thermochrome, opalescence...

Mais aussi une expertise au-delà du sol-gel

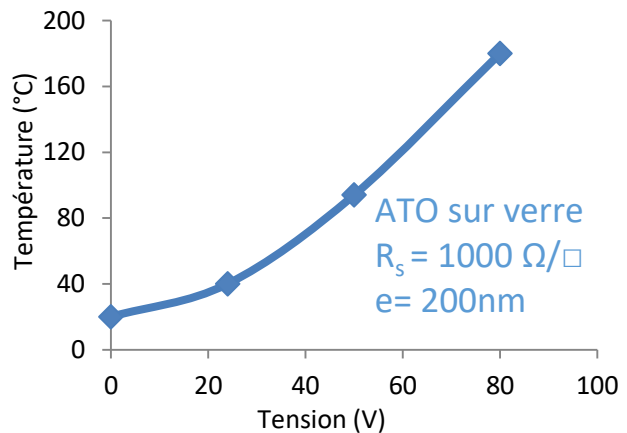
- Synthèse et fonctionnalisation de nanoparticules
- Marquage nanométrique à partir de nos formulations sol-gel par apport d'énergie : laser, lithographie...
- Autoassemblage de nanoparticules
- Chimie du solide

Revêtements conducteurs

✓Oxydes conducteurs transparents

▪Sol-gel à base de SnO₂ dopé

- Alternative sans indium à l'ITO
- Applications : électrodes (OPV, OLED), capteurs de gaz, films chauffants
- Applicable sur tout types de verres
- Traitement thermique 500°C
- TRL 4-5



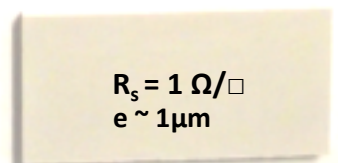
✓Composites conducteurs

▪Sol-gel inorganique avec charges métalliques

- Application sur verres, plastiques et composites
- Traitement thermique 100°C
- TRL 3-4



Substrat composite carbone/epoxy



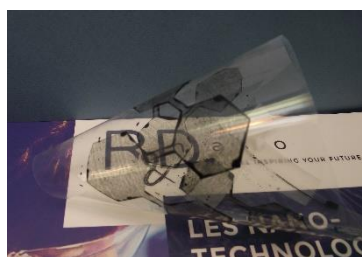
Revêtement conducteur

$R_s = 1 \Omega/\square$
 $e \sim 1\mu\text{m}$

✓Composites conducteur semi-transparent

▪Polymère avec nanotubes de carbone ou nanofils métalliques

- Application sur verres, plastiques et composites
- TLR 2-3



Revêtements esthétiques colorés

✓ Revêtements translucides

- **Sol-gel hybride avec colorants organiques**
- Dépôt sur tous supports (métaux-Acier inox 304 poli, plastiques, verres)
- Dureté scléromètre = 15N
- TRL 4-5



✓ Revêtements opaques

- **Sol gel hybride avec charges inorganiques**
- Dépôt sur tous supports (métaux, plastiques, verres)
- Coloration noire ou blanche
- TRL 2-3



✓ Revêtements à coloration interférentielle

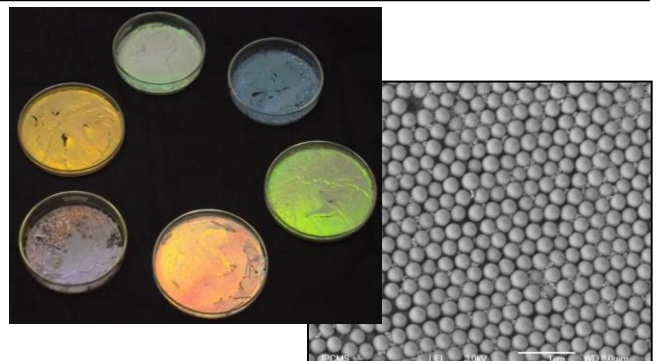


▪ Couches iridescentes

- Auto-organisation de NPS de SiO₂
- Consolidation avec matrice sol-gel hybride
- TRL 2-3

▪ Sol-gel inorganique

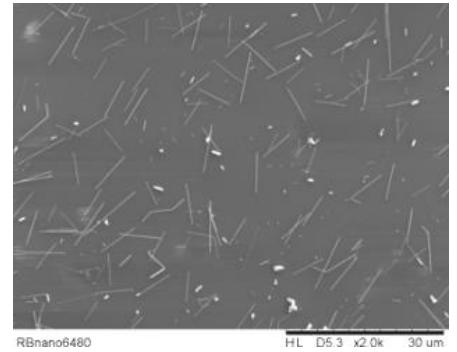
- Dépôt sur métal poli
- Couches minces minérales (100 à 300 nm)
- TRL 3-4



Revêtement Biocide

✓Caractéristiques

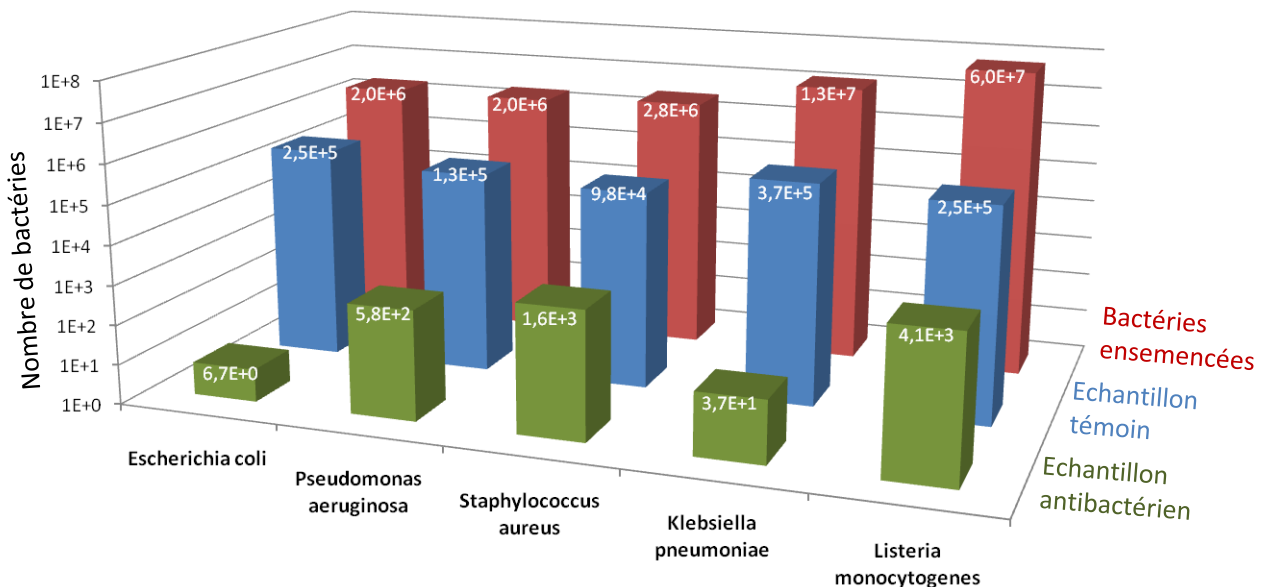
- Sol-gel hybride avec micro-fils métalliques
- Applicable sur tout type de surface (métaux, plastiques, verres...)**
- Très **faible épaisseur** : 1 µm
- Très bonne tenue aux agents chimiques (alcools, javels, solvants organiques, skydroll, kérosène)
- Résistant** à l'abrasion
- Pas de relargage de métaux dans l'environnement
- Transparent incolore ou coloré**
- Effet biocide **ajustable et permanent**
- TRL 4-5**



RBnano6480 HL D5 3 x2.0k 30 um

Observation au microscope électronique

Activité biocide : 24h d'incubation à 4°C selon les normes ISO 22196 et ISO 846

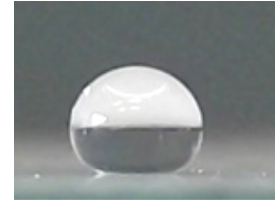


Revêtements fonctionnels

✓ Revêtements super hydrophobes - oléophobes

▪ Sol-gel hybride avec charges inorganiques

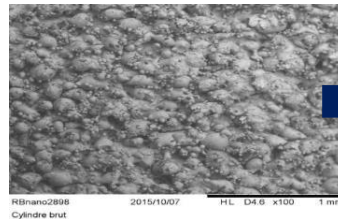
- Application sur tous supports (métaux, verres, plastiques...)
- Autonettoyant, anti-icing, anti-trace de doigt
- $\gamma_{\text{eau}} = 150^\circ$ $\gamma_{\text{huile}} = 145^\circ$
- TRL 2-3



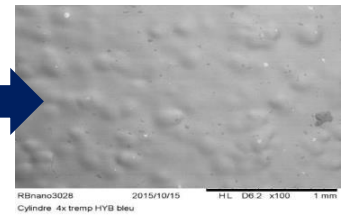
✓ Revêtements nivelants post fabrication additive

▪ Sol-gel hybride

- Application sur tous types de matière
- TRL 3-4



Ra = 15µm

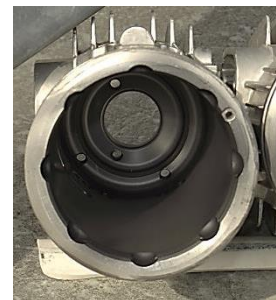


Ra = 2µm

✓ Revêtements lubrifiant à sec

▪ Sol-gel hybride avec charges lamellaires

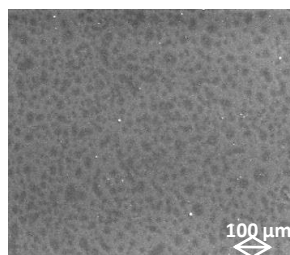
- Application sur tous types de métaux
- TRL 3-4



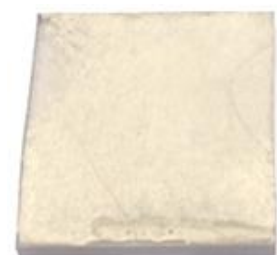
✓ Couche d'activation sol-gel pour dépôt de Ni chimique sur plastiques

▪ Sol gel hybride avec particules catalytiques et agent structurant

- Application pour tous types de plastiques et composites
- TRL 2-3



Couche d'activation sol-gel



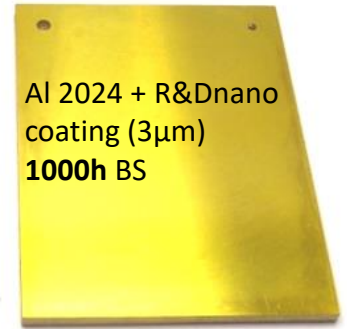
Couche de Ni chimique

Revêtements protecteurs pour métaux

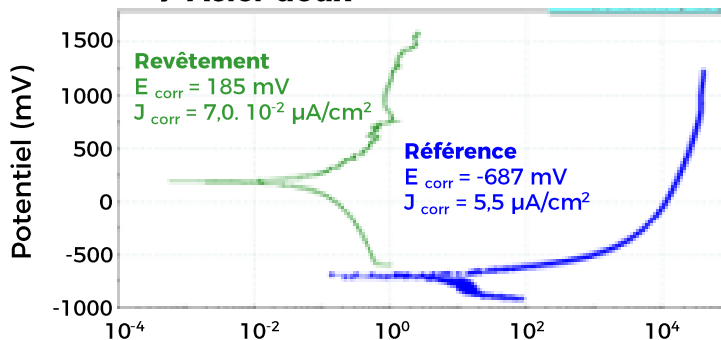
✓ Revêtements anticorrosion

→ **Al 2024 et 7015 : Tenue au BS > 1000h**

- Sol-gel hybride organique-inorganique
- Formulation adaptable pour aciers, alliages d'aluminium et magnésium
- TRL 4-5



→ **Acier doux**



Tests électrochimiques en milieu chloruré aéré ; $[\text{NaCl}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

✓ Revêtements transparents anti-érosion

- Sol-gel hybride organique-inorganique
- Pas d'altération de la qualité visuelle,
- Bonne résistance au test de Turbula,
- Excellente tenue à l'humidité et à la sueur
- TRL 3-4

Sol-gel hybride sur **laiton** + électro-dépôt or **0,2 µm**



✓ Revêtements protecteurs spécifiques

- revêtements protecteurs pour **bronze** (oxydation saline), **titane** (milieu fluorhydrique), **argent** (souffre), **laiton** (substitution de traitement au chrome) ou **magnésium** (anticorrosion)

Revêtements protecteurs pour plastiques

✓ Revêtements anti-rayures et anti-abrasion

▪ Sol-gel hybride organique-inorganique

- Exemple sur Polycarbonate et PMMA
- Dépôt par spray
- Traitement thermique 100 °C
- Epaisseur = 5 µm
- Test à l'abrasion linéaire avec tampon Jex (aucune dégradation après 20 000 cycles, pression 3000 Pa, 120 passage/min)
- Test de dureté pour les revêtements anti-rayures
- TRL 3-4



Test	Polycarbonate	Polycarbonate revêtu
Dureté crayon	2B	H
Dureté scléromètre	2 N	8 N

✓ Revêtements barrières

▪ Sol-gel hybride organique-inorganique

- Dépôt par spray / trempe
- Traitement thermique 60-80°C
- Epaisseur = 1 à 10 µm
- Résistant aux solvants organiques
- TRL 3-4



Revêtements innovants

✓ Revêtements à effet miroir

▪ Sol gel hybride avec NPs métalliques

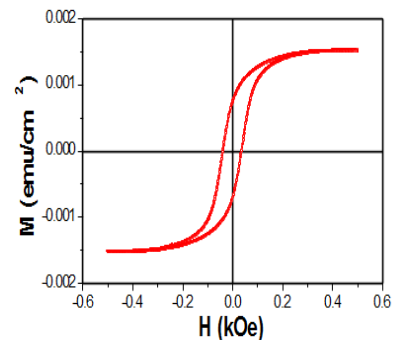
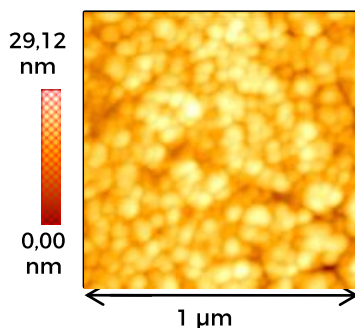
- Verre sodocalcique
- Dépôt par drop casting
- Traitement thermique 150°C
- Epaisseur = 100 à 300 nm
- TRL2



✓ Revêtements ferrimagnétiques

▪ Sol gel inorganique

- quartz
- Dépôt par spin coating
- Traitement thermique 700°C
- Epaisseur = 250 nm
- $M_s = 83 \text{ emu/cm}^3$
- TRL 3-4



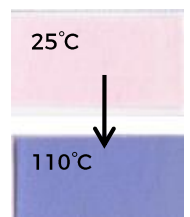
✓ Revêtements thermochromes réversibles ou irréversibles

▪ Sol-gel hybride avec pigments thermochromes

- Réversible-pigments organiques commerciaux
- Irréversible-pigments inorganiques RBnano
- Substrats divers
- T° transitions de 110°C à 250°C
- Dépôt par spray
- Traitement thermique 80°C
- Epaisseur = 20 μm



Transition réversible
bleu \rightarrow incolore
 $T^\circ = 35^\circ\text{C}$



Transition irréversible
rose \rightarrow bleu