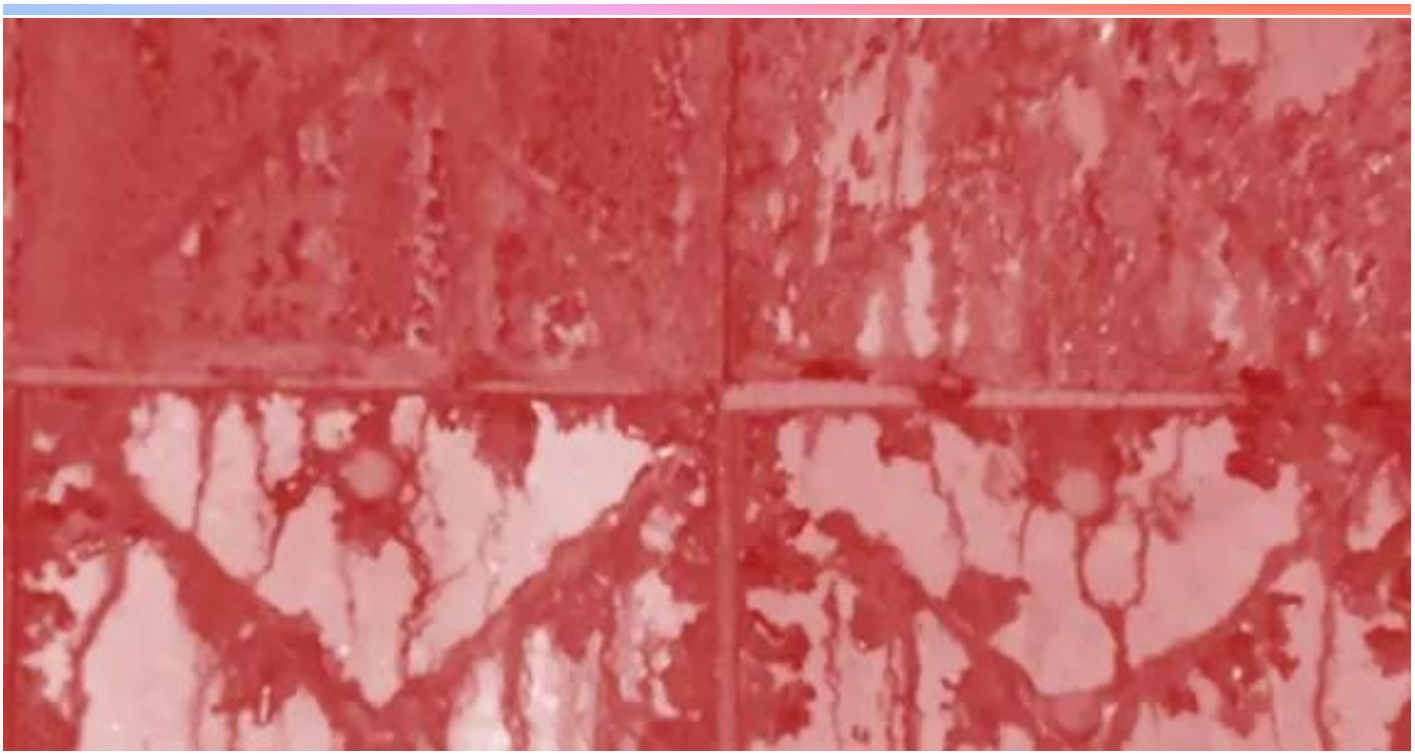


Additifs anticorrosion biosourcés partie 2

21 janvier 2026, 11:11

Pieter Samyn

Applications, secteurs et logique de formulation basée sur la biomasse

Comme nous l'avons expliqué dans le premier article de cette série, les additifs anticorrosion biosourcés combinent des avantages environnementaux et des mécanismes fonctionnels de protection contre la corrosion. C'est toutefois au niveau de l'application que leur valeur réelle devient évidente. Les environnements corrosifs varient considérablement d'un secteur à l'autre, tout comme les exigences de performances, les contraintes réglementaires et les considérations économiques.

Dans ce deuxième article, nous examinons :

- Où et comment les additifs biosourcés sont appliqués
- Suelles sources de biomasse sont pertinentes
- Comment la logique de formulation fait le lien entre les propriétés des matériaux et les défis réels dus à la corrosion

Découvrez tous les articles de cette série

- Des composants petits mais puissants pour des revêtements écologiques
- Additifs biosourcés : valorisez vos résidus
- Des résidus agricoles aux revêtements haute performance
- Réutilisation des déchets de coquilles d'œufs en charge fonctionnelle pour revêtements
- De déchets agricoles à revêtements performants
- Les isocyanates biosourcés dans les revêtements en polyuréthane sont-ils une bonne idée ?
- Additifs anticorrosion biosourcés partie 1
- Additifs anticorrosion biosourcés partie 2 ? *Article actuel*
- Optimisez la formulation des revêtements grâce aux analyses
- Comment choisir des liants biosourcés pour les revêtements ?

Domaines d’application et exigences spécifiques au secteur

Construction et infrastructures

Dans le secteur de la construction, la protection contre la corrosion concerne principalement l’acier d’armature dans le béton, les poutres porteuses et les composants métalliques exposés des ponts, des tunnels et des immeubles de grande hauteur. La pénétration de chlorures provenant des sels de déneigement et les processus de carbonatation accélèrent la corrosion des armatures, entraînant des fissures et une diminution de la capacité portante.

Les systèmes de protection combinent généralement des apprêts, des produits d’isolation et des couches de finition hydrofuges. Des additifs biosourcés tels que les tanins et les lignosulfonates sont utilisés dans les apprêts et les systèmes pour béton afin de réduire la pénétration des chlorures et de ralentir la carbonatation. Leur rôle est principalement de freiner la dégradation et de renforcer les propriétés barrières, prolongeant ainsi la durée de vie des matériaux exposés à l’extérieur.

Environnements marins et offshore

Les environnements marins comptent parmi les plus agressifs sur le plan de la corrosion. Le brouillard salin, l’humidité élevée, l’exposition cyclique aux conditions humides et sèches et l’encrassement biologique imposent des exigences extrêmes aux systèmes de revêtement des navires, des plateformes offshore et des infrastructures portuaires.

Les architectures multicouches dominent, associant des apprêts sacrificiels, des couches intermédiaires époxy et une finition résistante aux UV. Au sein de ces systèmes, le recours aux inhibiteurs biosourcés et aux additifs intelligents est de plus en plus souvent envisagé afin de réduire la fréquence de la maintenance et l’impact environnemental. À titre d’exemples, citons les couches d’accrochage à base de chitosane qui contiennent des inhibiteurs biologiques encapsulés

pour un effet d’autoréparation, ainsi que les composants d’origine biologique qui réduisent la corrosion sous les dépôts dus à l’encrassement.

Secteurs automobile, ferroviaire et aérospatial

Les véhicules sont exposés aux sels de voirie, à l’humidité et aux variations de température. La protection contre la corrosion doit donc offrir le bon équilibre entre durabilité, aspect et compatibilité avec les processus. Actuellement, les apprêts électrolytiques, les solutions contenant du zinc et les couches de finition en phase aqueuse sont majoritairement utilisés.

Le recours aux additifs biosourcés se justifie principalement par des objectifs de durabilité et par la volonté de réduire la teneur en COV des formulations. La passivation à l’acide tannique dans les apprêts en phase aqueuse et les systèmes époxy modifiés à la lignine sont étudiés pour maintenir la résistance à l’ébréchure et limiter la corrosion cheminante. Dans les secteurs ferroviaire et aérospatial, des contraintes supplémentaires telles que la réduction du poids, la résistance au feu et la stabilité aux UV orientent les choix de formulation.

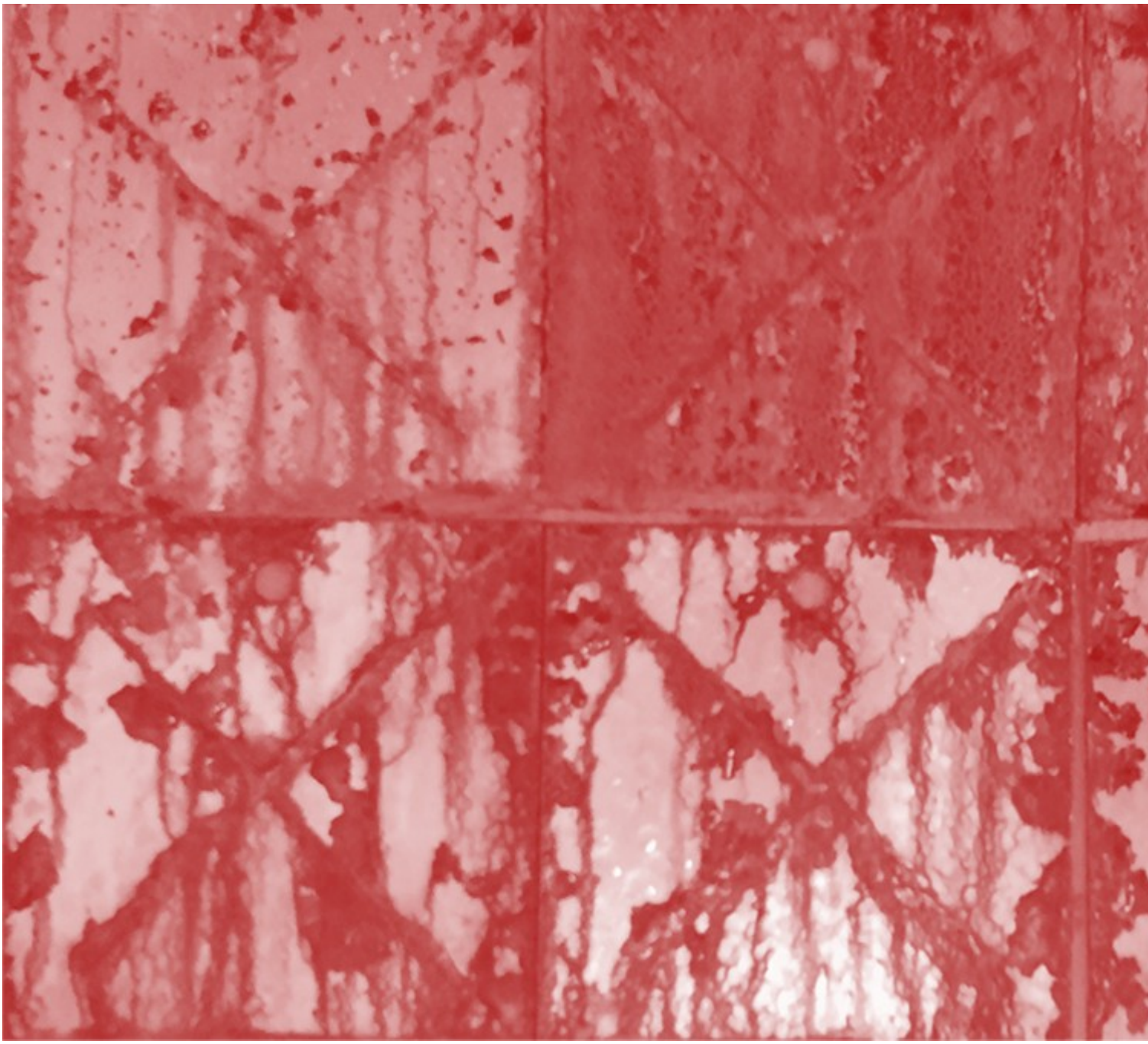
Équipements industriels et systèmes énergétiques

Les équipements industriels fonctionnent dans des environnements très variés, allant des flux de processus acides aux sites arides exposés à un rayonnement UV intense. Les pipelines, les réservoirs de stockage, les éoliennes et les structures des installations photovoltaïques nécessitent des revêtements qui résistent aux attaques chimiques, à l’abrasion et aux intempéries.

Dans les applications pétrolières et gazières, la protection contre la corrosion induite par le CO2 et le H2S reste critique. Dans les installations d’énergie renouvelable, la résistance à long terme sous des vents salins est fondamentale. Les systèmes de revêtement hybrides incorporant des inhibiteurs biosourcés sont évalués pour leur capacité à réduire l’empreinte environnementale tout en conservant des performances élevées.

Électronique et biens de consommation

Les applications sur des produits de plus petite taille, comme les composants électroniques, les connecteurs et les appareils électroménagers, nécessitent une protection anticorrosion uniforme et de faible épaisseur afin de préserver la fonctionnalité de ces produits. Ici, ce sont les inhibiteurs en phase vapeur et les revêtements en couche mince qui sont couramment utilisés. Des composants biosourcés sont à l’étude pour contrôler l’humidité et prévenir l’oxydation dans les environnements humides.



Sources de biomasse pour les additifs anticorrosion

1. Polyphénols et tanins

Les polyphénols comprennent les tanins hydrolysables et les tanins condensés, dérivés de l’écorce, des feuilles, des fruits et des sous-produits agricoles. Leurs multiples groupes phénoliques permettent une forte interaction avec les surfaces métalliques.

Mécanismes clés :

- Formation de couches de conversion fer-tannate par complexation
- Adsorption et chélation qui suppriment la dissolution anodique
- Activité antioxydante qui stabilise les liants organiques

Rôles dans la formulation : ils sont utilisés dans les apprêts en phase aqueuse, les solutions passivantes et les post-traitements, souvent comme alternatives aux rinçages à base de chromate. La distribution du poids moléculaire et le contrôle du pH sont essentiels pour les performances et le comportement de lixiviation.

2. Chitosane

Le chitosane est obtenu par désacétylation de la chitine provenant de carapaces de crustacés ou de la biomasse fongique. Il s'agit d'un polysaccharide filmogène et biodégradable présentant un caractère cationique dans des conditions modérément acides.

Mécanismes clés :

- Interaction électrostatique avec les oxydes métalliques
- Formation de films denses liés par des ponts hydrogène
- Activité antimicrobienne dans les environnements sujets à l'encrassement

Rôles dans la formulation : le chitosane sert de liant d'apprêt, de promoteur d'adhérence ou de composant dans les systèmes barrières multicouches. La modification chimique améliore la solubilité, la flexibilité et la capacité de chélation, tandis que la réticulation renforce la résistance à l'état humide.

3. Lignine et lignosulfonates

La lignine est un sous-produit de la production de pâte à papier, de papier et de bioéthanol. Sa structure aromatique lui confère des propriétés hydrophobes et de stabilité chimique.

Mécanismes clés :

- Effet antioxydant et filtre UV
- Inhibition modérée de la corrosion par chélation et adsorption
- Protection indirecte par la stabilisation du revêtement

Rôles dans la formulation : la lignine est utilisée comme précurseur de biopolyol, diluant réactif ou charge nanoparticulaire. Les lignosulfonates agissent comme dispersants pour les pigments tout en contribuant à une inhibition secondaire.

4. Huiles végétales et acides gras

Les huiles végétales issues du soja, du colza, du tournesol ou du lin servent de matières premières renouvelables pour les liants et les inhibiteurs.

Mécanismes clés :

- Formation d'une barrière hydrophobe
- Réseaux réticulés dans les systèmes alkyde et polyuréthane
- Inhibition de type adsorption par des dérivés d'amides gras

Rôles dans la formulation : les applications comprennent les résines alkydes dans les apprêts, les huiles époxydées comme plastifiants et les inhibiteurs dérivés d'acides gras pour la protection temporaire et les pipelines. Le comportement de durcissement par oxydation nécessite un contrôle minutieux.

5. Nanocellulose

La nanocellulose est produite en décomposant les fibres de cellulose en structures nanométriques présentant une surface de contact et une résistance élevées.

Mécanismes clés :

- Création de voies de diffusion tortueuses pour l'eau et les ions
- Renforcement des réseaux de revêtement
- Fonction de transport pour les inhibiteurs actifs à libération déclenchée

Rôles dans la formulation : la nanocellulose agit comme modificateur rhéologique, composant liant ou plateforme de distribution pour les inhibiteurs de corrosion. La modification des surfaces est essentielle pour équilibrer la sensibilité à l'humidité et les performances de barrière.

Systèmes hybrides et nano-activés

Comme expliqué dans le premier article, les architectures hybrides définissent de plus en plus les stratégies avancées de protection contre la corrosion. Les polymères biosourcés sont associés à des nanoparticules inorganiques afin d'obtenir des synergies.

Quelques concepts typiques :

- Nanoparticules de chitosane ou de lignine chargées d'inhibiteurs inorganiques bénins
- Transporteurs de nanocellulose permettant une libération déclenchée par le pH au niveau des sites problématiques
- Carbones graphéniques dérivés de la biomasse pour améliorer l'effet barrière et l'isolation électrique

Ces systèmes réduisent la quantité totale d'inhibiteurs tout en prolongeant la durée de vie et en préservant des formulations à faible teneur en COV. Une dispersion et une validation appropriées dans des conditions d'exposition réalistes restent essentielles.

Conclusion

Les additifs anticorrosion biosourcés traduisent les ambitions de durabilité en solutions de revêtement pratiques s'adressant à divers secteurs. Chaque source de biomasse apporte une fonctionnalité chimique distincte, allant de la passivation polyphénolique à la formation d'une barrière hydrophobe, en passant par la distribution nano-activée.

Intégrés dans des systèmes de revêtement hybrides, ces additifs offrent une protection durable contre la corrosion tout en concrétisant les principes de l'économie circulaire. À mesure que l'approvisionnement se standardise et que les connaissances en matière de formulation

progressent, les solutions biosourcées satisfont voire dépassent de plus en plus souvent les critères de performance conventionnels.

Aperçu de la série

Les additifs anticorrosion biosourcés ne sont plus des concepts expérimentaux. Ils deviennent des composants fonctionnels dans les apprêts, les couches de finition, les traitements de surface et les fluides de traitement. En combinant adsorption, chélation, formation d'un film hydrophobe et stabilisation antioxydante, ils offrent une protection tout en contribuant à l'atteinte des objectifs de durabilité.

Comme exposé dans le premier article de cette série, les additifs anticorrosion biosourcés sont influencés par des mécanismes à l'échelle du système, des facteurs réglementaires et de marché, ainsi que par la transition vers des systèmes de revêtement en phase aqueuse et à faible teneur en COV.

Découvrez l'autre article de la série :

- Partie 1 : contexte, mécanismes, facteurs et informations au niveau du système

Découvrez le projet VLAIO COOCK+ AddBIO

Sirris participe à des recherches sur la conversion de la biomasse résiduelle en additifs anticorrosion et hydrophobes fonctionnels dans le cadre du projet VLAIO COOCK+ AddBIO.

Découvrez le projet VLAIO COOCK+ AddBIO

Vous envisagez le recours à des solutions biosourcées pour la protection contre la corrosion ?

Contactez Pieter Samyn pour échanger sur ce sujet et évaluer les opportunités ensemble.

Contactez-nous

Auteurs



Pieter Samyn