

# VOM

augustus 2020 • août 2020

# 04/2020 info



PB-PP  
BELGIE(N)-BELGIQUE  
Afgiftekantoor Gent X  
P 702039

verschijnt niet in januari, maart, mei, juli, september en november/ne paraît pas en janvier, mars, mai, juillet, septembre et novembre

verantw. uitg./éd. resp.: Veerle Fincken, Kapeldreef 60, 3001 Leuven

Prijs los nummer/Prix au numéro: € 6

## THEMANUMMER

CORROSIE & PREVENTIE

## NUMÉRO THÉMATIQUE

CORROSION & PRÉVENTION

## CURSUS

VOORBEHANDELING (CHEMISCH & STRALEN)

22/09/2020

PAAL

## DAGOPLEIDING

KWALITEITSCONTROLE VOLGENS QUALISTEELCOAT

29/09/2020

Rotselaar

## CURSUS

POEDERCOATEN 2020

Start 12/10/2020

Zwijnaarde

## DAGOPLEIDING

CORROSIE & PREVENTIEVE MAATREGELEN

15/10/2020

Leuven

## CURSUS

SURFACE FINISHING 4.0.

Start 20/10/2020

Berchem

2-maandelijks blad van / Bulletin bimensuel





*Corrosion problems?*  
**You are safe with us.**



**We control every  
corrosion-related  
problem.**

- Corrosion/coating testing
- Failure analysis
- Corrosion/coating inspection and monitoring
- Risk-Based Inspection and corrosion studies

Wingepark 43, 3110 Rotselaar, Belgium  
+32 16 39 60 00  
info@METALogic.be  
**metalogic.be**

## Absoluut betrouwbaar. Zelfs onder zware omstandigheden.

DE NIEUWE MMS® INSPECTION SERIE

MMS® INSPECTION DFT: de nieuwe standaard voor laagdiktemeting van zware corrosiebescherming. Meet zowel op stalen- als aluminiumsubstraten met de flexibele dubbele sonde. Geheel in overeenstemming met internationale normen, waaronder SSPC-PA2. Maakt elke inspectie gemakkelijk met LED-, trillings- en geluidssignalen. Bestand tegen stoten, stof en waterstralen.

[www.helmut-fischer.com](http://www.helmut-fischer.com)



2-maandelijks blad van de Belgische  
vereniging voor oppervlaktetechnieken  
van materialen VZW

Bulletin bimensuel de l'association belge  
des traitements de surface  
des matériaux ASBL

AUGUSTUS 2020  
jaargang 42

AOÛT 2020  
année 42

**REDACTIE  
COMITÉ DE RÉDACTION**

B. Bertrand  
R. Bode  
V. Fincken  
M.D. Van den Abbeele  
H. Versmissen

**REDACTIE, ABONNEMENTEN,  
ADVERTENTIES  
RÉDACTION, ABONNEMENTS,  
PUBLICITÉ**

Veerle Fincken  
E-mail: [info@vom.be](mailto:info@vom.be)

Prijs abonnement (6 nrs.) /  
Prix abonnement (6 n°s): € 36  
Prijs los nummer / Prix au numéro: € 6

Oplage / Tirage: 1900 ex.

Kapeldreef 60  
3001 Leuven  
T +32 (0)16 40 14 20  
F +32 (0)16 29 83 19  
E-mail: [info@vom.be](mailto:info@vom.be)  
Website: [www.vom.be](http://www.vom.be)

**VERANTWOORDELIJKE UITGEVER  
ÉDITEUR RESPONSABLE**

Veerle Fincken  
Kapeldreef 60  
3001 Leuven

**COVER**

Beelden aangeleverd door / Images  
fournies par: BIL, Labomat  
en/et Material Consult

De uitgever is niet verantwoordelijk voor de  
inhoud van de gepubliceerde artikels.  
L'éditeur décline toute responsabilité quant  
au contenu des textes publiés.

# ÉDITORIAL

## Het nieuwe normaal.

De coronacrisis is direct van invloed op de supplychain in de oppervlaktebehandelende industrie. Of het nu gaat om vraaguitval of leveringsproblemen, de afhankelijkheid van bedrijven onderling in de keten is zichtbaarder dan ooit.

Het aantal bedrijven dat onderuitgaat is nu nog marginaal. Maar de orderboekjes moeten terug gevuld worden want anders wordt de keten onderbroken. Het is daarom belangrijk te kijken hoe we omgaan met de crisis na covid-19.

VOM meent dat digitale innovatie in de industrie - dat al aan een opmars bezig was - door de uitbraak van COVID-19 aan urgentie zal winnen. Bedrijven die vooroplopen met een connected supplychain hebben niet alleen contact met hun leverancier, maar ook met de leverancier van de leverancier. Zo zijn partijen zo vroeg mogelijk in de keten op de hoogte van hun plannen. Integratie de andere kant op, door contact met de klanten van klanten, zorgt dat bedrijven duidelijker in beeld hebben wat de wensen van de eindconsument zijn. Hiermee kunnen ze planning en productie stroomlijnen.

De toekomst zal gaan over integreren en optimaliseren van digitale en technologische middelen met de juiste competenties op elke werkplek.

---

## La nouvelle normalité.

La crise du coronavirus affecte directement la chaîne d'approvisionnement de l'industrie du traitement de surface. Que ce soit en termes de défaillance de la demande ou de problèmes d'approvisionnement, l'interdépendance des entreprises de la chaîne est plus visible que jamais.

Le nombre d'entreprises qui font faillite est encore marginal. Mais les carnets de commande doivent à nouveau se remplir, sinon la chaîne sera interrompue. C'est pourquoi il est important de voir comment nous allons gérer la crise après le covid-19.

La VOM estime que l'innovation numérique dans l'industrie - qui était déjà à la hausse - deviendra plus urgente suite à l'apparition de COVID-19. Les entreprises qui travaillent avec une chaîne d'approvisionnement connectée sont non seulement en contact avec leur fournisseur, mais aussi avec le fournisseur du fournisseur. Ainsi, les parties sont informées de leurs projets le plus tôt possible dans la chaîne. Par ailleurs, l'intégration, par le contact avec les clients des clients, garantit que les entreprises ont une idée plus précise des souhaits du consommateur final. Cela leur permet de rationaliser la planification et la production.

L'avenir consistera à intégrer et à optimiser les ressources numériques et technologiques avec les bonnes compétences sur chaque lieu de travail.

# AGENDA

## VIRTUAL EUROCORR 2020

7/09/2020-11/09/2020

The EUROCORR 2020 cannot take place in Brussels due to COVID-19 pandemic restrictions. It will be replaced by a virtual EUROCORR.

i eurocorr@dechema.de  
<https://eurocorr.org>

## GLOBAL INDUSTRIE 2020

16/03/2021 – 19/03/2021

Spanning the full spectrum of skills, expertise, solutions and know-how in 40 major industry sectors as a result of the coming together of 4 of France's leading shows: MIDEST (industrial subcontracting), SMART INDUSTRIES (connected, collaborative and efficient industry), INDUSTRIE (production technologies and equipment) and TOLEXPO (sheet metal solutions and equipment)

📍 Eurexpo, Lyon, France  
i <https://www.global-industrie.com/fr>

## HANNOVER MESSE

12-16/04/2021

📍 Hannover  
i Deutsche Messe AG  
T: +49 (0)511 89-34466  
<https://www.hannovermesse.de/en/>

## ALUMINIUM 2020, 13th World Trade Fair & Conference

18-20/05/2021

📍 Exhibition Center Düsseldorf  
i <https://www.aluminium-messe.com/en>

## MATERIALS+EUROFINISH+SURFACE 2021

26+27/05/2021

📍 Koningshof, Veldhoven (NL)  
i VOM, Veerle Fincken,  
v.fincken@vom.be  
T: +32 (0)16 40 14 20  
<https://materials-eurofinish-surface.com/>

## PARTS2CLEAN

05-07/10/2021

International Trade Fair for Industrial Parts and Surface Cleaning

📍 Messe Stuttgart  
i Deutsche Messe AG  
Messegelände  
30521 Hanover, Germany  
T: +49 (0)511 890  
E: [info@messe.de](mailto:info@messe.de) [www.parts2clean.de/home](http://www.parts2clean.de/home)

## TECHNISHOW & ESEF MAAKINDUSTRIE MAART 2022

📍 Jaarbeurs, Utrecht NL  
i Jaarbeurs  
E: [service@jaarbeurs.nl](mailto:service@jaarbeurs.nl)  
<https://www.technishow.nl/>  
<https://www.maakindustrie.nl/esef/>

## SURFACE TECHNOLOGY STUTTGART

21-23/06/2022

International trade fair for surface treatments and coatings

📍 Messe Stuttgart  
i Deutsche Messe AG  
Messegelände  
30521 Hanover, Germany  
T: +49 (0)511 890  
E: [info@messe.de](mailto:info@messe.de)  
[www.surface-technology-germany.de](http://www.surface-technology-germany.de)

## PAINTEXPO

26-29/04/2022

📍 Karlsruhe, Germany  
i [beck@fairfair.de](mailto:beck@fairfair.de)  
<https://www.paintexpo.de/en/>

## VOMinfo oktober 2020:

### HET BELANG VAN LABELS & CERTIFICATEN

Geen onderwerp in de bedrijfsvoering of er bestaat wel een label, keuring of certificaat waarmee bedrijven hun vak-kundigheid bevestigen. Critici vragen zich luidop af of al die labels wel zin hebben. Uit de praktijk blijkt dat het aantal bedrijven dat gaat voor een label of certificaat, zeker niet afneemt. Bedrijven zijn wel degelijk overtuigd van de meerwaarde ervan. In dit nummer bekijken we de meest gangbare labels in de oppervlakte-behandeling. We laten bedrijven aan het woord die een bepaald label bezitten, en willen weten waarom ze hier op inzetten en wat voor hen de meerwaarde, maar ook de pijnpunten zijn.

Afsluitdatum: 07/09/2020

Verschijningsdatum: 02/10/2020

## VOMinfo Octobre 2020:

### L'IMPORTANCE DES LABELS ET DES CERTIFICATS

Pour pratiquement toute opération commerciale, il existe un label, un contrôle ou un certificat permettant aux entreprises d'authentifier leur expertise. Les esprits critiques se demandent néanmoins si tous ces labels ont un sens. Dans la pratique, on constate que le nombre d'entreprises qui optent pour un label ou un certificat ne diminue pas. Les entreprises sont bien convaincues de la valeur ajoutée de celui-ci. Dans ce numéro nous examinons les labels les plus courants dans le domaine du traitement de surface. Nous donnons la parole aux entreprises possédant un label précis : pourquoi opter pour un label, quelle en est la valeur ajoutée mais aussi quels en sont les inconvénients.

Date de soumission matériel: 07/09/2020

Date de parution: 02/10/2020

# INHOUD SOMMAIRE

## 03 EDITORIAAL - ÉDITORIAL

---

## 04 AGENDA

---

## 06 WIE ZIJN WIJ / QUI SOMMES-NOUS

06 Deprez Construct: continu innoveren

---

## 07 - 30 THEMANUMMER:

**CORROSIE & PREVENTIE**

**NUMÉRO THÉMATIQUE:**

**CORROSION & PRÉVENTION**

07 BIZ.VOM: corrosieonderzoek in de industrie en de academische wereld

---

11 BIZ.VOM: la corrosion aqueuse des métaux zingués

---

13 Courante schadefenomenen bij roestvast staal (Belgisch Instituut voor Lastechniek)

---

15 L'inox ne rouille pas? Un mythe qu'il faut combattre (Chimiderouil)

---

18 Oplossingen tegen een stille dood door corrosie of slijtage (iRevitalise)

---

19 Relatieve vochtigheidscontrole in moderne corrosietesten (Labomat)

---

20 L'électrochimie au service des revêtements et des phénomènes de corrosion (Materia Nova)

---

23 Grond: van goedaardig tot corrosieverwekkend (Material Consult)

---

24 Corrosie? Meten is weten! (Metalogic)

---

26 Extra bescherming door nieuwe poederprimers (Protech-Oxyplast)

---

28 Het SOCORRO-project mikt op een slimme aanpak van corrosie (SIRRIS)

---

29 Bestuderen van het initieel contact tussen organische coatings en waterige oplossingen met instantane impedantie (VUB-SURF)

---

## 31 VOM INFO

31 L'équipe de la VOM est à votre service

## Deprez Construct: continu innoveren

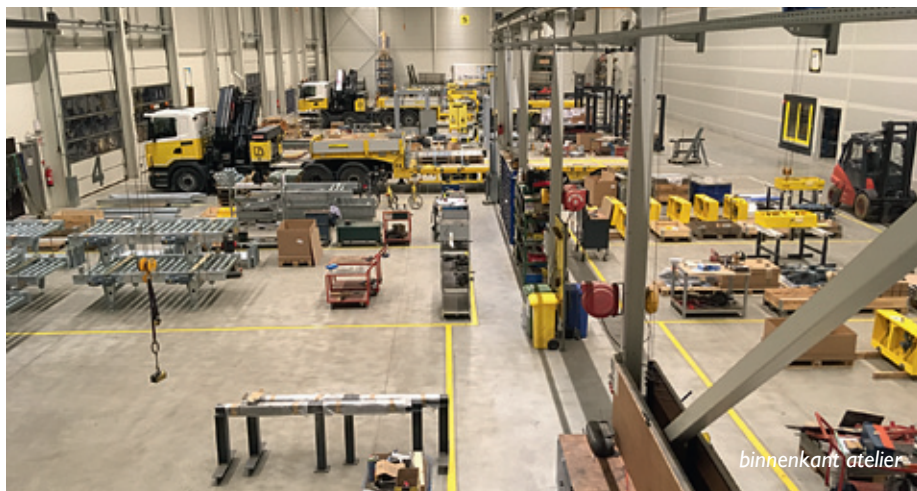
**i** Deprez Construct  
Johan Deprez

Wie langs de ingang van nieuw VOM-lid Deprez Construct in Kortemark passeert, zou niet vermoeden dat er even verderop een heuse bedrijfsite van meer dan 61.000 m<sup>2</sup> ligt. Gelegen op de terreinen van het voormalige Opmetaal, nam Deprez er in 2017 zijn intrek en bouwde er een nagelnieuw atelier om zo te beantwoorden aan de exponentiële groei van het bedrijf.

### TOTAALPROJECTEN IN DRIE SECTOREN

Deprez Construct werd in 1984 opgericht door Johan Deprez en Germana Breda. Wat begon als een bijberoep om valbrekers voor aardappelen te ontwerpen, groeide in enkele jaren tijd uit tot een volwaardig bedrijf. Sindsdien concentreert Deprez Construct zich op totaalprojecten waarbij de focus ligt op het uittekenen, produceren, monteren en onderhouden van complete installaties. Ook het ontwikkelen van machines op maat behoort tot de core business van Deprez.

Deze totaalprojecten worden voor klanten in drie specifieke sectoren gemaakt: **voeding, bulkoverslag en recyclage**. Hoewel die laatste twee een significant onderdeel zijn van het klantenbestand in vooral België en Nederland, is het vooral



in de voeding dat Deprez Construct globaal zijn stempel drukt, dankzij projecten in onder andere de aardappel- en diervoedingsector van de Verenigde Staten over Europa tot in Australië.

### INVESTEREN IN DE TOEKOMST

Met tal van lopende projecten overall ter wereld en een team van 70 enthousiaste medewerkers, is het voor Deprez Construct belangrijk om een rechtlijnige beleidsvisie uit te bouwen. Daarvoor werd 'CARE' opgesteld, wat staat voor **Creatief, Ambitieuw, Respect en Excellent**. Deze visie houdt in dat Deprez Construct een leidersrol wil nemen door continu te

innoveren en te investeren in uitdagende projecten met een hoge meerwaarde. Dat lukt enkel maar door respectvol om te gaan met zowel medewerkers, klanten als leveranciers en zo op alle mogelijke vlakken een kwalitatieve samenwerking aan te gaan.

Innovatie vraagt echter ook om investeringen. Het atelier van 9.000 m<sup>2</sup> dat bij aankomst in Kortemark gebouwd werd, bevat onder andere 12 meter hoge automatische magazijnen. Maar de site krijgt deze zomer nog een uitbreiding van 7.100 m<sup>2</sup>. Daarin zal er zowel een volautomatische poederlakininstallatie voor delen tot 6 meter lang gevestigd zijn, maar ook een natlakininstallatie voor grote delen tot 14 meter lang. Dit alles om de op maat gemaakte machines met een performante coating te kunnen afwerken.

Johan en Germana houden echter niet meer alleen het schip op koers. Sinds enkele jaren is de opvolging verzekerd met hun zoon Jeroen die aan boord is gekomen. Als huidig productieverantwoordelijke leert hij alle kneepjes van het vak om straks het roer over te nemen. Zo is de blik van Deprez Construct steeds op de toekomst gericht, een toekomst vol ambities en uitdagingen.



Johan en Jeroen Deprez



# BIZ.VOM: corrosieonderzoek in de industrie en de academische wereld

EUROCORR 2020, het wereldcongres van European Federation of Corrosion, zou normaal gezien neerstrijken in SQUARE te Brussel van 6 t.e.m. 10 september. Echter omwille van Covid-19 is het fysieke congres geschrapt en vervangen door een virtueel congres.

Het thema was "Closing the gap between industry and academia in corrosion science and prediction". Omwille van het belang van dit thema, bracht VOM op 1 juli enkele experts uit de academische wereld en uit de industrie samen rond de virtuele tafel.

Er bestaan heel wat types corrosieverschijnselen en nog meer remediërende maatregelen. Om het gesprek richting te geven reikten we enkele stellingen aan, die tijdens het gesprek uitgediept werden met de aanwezige corrosie-experten, uit de wetenschappelijke en industriële wereld.

Wat is corrosie? Verstaat iedereen daar hetzelfde onder? En hoe zit het eigenlijk met die gap tussen de academische wereld en de industrie? Welke vormen van corrosie zijn er momenteel actueel? Hoe staat het met de ontwikkeling en de betrouwbaarheid van voorspellende modellen? En wat weten we al over corrosie van 3D-geprinte stukken? Er was voldoende stof tot discussie.

**Laten we starten met de basis. Geef eens een duidelijke en bondige definitie van corrosie.**

Herman Terry: "Er zijn drie voorwaarden voor corrosie: een potentiaalverschil tussen een anode en een kathode, een metalische geleider en een elektrolyt oplossing. Atomen neigen steeds naar hun meest stabiele thermodynamische toestand. Bij



Herman Terry, YUB-SURF

de meeste metalen, ijzer, aluminium, zink is dit de geïoniseerde of geoxideerde vorm. Daardoor treedt corrosie spontaan op. Als er één van de voorwaarden opgeheven wordt, kan er geen corrosie plaatsvinden. Corrosie remediering probeert één van deze drie voorwaarden weg te nemen. Coatings zorgen b.v. ervoor dat anode en kathode afgeschermd worden t.o.v. het elektrolyt. Zo wordt het elektrisch circuit onderbroken."

Gunnar Ackx: "Corrosie is een spontane degradatie van het materiaal ten gevolge van de interactie met de omgeving, die meestal ongewenst is."

Jens Conderaerts: "Anders dan bij degradatie door breuken of slijtage (b.v. door wrijving), wordt er bij corrosie geen energie toegevoegd. In tegendeel, de atomen keren spontaan naar een lager energetisch niveau."

Corrosie is niet altijd ongewenst. Elke batterij is namelijk een corrosie-systeem. Ook passivering is een gewenste vorm van corrosie, waarbij spontaan door elektrolyse een onoplosbare oxidelaag gevormd wordt. B.v. in het geval van anodisatie van aluminium, gebruikt men een anodische

reactie die vaak op oppervlakken wordt toegepast om verdere corrosie te vermijden.

Frans Vos: "In de meeste corrosie-systemen speelt zuurstof een rol, maar dat is zeker niet altijd het geval. In zuurstofarme of zuurstofloze omgevingen kan de rol van zuurstof perfect worden overgenomen door b.v. de waterstofreactie  $2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$ ."



Frans Vos, Materials Consult

**Hoe groot is eigenlijk de "gap" tussen industriële en wetenschappelijke wereld in het onderzoek en de voorspelling van corrosie? Wie stuurt wetenschappelijk onderzoek aan? Welk aandeel heeft de praktijkervaring van de industrie hierin? Zijn er sectorale verschillen te constateren in de aanpak van het onderzoek?**

Vooraf grote bedrijven met noemenswaardige R&D activiteiten zijn intensief betrokken bij corrosie-onderzoek. Zij hebben vaak zeer specifieke thema's of problematieken waar ze oplossingen voor zoeken, die de state-of-the-art nog niet biedt. Bij kleinere ondernemingen ontbreekt het vaak aan de onderzoekscapaciteit en de

focus om proactief op corrosie te werken. De kennis die bij onderzoekinstellingen beschikbaar is, is voor hen niet altijd even toegankelijk en relevant.

Jens Conderaerts: "BIL (Belgisch Instituut voor Lastechnieken) tracht de kennis en het onderzoek zo concreet mogelijk af te stemmen op de noden van de bedrijven. De uitdaging is vaak dat toegepast onderzoek dikwijls nog niet toegepast genoeg is, omdat elk bedrijf zijn eigenheid heeft naar vorm, gebruikte materialen en de omgeving waarin het product wordt blootgesteld."



Jens Conderaerts, BIL

Herman Terryn: "Corrosie heeft een negatieve connotatie. Daardoor bekijken veel bedrijven het pas als ze ermee geconfronteerd worden. Er worden zaken ontwikkeld om bepaalde eigenschappen te bekomen. Corrosie wordt zelden als een essentieel aspect in de ontwikkelingsfase meegenomen. In de industrie wordt eerder fout oplossend gewerkt, terwijl er in de academische wereld meer georganiseerd onderzoek wordt gevoerd naar corrosiepreventie. Ook onder druk van ecologische aspecten, wordt er veel nieuw onderzoek geïnitieerd. Denk maar aan heel het chroom6 discours."

Frans Vos: "In de ontwikkelingsfase zou inderdaad al veel corrosie kunnen worden vermeden. In die zin zou ook de materiaalselectie an sich als een deel van de ontwikkelingsfase moeten worden aanzien. Nog al te veel wordt er bij de ontwikkeling van nieuwe onderdelen en installaties gewerkt met bepaalde materialen 'omdat men het zo gewoon is', zonder het materiaal in vraag te stellen. Maar eigenlijk zou de materiaalselectie een integraal deel van

de ontwikkeling moeten zijn. Het materiaal moet immers gaan functioneren in een groter 'systeem', waarbij niet alleen met de nominale productieparameters moet worden rekening gehouden, maar bijvoorbeeld ook met transiënten zoals starten, stoppen, tijdelijke overshoot in temperatuur, onderhoud enz. 'Materiaalselectie' betekent daarbij niet noodzakelijk dat de uitkomst één welbepaald materiaal moet zijn. Het al dan niet gebruik maken van bijvoorbeeld coatings, passivering of andere corrosiebeschermingstechnieken zit daar mee in vervat."

Christine Buelens: "METALogic ondervindt een groot verschil tussen de procesindustrie en de technologische industrie. De procesindustrie heeft leren leven met corrosie en is meestal vrij goed op de hoogte van welke degradatie er plaatsvindt in hun installaties. Zij houden zich op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen en inspectietechnieken. In de technologische industrie zal men vaak bescherming zoeken van de gefabriceerde onderdelen, o.a. door het gebruik van coatings."

"Meer en meer worden in de industrie permanente monitoringsystemen ingebouwd om de integriteit van de installaties te bewaken. Ook wordt er vaak geïnvesteerd in een goed Risk-Based Inspectiesysteem om de integriteit onder controle te houden. Mits een onderbouwde risicoanalyse kunnen de inspectieplannen van installaties optimaal aangepast worden. Voor coatings wordt typisch visuele inspectie aangeboden, eventueel gekoppeld aan EIS (Elektrochemische Impedantie Spectroscopie) metingen."

Gunnar Ackx: "Voor eigenaars en uitbaters van corrosiegevoelige installaties moet het duidelijk zijn wat de implicaties kunnen zijn. Een risicoanalyse moet praktijkgericht en relevant zijn. SCICON voorziet daarom een vragenlijst die de klant invult. Dat geeft meteen inzicht in de potentiële risico's en kosten. Er kunnen dan heel gericht preventieve maatregelen genomen worden, zoals de juiste plaatsing van beschermende coatings."

Frans Vos: "Inspecties op zich en de input van de inspectieresultaten in risk assessments zijn uiteraard zeer belangrijk om over de integriteit van installaties en hun onderdelen te waken. Ik stel echter regel-

matig vast dat klanten onvoldoende zijn geïnformeerd over de beperkingen die eender welke inspectietechniek met zich meebrengt. Zo worden er in veel situaties slechts een zeer beperkt aantal inspecties uitgevoerd in verhouding tot bijvoorbeeld de laslengte of de gecoate oppervlakte, waarbij in veel gevallen de meest risicovolle plaatsen dan nog het moeilijkst voor inspectie bereikbaar zijn, zoals b.v. spleten, de binnenzijde van leidingen enz. Bovendien heeft elke inspectietechniek een beperkte resolutie. Het ergste vind ik dan nog dat er soms wordt gebruik gemaakt van technieken die op zich en naar mijn mening niet wetenschappelijk verantwoord zijn. Wat betreft dit laatste denk ik bijvoorbeeld aan manuele hechtingstesten van coatings, waar het resultaat in vele gevallen mee wordt bepaald door de kracht en snelheid waarmee de inspecteur de test uitvoert. Het is uiteraard belangrijk inspecties en testen uit te voeren, maar de bewustwording aangaande de aan iedere techniek verbonden beperkingen kan naar mijn mening toch wel beter."

De ondernemers en wetenschappers zijn het alleszins eens dat steeds meer onderzoek en kennis haar weg vindt naar de industrie. De groeiende vraag naar nieuwe oplossingen is sterk kost-gedreven. Meer globale concurrentie en dwingende ecologische richtlijnen drijven innovatie op het vlak van corrosiepreventie. Daardoor is er een trend naar meer kennisopbouw in de industrie en een proactief asset en risk management.

**Wat zijn de meest actuele corrosievormen? Corrosie onder isolatie CUI? Microbiologisch geïnduceerde corrosie MIC? Kan men een ranking maken van veel voorkomende types corrosie? Is reeds voldoende kennis beschikbaar om preventieve maatregelen te formuleren en om de gevolgschade te beperken.**

Een uitgesproken trend met meer aandacht voor specifieke vormen van corrosie is er niet. Het hangt er maar vanaf in welk onderzoeksdomein of welk toepassingsgebied je precies actief bent.

Herman Terryn vergelijkt het met de geneeskunde: "Een huisarts komt met zeer diverse aandoeningen in aanraking en stelt een algemene diagnose. Een specialist richt



zich enkel op zijn afgebakende vakgebied en kan daar diepgaander onderzoek in voeren. Waterstofbroosheid (Hydrogen embrittlement) is zo bijvoorbeeld een hot topic, specifiek bij kathodische bescherming van off-shore fundamente. Het hangt er maar vanaf in welke sector je actief bent.”

Jens Conderaerts: “De gecorrodeerde stukken die BIL in handen krijgt om onderzoek op uit te voeren, zijn vaak net die stukken waarvan men de corrosie niet (zo snel) verwachtte. Gecorrodeerde verbindingen van roestvast staal bijvoorbeeld. Het illustreert goed dat de voor- en de nabehandeling van een constructie zeker zo belangrijk zijn, dan het type materiaal dat gebruikt wordt.”

Gunnar Ackx: “Atmosferische corrosie is zonder twijfel de meest voorkomende vorm. We bouwen nog steeds hoofdzakelijk met staal en beton. Al die constructies en wapeningen corroderen vroeg of laat. Deze vorm van corrosie is goed gekend, maar wordt vaak onderschat. CUI en MIC worden meer en meer erkend. MIC is vaak moeilijker bereikbaar voor inspectie. Ook galvanische corrosie wordt nog steeds onderschat. We zien in-the-field vaak verbindingen van verschillende materialen die daar eigenlijk niet voor geschikt zijn.”



Erik Thomas sluit zich hierbij aan: “Galvanische corrosie is eigenlijk een eenvoudig principe: het gevolg van het elektrisch verbinden van edele metalen met minder edele metalen. Dit is inderdaad nog steeds onvoldoende gekend. Wat CUI betreft, voeg ik er graag aan toe dat, ondanks het

feit dat dit goed gekend is, er nog steeds geen ideale inspectietechniek beschikbaar is om CUI te testen. Op laboschaal zijn er dan weer tal van uitdagingen om CUI goed te simuleren. Daarom werken METALogic en een aantal andere bedrijven aan een testopstelling om op een gestandaardiseerde manier CUI te testen. Hieruit blijkt nogmaals de interesse voor CUI, niet alleen bij coatingfabrikanten maar ook bij producenten van isolatiematerialen.”

Frans Vos: “Welke corrosievormen het meest voorkomen, lijkt me zeker een interessante studie op zich. Er moet daarbij dan echter wel zorgvuldig worden omgegaan met de term ‘corrosievorm’. Wat is een ‘corrosievorm’? Zo schuilt achter het woord ‘spanningscorrosie’ bijvoorbeeld een welbepaald propagatiemechanisme. Wat betreft MIC en CUI gaat die vlieger echter niet op. ‘CUI’ is bijvoorbeeld een verzamelnaam voor alle corrosie die kan optreden omwille van de blootstelling van een installatie aan vochtige isolatie, maar dit kan zich uiten in diverse vormen; spanningscorrosie is daarbij slechts één van de vele mogelijkheden. In die zin kan spanningscorrosie dus ook CUI zijn, maar lang niet alle spanningscorrosie kan als CUI worden gecatalogeerd.”

**Lukt het ondanks oppervlaktebehandelingen niet om corrosie te voorkomen, dan zou het voorspellen ervan – weten waar en wanneer het optreedt – uitkomst kunnen bieden. Hoe wordt zo een voorspellend model initieel gevoed? Van waar komt de data zodat corrosiepredictie juist ingeschat wordt?**

Van voorspellende modellen wordt in alle disciplines veel verwacht. De vergelijking met de geneeskunde wordt opnieuw gemaakt. Denk bijvoorbeeld ook aan de weersvoorspellingen. Het is altijd moeilijk om betrouwbare modellen te ontwikkelen. De hoeveelheid, kwaliteit en relevantie van de inputdata is inderdaad nog een kritisch punt. Er zijn vaak enorm veel externe invloeden en die zijn erg moeilijk in kaart te brengen.

Gunnar Ackx: “Er is in concrete toepassingen meestal geen goede data beschikbaar om corrosie te modelleren en te voorspellen. We hebben wel veel ervaring en gebruiken die om onze klanten te ad-

viseren inzake kwaliteitsbeheersing. Het is een minder wetenschappelijke benadering, maar erg praktisch en doelgericht. Kennis van de materialen en ervaringen opgedaan in vroegere projecten bundelen we in toepasselijke richtlijnen, die een goede houvast zijn voor de te verwachten corrosie op de lange termijn.”

Herman Terryn: “Versnelde corrosietesten geven een indicatie van de snelheid waarmee constructies corroderen, maar ze bieden niet meteen een antwoord op de vraag waarom bepaalde metalen en hun coatings al dan niet sneller corroderen. Daarom is er een sterke vraag van bijna alle bedrijven naar een meer inzichtelijke predictie. VUB is betrokken in drie Europese en Vlaamse projecten op dit vlak. Deze behandelen de predictie van atmosferische corrosie op blote substraten (ThinCorr), het transportgedrag van coatings als interface tussen het metaal en de omgeving (Experimental validation of Dynamic Electrolyte Film Model) en de toepassing van AI (Artificiële Intelligentie) en ML (Machine Learning) in de optimalisatie van voorspellende modellen (IOT Atmospheric Corrosion Monitoring).”

Erik Thomas: “Versnelde corrosietesten zeggen iets over de performantie van een coatingsysteem onder gestandaardiseerde condities. Wanneer er een goede link is tussen een bepaalde test en de werkelijke levensduur, kunnen deze testen zeker helpen bij het ontwikkelen van nieuwe coatings. Om een antwoord te krijgen op de vraag waarom een bepaald coatingsysteem beter presteert dan een ander, helpt een techniek zoals EIS. Hiermee kan men niet alleen de barrière-eigenschappen, maar ook de water en ionendoorlaatbaarheid van de coating analyseren. Deze techniek wordt veelvuldig gebruikt bij het ontwikkelen van nieuwe coatings, vaak in combinatie met versnelde corrosietesten. Ook voor het opvolgen van coatings in situ wordt de techniek gebruikt. Zo kan vroegtijdig degradatie van een coating opgespoord worden, nog voor visuele tekenen van degradatie zichtbaar zijn.”

Frans Vos: “Veel wetenschappelijke instituten trachten betrouwbare modellen voor corrosie-initiatie en/of -propagatie op te stellen. Gezien het risico op en de snelheid van corrosie echter afhankelijk is van vele parameters (corrosie is immers een systeemeigenschap, geen materiaaleigen-

schap) en het tot op heden zeer moeilijk is om de variatie van alle relevante parameters in de modellering te betrekken, zijn de meeste modellen dermate aan randvoorwaarden gebonden dat zij veelal de industriële werkelijkheid niet op voldoende betrouwbare wijze benaderen. Er is ter zake zeker een gunstige evolutie waarneembaar, ook mee gedragen door de empirische data die veel meer en beter dan vroeger via RBI-systemen worden verzameld door de grotere bedrijven, maar er lijkt me nog een lange weg te gaan naar beter aan de industriële praktijk gevalideerde modellen.”

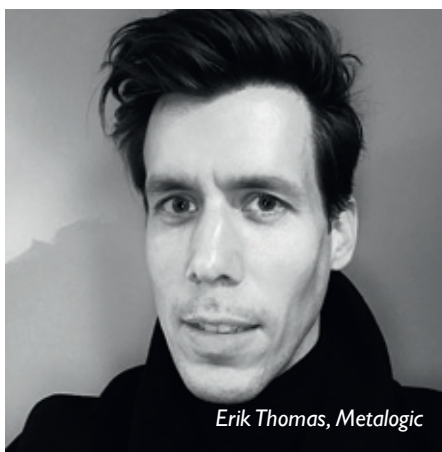
**De opkomst van 3D-metaalprinting gaat gigantisch snel. Is dit de nieuwe uitdaging van corrosie-onderzoek? Wat met het corrosiegedrag van deze geprinte stukken uit rvs, alu en titaan? Welke aanbevelingen zou u hier geven?**

Het corrosiegedrag van 3D-geprinte stukken is inderdaad nog een openliggend onderzoeksterrein. Het meeste onderzoek m.b.t. deze technologie is gericht op de mechanische specificaties van de stukken. Het leidt echter geen twijfel dat de oppervlakten van 3D-geprinte stukken verschillend zijn. Net als de warmtecyclus. Wellicht zijn er andere voor- en nabehandelingen nodig.

Herman Terryn: “Elk geprint metaal vormt een individuele metafysische structuur, met unieke eigenschappen. Op dit moment negeren veel fabrikanten het corrosieprobleem nog. Men ontwikkelt in functie van de belangrijkste functionele vereisten en het corrosievraagstuk wordt vooruit geschoven tot het zich effectief stelt. Niet enkel de corrosie-eigenschappen maar ook het anodisatiegedrag van titaan en alu geprinte stukken stelt ons nog voor vele uitdagingen. VUB beoogt verschillende onderzoeksprojecten in dit domein.”

Jens Conderaerts: “Door een ruwer oppervlak, en door interne spanningen, kunnen de 3D geprinte onderdelen meer gevoelig zijn aan bepaalde corrosievormen, b.v. putcorrosie of spanningcorrosie.”

Erik Thomas: “Corrosiebeschouwingen moeten reeds betrokken worden bij het design. Dat geldt voor 3D-geprinte stukken evenzeer als voor andere constructies.”



Erik Thomas, METALogic

**Tenslotte vroegen we onze panelleden nog enkele waardevolle tips vanuit hun werkterrein om corrosie te vermijden.**

Herman Terryn: “Kijk naar de essentiële voorwaarden, die nodig zijn om corrosie te hebben. Alle voorkomende systemen ter preventie van corrosie zijn erop voorzien om één van de mogelijkheden hoger vermeld te blokkeren. Denk hieraan bij het ontwerp van je constructies.”

Christine Buelens: “Breng potentiële corrosiemechanismen goed in kaart om het risico op falen zo goed mogelijk in te schatten. Gebruik daarna de juiste inspectietechnieken voor de juiste degradatiemechanismen. We adviseren onze klanten om bij het ontwerp al een screening uit te voeren naar het juiste materiaal en de meest geschikte inspectietechnieken. Ideaal is om een RBI programma op te starten bij een nieuwbouw.”

Jens Conderaerts: “Vertrouw niet blindelings in een bepaald type materiaal. Roestvast staal is geen magische oplossing. Het heeft zeker goede eigenschappen maar kan ook falen. Vraag dus steeds advies aan een corrosiespecialist.”



Christine Buelens, METALogic

Gunnar Ackx: “If you fail to prepare, prepare to fail. M.b.t. beschermende coatings betekent dit dat je het oppervlak maar beter goed voorbehandelt, alvorens de coating aan te brengen. Dat voorkomt een heleboel kopzorgen en kosten achteraf.”

Frans Vos: “Denk bij de woorden ‘corrosie’ en ‘corrosiepreventie’ steeds binnen het ‘systeem’ waarin corrosie actief is en/of moet worden voorkomen. Het ene materiaal (metaal, maar ook b.v. een coating) is misschien wel geschikt voor het ene milieu, maar niet voor een ander milieu. Niet alle materialen zijn geschikt voor hoge-temperatuur-applicaties in bijvoorbeeld fornuizen. En zorg er voor om in het ‘systeemdinken’ ook alle transiënten te beschouwen. Zo wordt condensvorming bij stoppen van een hoge-temperatuur-installatie vaak uit het oog verloren. En niet te vergeten: ook onderhoud is een transiënt. Het zou niet de eerste keer zijn dat de chlorides in bleekwater het eigenlijke probleem zijn.”

Naast de gebruikte coatings zelf, is ook de oppervlaktebehandeling dus absoluut essentieel voor corrosiepreventie. Naar atmosferische corrosie van staal is er een handige praktijkgids uitgegeven door VOM, Infosteel en ZinkInfo Benelux. Die beveelt verschillende coatingsystemen aan, als functie van de klimaatklasse waarin het zal gebruikt worden. Verder vindt men goede praktijken en tips voor coaten van staal en aluminium terug in de specificaties van kwaliteitslabels Qualisteelcoat en Quali-coat.

**Dank aan de corrosie-experten voor hun deelname en reflecties.**

- Herman Terryn, Vakgroepsvoorzitter Materialen en Chemie, VUB en verbonden aan TUDelft als Cluster Leider Durability of Surfaces M2i tot 2018 in Nederland
- Jens Conderaerts, Project Manager Corrosie, Belgisch Instituut voor Lastechniek VZW
- Gunnar Ackx, Managing Director, SCI-CON Worldwide BVBA
- Christine Buelens, CEO, METALogic, member of TÜV AUSTRIA Group
- Erik Thomas, Manager Materials Investigation, METALogic, member of TÜV AUSTRIA Group
- Frans Vos, Zaakvoerder Materials Consult, Gastdocent KUL en Honorary Treasurer Federation of European Materials Societies

# BIZ.VOM: la corrosion aqueuse des métaux zingués

EUROCORR 2020, le congrès mondial de la Fédération européenne de la corrosion, devait avoir lieu au SQUARE à Bruxelles du 6 au 10 septembre. Cependant, en raison du COVID-19, le congrès physique a été annulé et remplacé par un format numérique.

Etant donné l'importance de la thématique, Promosurf a organisé une table ronde afin de discuter de la corrosion des aciers revêtus de zinc et de ses différents alliages.

Il est impossible de tout résumer lors d'une table ronde, c'est pourquoi nous avons abordé la corrosion des aciers revêtus de zinc et tenté d'expliquer l'avantage ou non d'ajouter d'autres éléments d'alliages comme l'aluminium ou le magnésium.

Autour de cette table ronde animée par Promosurf, étaient présents : Prof. Marjorie Olivier (UMONS), Grégory Guilbert (Materia Nova), Céline de Lame (NLMK), Bruno Bertrand (Chemetall), Sébastien Le Craz (CRMGroup).

La corrosion métallique est un phénomène qui existe depuis que les hommes ont réussi à préparer des métaux qui ne se trouvaient pas naturellement à l'état métallique.

La corrosion est le phénomène suivant lequel les métaux et les alliages métalliques subissent de la part de leur environnement, quel qu'il soit, une attaque dont la conséquence est de les faire retourner vers leur forme stable oxydée.

La corrosion consiste en l'oxydation des métaux et la réduction d'un agent oxydant présent dans le milieu corrosif.

Le phénomène de corrosion met donc en jeu des réactions d'oxydo-réduction. La corrosion est un processus anodique. Les métaux courants tels que l'aluminium, le zinc et le fer s'oxydent en milieux aqueux. Les électrons produits sont consommés par la réaction cathodique (de réduction) qui suivant le pH et l'aération donneront lieu à la réduction de l'eau, des protons ou de l'oxygène dissous.

A l'anode:  
 $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$   
 $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$   
 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

A la cathode:  
 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$   
 $2H + 2e^- \rightarrow H_2$   
 $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$

Afin de garantir une protection de l'acier contre la corrosion, différents alliages de zinc peuvent être utilisés, chaque alliage ayant des avantages et des inconvénients. En cas de griffe, l'acier plus noble que le zinc est le siège de la réaction cathodique et reste intact tandis que le zinc s'oxyde, se corrode, se sacrifie pour protéger l'acier. Sa fonction est donc de s'oxyder en lieu et place de l'acier en cas de couplage galvanique.

Type of atmosphere	Zinc consumption ( $\mu\text{m}/\text{year}$ )
Rural	0.2-3
Marine	0.5-8
Urban	2-16
Industrial	2-16

Tableau 1 - Zinc consumption (in  $\mu\text{m}/\text{year}$ ) as a function of the exposure environment<sup>57</sup>(source UMons: J.Rodriguez)

Afin de retarder la corrosion du revêtement de zinc, différents métaux sont ajoutés dans les bains de zinc. Ceux-ci sont connus pour leur pouvoir réducteur plus important. Les couches de zinc alliées avec de l'aluminium et du magnésium ont montré une meilleure protection contre la corrosion en corrosion atmosphérique.

La corrosion est un processus complexe qui dépend principalement des conditions d'exposition du substrat. Différents types de produits de corrosion sont formés à la surface de la couche de zinc en fonction de son exposition: immersion dans une solution aqueuse ou exposition à l'air.

Revêtement : désignation	Masse totale, 2 faces ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Epaisseur du revêtement ( $\mu\text{m}$ )
Z100	100	7
Z140	140	10
Z180	180	13
Z200	200	14
Z225	225	16
Z275	275	20

Nous allons surtout parler de la corrosion atmosphérique des métaux zingués. L'électrolyte dans ces conditions vient de la condensation et des pluies. La pollution étant un facteur accélérant la corrosion.

On trouve donc dans l'eau des éléments comme le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), de l'azote et ses dérivés (nitrates/nitrites), du soufre (sulfates), etc.

Ces couches de zinc se corrodent environ 100 fois moins vite que l'acier grâce à leur pouvoir « barrière » provenant de la formation de produits insolubles barrière après oxydation. Près des côtes, le long de la mer, la présence de chlorure accélère la dissolution des couches de zinc (Tableau 1) par rapport au milieu rural.

Estimation de la perte en masse de zinc en fonction des conditions d'exposition.

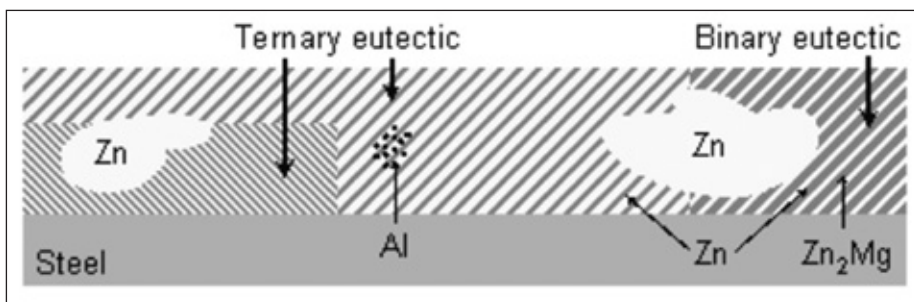
Tous les alliages de zinc sont déposés en majorité par électrodeposition ou par immersion dans un bain à chaud. Les marchés utilisant ce type de revêtements sont nombreux : automobile, bâtiments, électro-ménager, etc.

Après l'immersion de l'acier dans le bain de zinc à chaud, il se forme une couche de protection de zinc adhérent d'épaisseurs variables en fonction de la protection souhaitée (tableau ci-dessous).

La couche formée, en fonction de sa qualité, est donc composée de zinc et d'intermétalliques zinc-fer ou autres si le bain

Trade name	Company	Year	Zn (wt.%)	Mg (wt.%)	Al (wt.%)
Superzinc	NipponSteel Corp	1985	95.4	0.1	4.5
ZAM	Nishin	1998	91.0	3.0	6.0
SuperDyma	NipponSteel Corp	2002	86.0	3.0	11.0
Magizinc	Tata Steel	2007	97.0	1.5	1.5
Corrender	Voestalpine	2007	96.0	2.0	2.0
ZM Ecoprotec	Tyssenkrupp	2008	98.0	1.0	1.0
Magnelis	Arcelor Mittal	2010	93.3	3.0	3.7

Tableau 2 - Zn-Mg-Al coated steel commercialized between 1985 and 2010 and their corresponding composition in Zn, Mg and Al (in wt. %)<sup>53</sup> (source UMons: J.Rodriguez)



Exemple d'une couche de Zn/Al/Mg.

de zinc contient de l'Al et/ou du Mg. La complexité des microstructures est ici un paramètre essentiel pour comprendre les mécanismes de corrosion.

L'amélioration de la protection sacrificielle de l'acier offerte par les revêtements de zinc est d'un grand intérêt depuis de nombreuses années. Des revêtements de zinc alliés avec Al, Mg ou une combinaison des deux, ayant montré une résistance à la cor-

rosion améliorée par rapport à la galvanisation classique, ont donc été développés. Les différents types d'alliages répertoriés dans la littérature sont repris dans le tableau 2. Les mécanismes de corrosion de ces alliages sont développés en se concentrant sur l'influence du magnésium.

Les revêtements de Zn-Mg-Al obtenus par immersion à chaud sont composés de trois phases principales: une phase riche en

Zn, une phase riche en Al et la phase intermétallique  $MgZn_2$ . Ils peuvent être trouvés sous la forme de l'eutectique binaire Mg-Zn<sub>2</sub>-Zn, de l'eutectique binaire Zn-Al et / ou de l'eutectique ternaire Zn-Al-MgZn<sub>2</sub> selon la composition du revêtement.

Cette microstructure complexe est un paramètre crucial pour la compréhension des mécanismes de corrosion.

### MISE EN PEINTURE DES SUBSTRATS ZINGUÉS

Après application de la couche de zinc, les substrats peuvent être peints soit dans les ateliers intégrés, post-peinture, soit en continu par défillement, dans les lignes de coil-coating.

Avant l'application d'une peinture, les substrats doivent subir une désoxydation afin de garantir une bonne réactivité de la couche de conversion et des polymères présents dans les peintures. Cette couche d'oxydes est présente sur tous les supports et est la résultante du refroidissement du zinc à l'air ambiant.

La mise en peinture et le choix des peintures seront abordés dans un prochain article du VOM Info.

Promosurf remercie tous les participants à cette table ronde et plus particulièrement Prof. M. Olivier et J. Rodriguez pour les renseignements reçus.

# DAGOPLEIDING: KWALITEITSCONTROLE VOLGENS QUALISTEELCOAT

DINSDAG 29 SEPTEMBER 2020, 9U00 – 13U00 / 17U00

VOORMIDDAG: JAVA COFFEE COMPANY, WINGEPARK 20, ROTSELAAR

NAMIDDAG: METALOGIC, WINGEPARK 43, ROTSELAAR

INFO & INSCHRIJVEN: [WWW.VOM.BE/NL/AGENDA](http://WWW.VOM.BE/NL/AGENDA)

# Courante schadefenomenen bij roestvast staal

**i** Belgisch Instituut voor Lastechniek (BIL)  
Jens Conderaerts

Roestvast staal (RVS) wordt breed toegepast door zijn goede corrosieweerstand in diverse omgevingen. Niettemin zijn sommige omstandigheden nefast voor roestvast staal. Aan de hand van enkele case studies lichten we mogelijke problematische omgevingen toe.

## INLEIDING: WAT IS ROEST- VAST STAAL?

Per definitie is roestvast staal een staal met minimum 10,5 gew.% chroom (Cr) en maximum 1,2 gew.% koolstof (C) (Bron: NBN EN 10088-1 (2014)). Dankzij de aanwezigheid van chroom vormt roestvast staal een passieve film van chroomoxide ( $Cr_2O_3$ ) op het oppervlak. Bij beschadiging zal de film zich herstellen: een zelfherstellend effect met name.

Naar microstructuur bestaan er diverse types, onder andere ferritische, austenitische, martensitische en duplex (austenitisch-ferritisch) RVS. Tabel 1 geeft enkele voorbeelden van mogelijke RVS-types. De austenitische types zijn doorgaans meest bekend, met types 304 en 316 – met Molybdeen (Mo) gelegeerd – als typevoorbeelden.

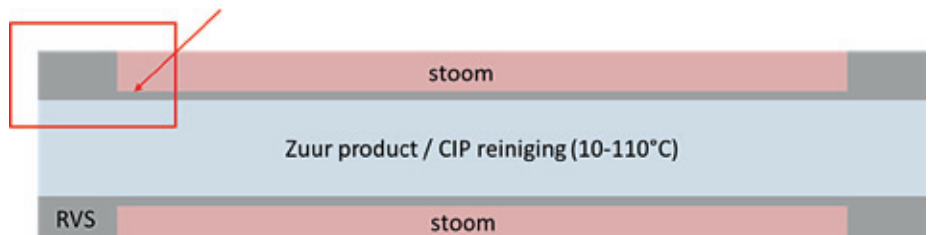
Toepassingen van RVS worden gevonden in de atmosfeer en in de industrie. Jammer genoeg treedt in sommige situaties plots falen op. Het BIL onderzoekt zo'n 100 schadegevallen per jaar. De volgende case studies komen voort uit BIL-onderzoeken uit het verleden.

## CASE STUDY: SPANNINGSCORROSIE BIJ AUSTENITISCH RVS

De eerste case betreft een buiswarmtewisselaar uit RVS 316(L) in de voedingsindustrie. Figuur 1 toont een situatieschets: aan de buitenzijde bevindt zich stoom om de binnenzijde op te warmen. Aan de binnenzijde stroomt aangezuurd product. Deze zijde wordt ook via Cleaning in Place

Type	Microstructuur	Samenstelling (max. gewichts %)				
		C	Cr	Mn	Ni	Mo
S20100 "201"	Austeniet	0,15	16 - 18	5,5 - 7,5	3,5 - 5,5	
S30400 "304"	Austeniet	0,08	18 - 20	2	8 - 10,5	
S31600 "316"	Austeniet	0,08	16 - 18	2	10 - 14	2 - 3
S40500 "405"	Ferriet	0,08	11,5 - 14,5	1		
S41000 "410"	Martensiet	0,15	11,5 - 13	1		
S31803 "2205"	Duplex	0,03	21 - 23	2	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5

▲  
Tabel 1: Voorbeelden van verschillende types roestvast staal met AISI-nummering naargelang microstructuur en bijhorende typische samenstelling.



▲  
Figuur 1: Schematische weergave van buiswarmtewisselaar met producten aan binnen- en buitenzijde van het RVS. De rode pijl duidt de locatie met lek aan. De rode omkadering situeert het beeld in Figuur 2.

(CIP) gereinigd. Een lek werd vastgesteld. Een beeld van de lekzone wordt getoond in Figuur 2 en Figuur 3. Metallografisch onderzoek toont beduidende putvormige aantastingen en diverse vertakte scheuren (Figuur 4). De corrosieproducten bestaan in hoofdzaak uit chroomoxides en vertonen aanwezigheid van chlorides.

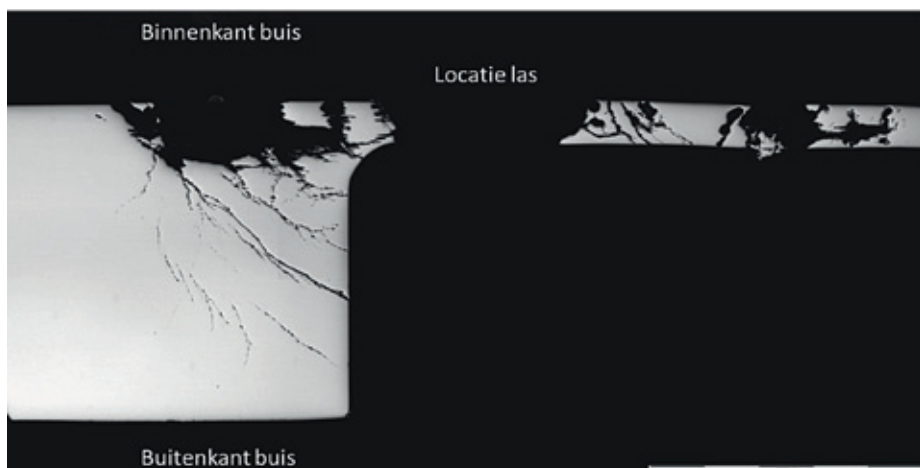


▲  
Figuur 2: Macroscopisch beeld van gefaalde zone (zijde stoom)

Uit de vaststellingen blijkt dat het onderdeel gefaald is door putcorrosie in combinatie met spanningscorrosie bij roestvast staal. Spanningscorrosie bij austenitisch RVS kan zich voordoen als drie condities tegelijk voldaan zijn: een combinatie van een gevoelig materiaal (austenitisch RVS)



▲  
Figuur 3: Macroscopisch beeld van gefaalde zone (zijde aangezuurd product / CIP). De rode lijn duidt de positie aan van metallografisch onderzoek.



**Figuur 4:** Metallografisch beeld over zone met lek. Diverse putvormige aantastingen en meerdere scheuren zijn zichtbaar. De aantasting startte aan de binnenkant van de buis.

onderhevig aan trekspanningen (bijvoorbeeld residuele spanningen na het lassen) bij een temperatuur hoger dan 50°C en aanwezigheid van chlorides.

Het fenomeen kan zich ook voordoen aan de buitenzijde van geïsoleerde RVS reservoirs, waar chlorides afkomstig zijn van het isolatiemateriaal. Men spreekt dan ook wel eens van Corrosie onder Isolatie (Corrosion Under Isolation: CUI).

Spanningscorrosie kan vermeden worden door elimineren van één van de drie voorwaarden. Een ander materiaal kan gekozen worden dat niet of minder gevoelig is aan SCC, bijvoorbeeld titanium, nikkellegering, koolstofstaal, kunststof,... In geval van CUI zal vaak geopteerd worden om de buitenzijde te bedekken met aluminiummetallicatie (Thermal Sprayed Aluminium). Een andere optie is de omgeving wijzigen. De hoeveelheid benodigde chlorides voor SCC is echter relatief weinig, waardoor het soms onmogelijk is om in een veilige situatie te zitten. Een derde optie is om de aanwezige trekspanningen te verwijderen, bijvoorbeeld door een warmtebehandeling van de gelaste zone.

### CASE STUDY: MICROBIOLOGISCH BEÏNVLOEDE CORROSIE (MIC) BIJ RVS

Een ander schadefenomeen werd vastgesteld op de bodem van een dubbelwandig vat, bedoeld om voedingsmiddelen op temperatuur te bewaren (Figuur 5). De dubbele wand was gevuld met stadswater. Diverse lekken traden op. Een detailbeeld

toont de roodbruine corrosieproducten rondom een kleine perforatie aan het oppervlak (Figuur 6). Metallografisch onderzoek toont de grote holte onder de kleine perforatie aan het oppervlak (Figuur 7). De corrosieproducten bevatten in hoofdzaak ijzer- en chroomoxides. Chlorides worden hier niet opgemerkt. Via DNA-analyse van de corrosieproducten kon een hoge aanwezigheid van microbiologische activiteit worden aangetoond.

Het fenomeen wordt toegeschreven aan microbiologische beïnvloede corrosie (MIC) van roestvast staal. Dergelijk fenomeen kan tot snelle perforatie leiden, snelheden van 1 mm/maand zijn niet ongebruikelijk. Nadelig is verder het gebruik van gecontamineerd water (kanaalwater, putwater), en het gebrek aan stroming van

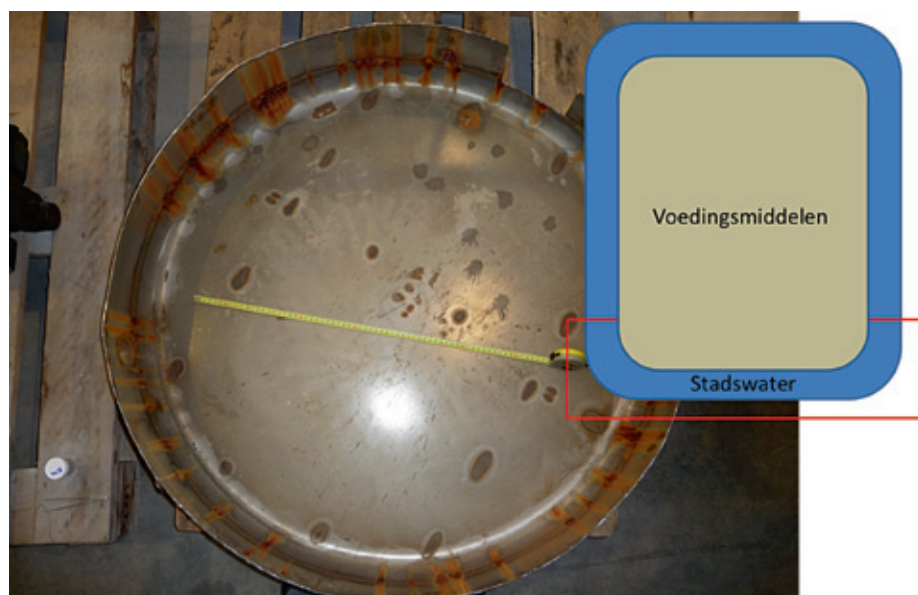
het water. De ideale temperatuur bedraagt zo'n 15 tot 30°C maar in principe kan dit ook bij temperaturen vanaf 5°C tot 60°C. Bij hogere temperaturen wordt doorgaans geen biofilm gevormd.

Het fenomeen doet zich vaak voor bij druktesten van RVS installaties, waar na laswerken een druktest wordt uitgevoerd om de mechanische integriteit aan te tonen. Na de druktest wordt het water niet of onvoldoende afgelaten, zodat stilstaand water achterblijft in de installatie. In het water kan MIC zich voordoen. Het wordt daarom ten sterkste aangeraden om proper water te gebruiken en na de druktest het water af te laten en de installatie te drogen.

Indien MIC wordt vastgesteld in een leidingssysteem is het aangewezen om de installatie te desinfecteren, bijvoorbeeld met biocidehoudende vloeistoffen. Een ander desinfecterend middel is een laag geconcentreerde oplossing van salpeterzuur. Bijkomend voordeel is dat eventueel aanwezige corrosieproducten kunnen verwijderd worden. Nadeel is de toxiciteit van deze vloeistof; dergelijke behandeling moet uitgevoerd worden door gespecialiseerde firma's en de gebruikte oplossingen moeten behandeld en waar nodig afgevoerd worden volgens de lokale regelgeving.

#### BESLUIT

Roestvast staal heeft in vele omstandigheden een uitzonderlijk goede corrosie-

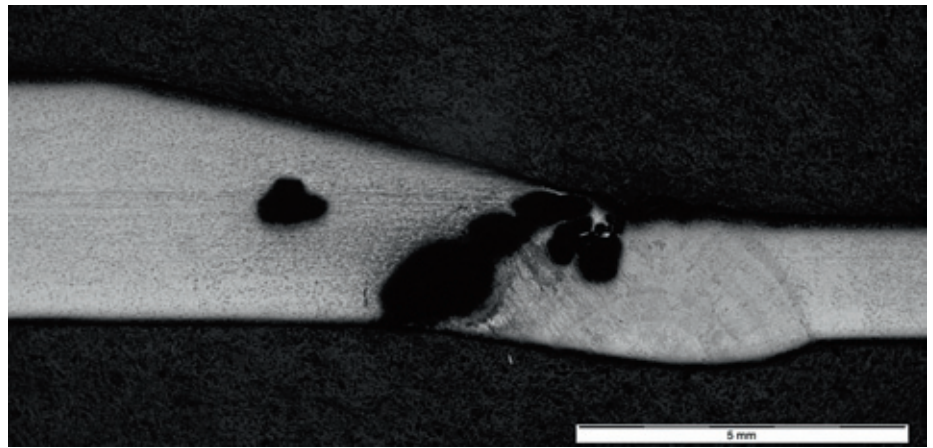


**Figuur 5:** Ontvangen onderdeel en situatieschets van dubbelwandig vat met aanduiding van ontvangen onderdeel (rood)



Figuur 6: Macroscopisch beeld van aantasting

weerstand. Verschillende fenomenen kunnen echter leiden tot plots en onverwacht



Figuur 7: Metallografische snede over het lek: Aantasting nabij de lasverbinding wordt vastgesteld.

falen, waaronder:

- Spanningscorrosie bij austenitisch RVS: een combinatie van trekspanningen, temperaturen doorgaans boven 50°C en chlorides.
- Microbiologisch beïnvloede corrosie bij RVS, veelal veroorzaakt door stilstaand

en gecontamineerd water

- Perforatiesnelheid tot 1,5 mm / maand
- Bij druktesten: gebruik niet-gecontamineerd water en dreneer en droog onmiddellijk na afloop van de druktest

# L'inox ne rouille pas? Un mythe qu'il faut combattre

**i** Chimiderouil  
François-Xavier Holvoet

Même si le nom acier inoxydable peut prêter à confusion, il y a deux préjugés que nous souhaiterions éclaircir ici:

- l'inox est un seul et unique matériau
- l'inox ne rouille pas

En pratique, la situation est bien plus complexe que cela. D'une part, la notion d'acier inoxydable est bien plus vaste qu'un seul produit. Il y a une multitude d'aciers inoxydables qui devront être choisis en fonction de l'utilisation et de l'environnement dans lequel le matériau sera utilisé. D'autre part, bien que les aciers inoxydables présentent une meilleure résistance à la corrosion, ils ne sont toutefois pas totalement résistants à la corrosion et peuvent donc être détériorés suite à une mauvaise utilisation, une utilisation dans une atmosphère non adéquate ou un mauvais ou une absence de traitement avant mise en service

(décontamination, décapage, passivation chimique).

Cet article va essayer de baliser rapidement ces 2 sujets.

## LE CHOIX DE L'INOX

Ce qui définit un inox est avant tout: une teneur en chrome supérieure à 10,5 % et une teneur en carbone inférieure à 1,2 %.

Rentrant dans de ces critères, un acier possède alors un caractère «auto-passivant», c'est-à-dire que sa surface va, au contact de l'atmosphère, former une couche d'oxyde de chrome qui va protéger le cœur du matériau de la corrosion. Cette couche protectrice est appelée la couche passive et elle a de plus la propriété de se



régénérer en cas d'endommagement de celle-ci.

En plus de ces critères de base, on peut bien entendu jouer sur d'autres paramètres afin de modifier l'épaisseur de cette couche, sa résistance, son pouvoir «auto-régénérant». On peut également privilégier d'autres propriétés du métal tel sa résistance mécanique, sa soudabilité.

On le voit donc, parler «simplement» de l'inox est un peu réducteur et en fonction des spécifications de votre projet, faire le bon choix de la nuance de l'acier aura un impact important sur le succès et la tenue dans le temps de celui-ci. Le choix de la nuance doit être un compromis entre résistance mécanique, chimique et prix bien entendu.

## LE PROBLÈME DE CORROSION DE L'INOX

On l'a donc vu, les aciers inoxydables doivent leur résistance à la corrosion à la

présence de leur couche passive. Toutefois, dans certains cas, cette couche passive peut présenter des faiblesses et amène le cœur du matériau à être soumis à des phénomènes de corrosion qui peuvent nuire à la tenue de la pièce.

Nous allons ici simplement présenter quelques cas fréquents mais cet article est loin d'être exhaustif et il faudrait bien plus de pages pour pouvoir développer ce sujet.

## LA CORROSION PAR PIQÛRES

Elle est probablement la corrosion de l'acier inoxydable la plus fréquemment rencontrée: en effet, la faiblesse des aciers inoxydables aux halogènes (F, Br, I, Cl) est bien connue et en particulier la résistance aux agents chlorés (produits de désinfections) pose régulièrement des problèmes.

Ci-après, quelques photos de corrosion par piqûres.

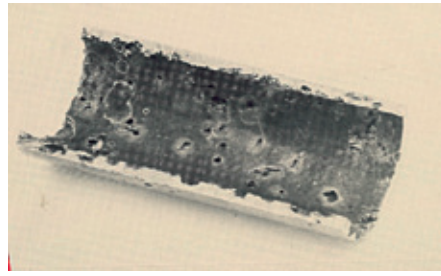


Fig. 2: tube inox détériorés par des piqûres



Fig. 3: phénomène d'exsudation propre à la corrosion par piqûres

La corrosion par piqûres est en fait générée par une réaction chimique entre le chlore et le métal. L'ion chlorure réagit avec le métal:

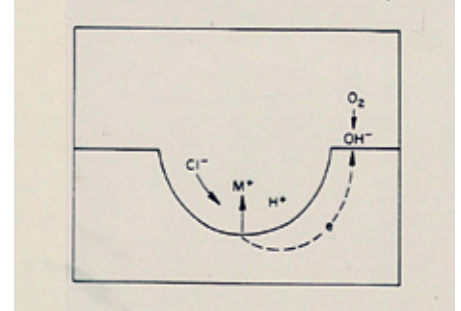
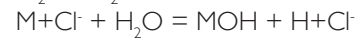
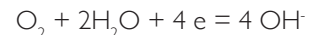


Fig. 4: représentation schématique du phénomène de piqûration

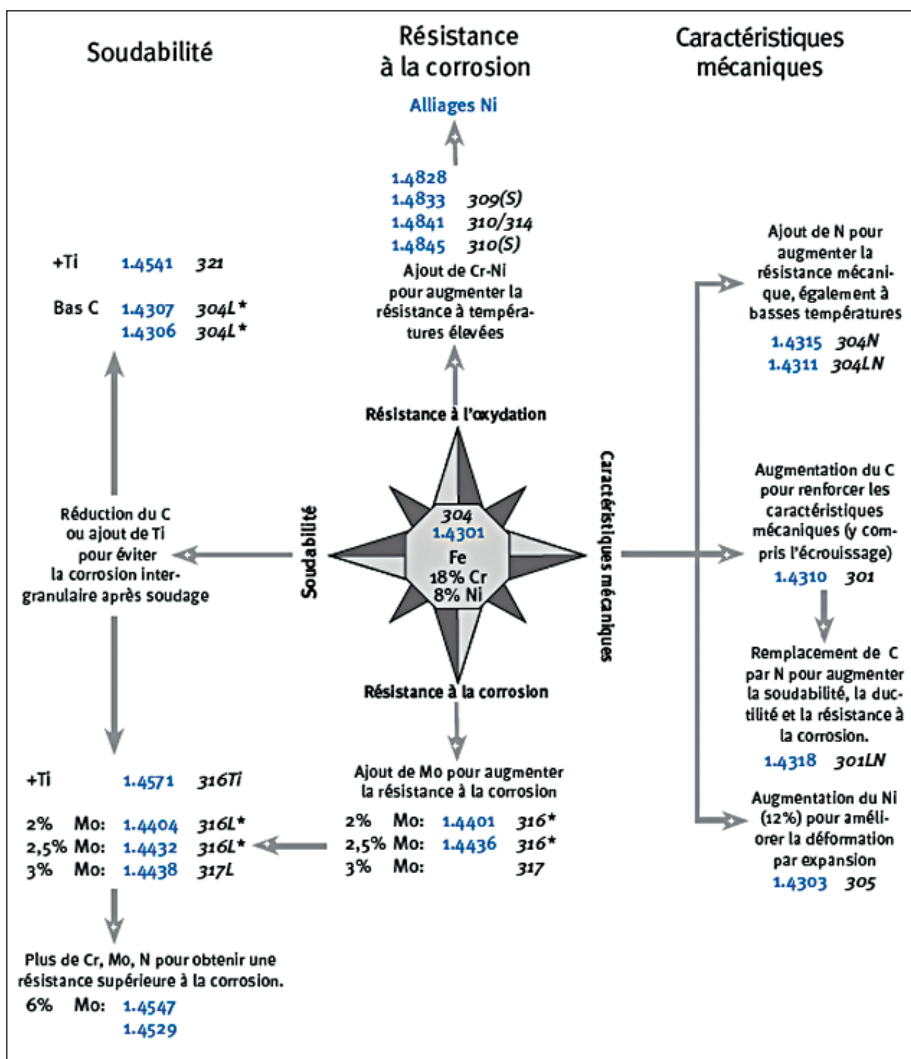
On génère de la sorte un effet pile qui s'auto-alimente et qui a tendance à creuser une piqûre au sein du métal jusqu'à le perforer.

Afin d'éviter ces problèmes de corrosion, de nombreuses études et paramètres ont été établis afin de caractériser la résistance des aciers inoxydables au phénomène de corrosion par piqûre. L'un de ces paramètres est le PREN: «Pitting Resistance Equivalent Number». Au plus ce PREN sera élevé, au plus la résistance au phénomène de corrosion par piqûres sera élevée. Ci-dessous par exemple, le PREN des principales nuances d'inox couramment utilisées:

- 304L PREN 18
- 316L PREN 26
- SAF2304 PREN 26
- 317L PREN 30
- 2205 PREN 36
- 17-14-4LN PREN 36
- 904L PREN 36
- 254 SMO PREN 46

On voit donc que ce paramètre varie fortement d'une nuance d'inox à l'autre et que le choix de la nuance d'inox est fondamental lorsque l'on travaille en milieu chloré.

Il est difficile de dégager des règles simples mais s'il y en a une qui peut être retenue c'est que la nuance d'acier inoxydable 304 L qui est la plus couramment rencontrée



Graphique 1: représentation schématique de la famille de aciers inoxydables



est à proscrire dès que l'on travaille en milieu chloré.

## LA CORROSION INTER-GRANULAIRE

Une attaque intergranulaire est provoquée par la formation de carbures de chrome ( $(Fe, Cr)_23C_6$ ) aux joints de grains, réduisant localement la teneur en chrome et la stabilité de la couche passive. Celle-ci est plus souvent consécutrice à des mauvaises conditions de soudure, des traitements thermiques inadaptés ou un mauvais choix de nuances d'inox.

Traités correctement, les aciers inoxydables ne sont pas sujets à la corrosion intergranulaire. Celle-ci peut se produire dans la Zone Affectée Thermiquement (ZAT) d'une soudure (de chaque côté du cordon) lorsque la teneur en carbone est élevée et que l'acier n'est pas stabilisé

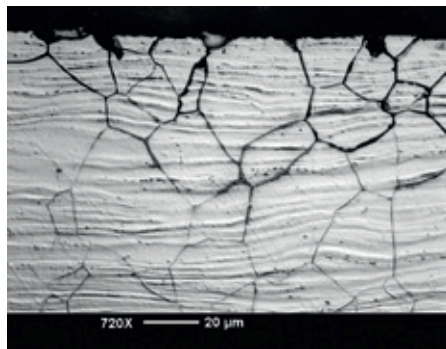


Fig. 5: corrosion intergranulaire



Fig. 6: corrosion intergranulaire dans la ZAT

(par du Ti, du Nb ou du Zr qui «piègent» le carbone présent en solution, le rendant indisponible pour la précipitation de carbures aux joints de grains). C'est pourquoi il existe des nuances contenant du Ti (titane) et/ou du Nb (niobium) et/ou du Zr (zirconium), nuances qui sont appelées «stabilisées».

## CORROSION CAVERNEUSE

La corrosion caverneuse correspond à la corrosion qui se produit dans les espaces confinés où l'accès du fluide actif issu de l'environnement est limité. Ces espaces sont généralement appelés cavernes. Exemples de cavernes: interstices entre pièces en contact, dans les joints ou les scellements, à l'intérieur des fissures et des soudures, sous des dépôts ou des boues.

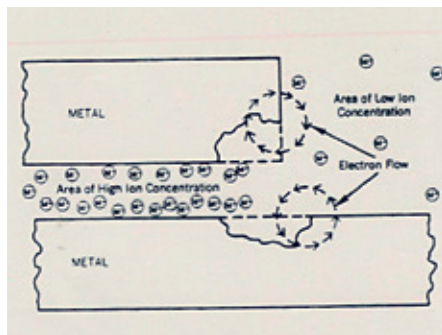


Fig. 7: principe de la corrosion caverneuse

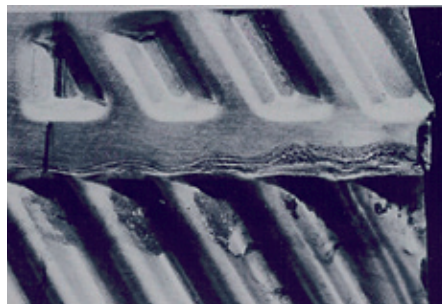


Fig. 8: corrosion caverneuse sur échangeur à plaque

Au départ, il n'y a aucune différence entre la cavité et la surface dans son ensemble. Les choses changent lorsque la cavité se trouve appauvrie en oxygène. Un ensemble de réactions électrochimiques se produit dans la caverne causant une augmentation de la concentration en  $Cl^-$  et la diminution du pH local, jusqu'à ce que la passivation ne puisse plus se produire. Alors le métal dans la caverne subit une corrosion uniforme.

## ET LES AUTRES TYPES DE CORROSION ?

Nous n'avons voulu ici qu'illustrer quelques types de corrosion que l'on peut retrouver sur les aciers inoxydables. Il y a bien entendu encore de nombreux cas qui pourraient être développés tel la corrosion galvanique, la corrosion sous contrainte, la corrosion bactérienne.

Ce qu'il faut retenir de manière générale est que les aciers inoxydables sont donc bien sensibles à la corrosion. On peut toutefois limiter ces phénomènes par quelques règles de bases:

- Le bon choix de la nuance d'inox,
- Un design de pièces ou d'installation évitant les rétentions, les zones difficilement rinçables,
- Une bonne préparation de surfaces avant et après les opérations de mise en forme ou de soudure. Un traitement de décapage passivation adéquat permettra de solutionner de nombreux problèmes,
- Un suivi régulier des installations afin de détecter tout problème et d'apporter directement une solution adéquate afin d'éviter toute dégradation irréversible. Si le problème est soigné à temps, on peut souvent récupérer une structure saine et reformer une couche passive adéquate.

## DAGOPLEIDING: KENNISMAKING MET CORROSION-VERSCHIJNSELEN & PREVENTIEVE MAATREGELEN

DONDERDAG 15 OKTOBER 2020, 09U00 – 17U00

VOM, KAPELDREEF 60, HEVERLEE (LEUVEN) OF IN FUNCTIE VAN DE DEELNEMERS  
INFO & INSCHRIJVEN: [WWW.VOM.BE/NL/AGENDA](http://WWW.VOM.BE/NL/AGENDA)

# Oplossingen tegen een stille dood door corrosie of slijtage

**i** i.Revitalise  
Stefan Verreyken

Waarom corrodeert het koetswerk van uw nieuwe auto of de romp van een vliegtuig niet meer? Waarom wordt er in de meest risicovolle omgevingen zoals de Noordzee nog steeds gekozen voor metaal om vrachtschepen en boorplatformen te maken? De echte vraag is: "hoe voorkomt men nu juist corrosie?". En in het geval van slijtage door wrijving: "hoe kan ik mijn metaal beschermen tegen slijtage".

Corrosie is het gevolg van een elektrochemisch proces dat ontstaat bij een metaal door simpelweg de aanwezigheid van lucht of liever het vocht in die lucht. Oppervlakeroest is één van de zichtbare gevolgen hiervan. Andere stoffen zoals zouten en chemicaliën kunnen mee corrosie veroorzaken. Corrosie heeft niet enkel een visueel effect maar kan ook rampzalige gevolgen hebben zoals het bezwijken van metaal met instorting tot gevolg. Ook die nieuwe auto zou binnen de kortste keren weggeroest zijn. Daarnaast zijn er ook metalen die door een repetitieve beweging met bijhorende wrijving een permanente slijtage ondergaan dat evenzeer rampzalige gevolgen kan hebben.

## WAT IS DAN DE OPLOSSING?

Alles volledig in goud maken waardoor niets nog kan corroderen? Het volledige stuk in het allerduurste materiaal maken zodat het niet kan slijten? Neen, de oplossing is simpeler (en goedkoper): een beschermende laag op het metaal aanbrengen. Afhankelijk van het type metaal en de omgeving waarin het zich zal bevinden kan met verschillende coatings niet alleen corrosie vermeden worden, maar kan ook de levensduur van het metaal verlengd worden. Wat op zijn beurt hoge reparatie-

en vervangingskosten kan besparen. Met andere woorden de buitenkant van uw nieuwe auto zal langer meegaan dan de motor die erin zit zal rijden. Maar ook de motor kan met behulp van coatings langer meegaan dankzij een betere bescherming tegen corrosie en zeker ook tegen slijtage.

## VELE TECHNIEKEN BESCHIKBAAR

Er zijn enorm veel technieken om coatings aan te brengen in alle soorten en maten. Maar welke anticorrosieve coating geldt dan voor jouw specifiek probleem? En hoe moet deze coating aangebracht worden? Dit hangt vooral af van de omgeving waarin het metaal zich zal bevinden en daarnaast ook van de gewenste laagdikte van de coating. De verschillende omgevingen kunnen ondergebracht worden in klassen. Men spreekt van een C1 klasse met een zeer laag corrosierisico zoals bij u thuis tot een C5 klasse met een zeer hoog corrosierisico zoals bij een chemisch bedrijf waar men bijvoorbeeld met agressieve stoffen werkt. Een voorbeeld van een industriële capaciteit ter bescherming tegen corrosie is een dompel verflijn die gebruik maakt van een hangend railsysteem om een grote batch componenten in een continu proces in de verf/coating te dompelen<sup>(1)</sup>. Voor de bescherming tegen slijtage door wrijving is een typisch voorbeeld dan weer thermisch spuiten. Ook deze techniek komt in vele varianten voor zoals HVOF of Plasma<sup>(2)</sup>.

## DE JUISTE PARTNER VINDEN

Er zijn natuurlijk nog veel meer technieken dan degene die hier in dit artikel aangehaald worden. Daarom blijft het best om



▲ Dompellijn bij lakkerij De Bruyn - Malle

expertise uit ervaren hoek te halen alvorens een definitieve beslissing te maken voor uw product, zowel voor bescherming tegen slijtage<sup>(2)</sup> als tegen corrosie<sup>(3)</sup>. Zeker op grote schaal is het essentieel om goed geïnformeerd te zijn over welke coating en welke coatingtechniek gebruikt moet worden. Dit om optimale kwaliteit te leveren aan uw klant en eveneens om niet voor te hoge uitgaven komen te staan. Dit kan zowel voor u als uw klant kosten besparen. Om een optimale partner voor u te vinden in deze uitgebreide wereld aan coatings kan een online deelplatform met expertise over de verschillende toepassingen heen, zoals i.Revitalise, u helpen.

<sup>(1)</sup> <https://www.irevitalise.eu/nl/capaciteit-detail/verven-door-onderdompeling/industriële-dompel-verflijn>

<sup>(2)</sup> <https://www.irevitalise.eu/nl/capaciteit/oppervlaktebehandeling/sproeien-op-hoog-vermogen/thermisch-sputten>

<sup>(3)</sup> <https://www.irevitalise.eu/nl/capaciteit-detail/oppervlaktebehandeling/expertise-in-coatings>

# Relatieve vochtigheidscontrole in moderne corrosietesten

**i** Labomat  
Monique Deroyer

Versnelde labo corrosietesten worden reeds meer dan 100 jaar gebruikt voor de evaluatie van de prestaties van corrosie-mitigatie technieken. Deze omvatten passivering, galvanisatie, organische coatings, conversielagen enzovoort. De vroegste corrosietesten, zoals ASTM B117 en ISO 9227, waren neutrale zoutneveltechnieken die monsters blootstelden aan ononderbroken zoutnevel bij vaste temperaturen. Deze testen zijn eenvoudig en zeer reproduceerbaar, maar de resultaten correleren dikwijls niet goed met de meer complexe corrosieve omgevingen die buitenshuis waargenomen worden.

Cyclische corrosietesten, zoals de prohesietest, werden ingevoerd in een poging om het realisme van corrosietesten te verhogen. Deze testen omvatten perioden van nat, droog en zoutnevel om de cyclische natuur van buitencondities beter te simuleren. Hoewel deze testen een verbetering in correlatie met vroegere testen vertegenwoordigden, bleken ze inconsistent te zijn van test tot test en correleerden ze nog steeds niet goed met de real-world resultaten in vele gevallen.

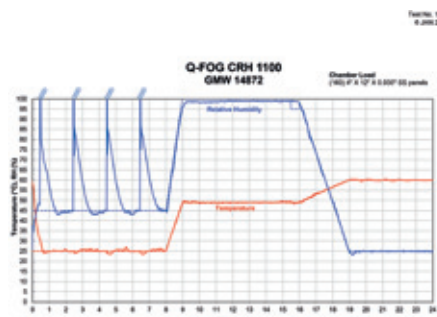
Er zijn echter kritische doorbraken gemaakt in versnelde corrosietesten in de afgelopen decennia om zowel realisme als herhaalbaarheid van de testen te verbeteren. Deze zijn de introductie van

- 1) precieze controle van relatieve vochtigheid en
- 2) technieken om het corrosieve gedrag van testkamers te controleren.

Relatieve vochtigheidsgecontroleerde testen maken de uitvoering van complexe moderne normen zoals GMW 14872 mogelijk, schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding. Deze test omvat meerdere douche, droge en natte cycli en kritisch lange gecontroleerde hellingen tussen instelpunten. Deze hellingen zorgen ervoor dat monsters een aanzienlijke tijd



Er werden verschillende technieken geïntroduceerd die de prestaties van testkamers controleren om ervoor te zorgen dat consistente corrosieve omgevingen worden overgedragen aan de monsters. Deze omvatten het gebruik van standaard referentie massaverliescoupons of corrosiecoupons.



Relatieve vochtigheidsgecontroleerde testen maken de uitvoering van complexe moderne normen zoals GMW 14872 mogelijk.

doorbrengen bij matige relatieve vochtigheden (50-90 procent) die vaak buiten ervaren worden en die ontoegankelijk waren voor continu zoutnevel en eenvoudige cyclische corrosietesten.

Bovendien zijn er verschillende technieken geïntroduceerd die de prestaties van testkamers controleren om ervoor te zorgen dat consistente corrosieve omgevingen worden overgedragen aan de monsters. Deze omvatten het gebruik van standaard referentie massaverliescoupons of corrosiecoupons. Bovendien kan de meettestprestatie door douche of mist pluviometrie (meting van de geleverde oplossing) of door het gebruik van onafhankelijke referentietoestellen het vertrouwen vergroten in de prestatie van testkamers en moderne corrosienormen.

Concluderend zorgt deze vooruitgang in corrosietesttechnologieën ervoor dat labotesten meer realistisch zijn met betrekking tot buitenshuis en meer herhaalbaar zijn van test tot test.

**OPLEIDING: VOORBEHANDELING  
(CHEMISCH & STRALEN)**

PAAL, DINSDAG 22 SEPTEMBER 2020  
INFO & INSCHRIJVEN: [WWW.VOM.BE/NL/AGENDA](http://WWW.VOM.BE/NL/AGENDA)

# L'électrochimie au service des revêtements et des phénomènes de corrosion !

**i** *Materia Nova*  
Marie-Eve Druart  
Grégory Guilbert

La corrosion est le phénomène selon lequel un métal ou un alliage retourne à son état originel d'oxyde, sulfure, chlorure.



▲ *Figure 1 - Exemple de surface corrodée*

La corrosion peut être recherchée pour son côté décoratif (par exemple les patines vert de gris sur les monuments historiques) mais elle est malheureusement le plus souvent à l'origine de dégradation, rupture de matériaux métalliques utilisés dans des infrastructures routières, des pipelines transportant le pétrole, des conduites de gaz, des moyens de transport, tout cela résulte principalement de l'interaction des surfaces des matériaux avec leur environnement.

Le coût annuel de la corrosion est exorbitant: 3 à 4 % du PIB des pays industrialisés, soit environ 19 milliards d'euros pour la Belgique en 2019 et plus de 2500 milliards de dollars dans le monde.

La corrosion a quelques fois des conséquences tragiques, comme par exemple en août 2018 avec l'effondrement d'un tronçon du pont Morandi à Gênes en Italie. 43 vies humaines étaient « reliées » à des câbles en acier recouvert de béton précontraint qui ont fini par se corroder.

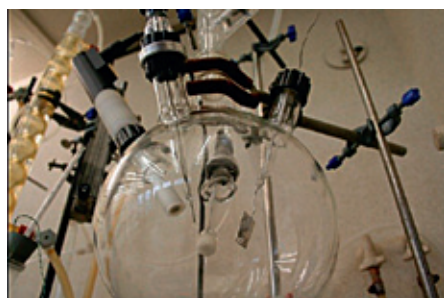
Il faut donc prévenir ou tout au moins ralentir la corrosion, cela ne doit pas rester un vœu pieux mais il faut s'en donner les moyens. Une prise de conscience est nécessaire et celle-ci ne doit pas concerner uniquement les experts en matériaux mais doit être accessible à tous les ingénieurs dans le bâtiment, le génie civil et les

ouvrages industriels et aussi, et surtout la population entière. Cet article a la volonté de vous présenter sommairement certaines techniques permettant d'évaluer la résistance à la corrosion de différents systèmes.

## LES MÉTHODES ÉLECTROCHIMIQUES

Ils sont un outil incontournable pour caractériser les phénomènes de corrosion. Celles-ci peuvent être associées à d'autres approches tout aussi utiles: mesures de perte de masse, tests de vieillissement normalisé, observations métallographiques, analyses des solutions et des produits de corrosion. L'ensemble de ces informations permettent d'expliquer les mécanismes mis en jeu, de quantifier et de prévoir via les valeurs thermodynamiques et cinétiques. Elles conduisent aussi dans certains cas à sélectionner la méthode adéquate de protection.

Dans les systèmes de caractérisations électrochimiques classiques, le matériau à caractériser (qui doit être conducteur) fait partie **d'une cellule électrochimique à trois électrodes** immergées dans un électrolyte correctement choisi (voir Figure 2). Le matériau étudié constitue l'électrode de travail, le circuit électrique est fermé par la contre-électrode qui doit être inerte (platine par exemple). Les perturbations en tension ou en courant au système sont générées par un potentiostat. L'électrode de référence permet de contrôler la tension appliquée entre l'électrode



▲ *Figure 2 – Exemples de cellules électrochimiques à trois électrodes*

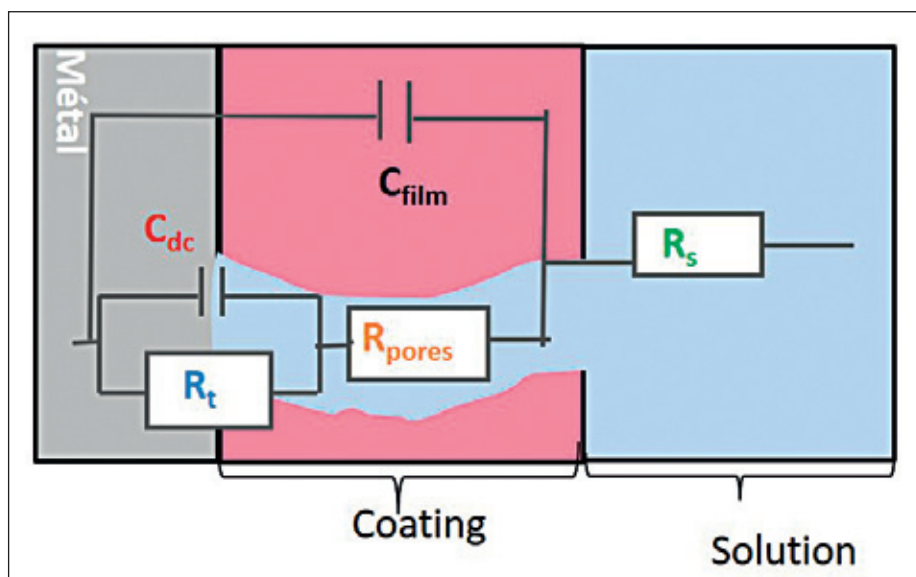
de travail et la référence. L'intensité est mesurée entre l'électrode de travail et la contre-électrode. Des logiciels spécifiques assurent le pilotage des séquences expérimentales, l'acquisition et le traitement des données numériques.

Lorsqu'un matériau conducteur est immergé dans l'électrolyte, il apparaît une différence de potentiel appelée potentiel mixte ou de circuit ouvert (OCP: Open Circuit Potential). Ce potentiel dépend de la nature du matériau ainsi que du milieu. Le suivi du potentiel en fonction du temps est une information utile pour appréhender le comportement d'un matériau. Le potentiel évolue en fonction des réactions électrochimiques à l'interface de l'électrode de travail; un potentiel constant est synonyme d'une stabilité du matériau, un potentiel qui diminue signifie un matériau qui devient moins noble et donc à une activité électrochimique du système, un potentiel qui augmente représente un ennoblement du matériau pouvant être lié à la passivation de celui-ci.

Les courbes de polarisation permettent de suivre l'évolution du courant en fonction du potentiel appliqué et ainsi d'accéder à la cinétique de corrosion et estimer la vitesse de corrosion. Cette technique expérimentale force la corrosion du système et est donc une analyse destructive. Le courant mesuré est une image de la vitesse de corrosion du système. Plus ce courant

est élevé, plus la résistance à la corrosion est faible. Cette technique est fortement utilisée pour mettre en évidence les effets inhibiteurs de certains composés et de visualiser leur impact sur les réactions anodiques et/ou cathodiques.

**La chronopotentiométrie**, autre technique en mode stationnaire, consiste à mesurer l'évolution du potentiel en fonction du temps à un courant imposé [1]. Cette technique permet principalement d'identifier les phénomènes de dissolution/passivation qui se produisent à l'électrode. En effet, si la réaction de dissolution de l'électrode de travail conduit à la formation d'un film passif superficiel qui empêche la réaction d'oxydation plus que la réaction cathodique,  $E_{corr}$  deviendra plus noble. En revanche, un film peu stable dans l'électrolyte, se dissolvant par réaction d'oxydation conduira à une baisse du potentiel de corrosion. Dans notre laboratoire, la chronopotentiométrie à courant imposé a été utilisée pour caractériser la résistance à la corrosion de dépôts sacrificiels sur acier (Zn, ZnNi, ZnFe, ZnFeW – Figure 3). Le passage d'un courant entraîne l'oxydation des espèces électro-actives se situant à la surface de l'électrode de travail. Le système se trouve alors porté à un potentiel d'équilibre dont la valeur est caractéristique du couple oxydo-réducteur considéré. Lorsque la totalité du dépôt est oxydé, le potentiel change rapidement, devenant plus anodique et se rapprochant du potentiel de l'acier. Ce temps qui



s'écoule jusqu'au saut de potentiel donne une indication sur la qualité de la protection sacrificielle du dépôt.

En complément des techniques stationnaires citées ci-dessus (généralement relations intensité-tension), les techniques non stationnaires sont utiles pour analyser des systèmes électrochimiques plus complexes. **La spectroscopie d'impédance électrochimique (Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS en anglais)** repose sur l'analyse de la réponse en courant à une perturbation de faible amplitude, souvent sinusoïdale, du potentiel. La mesure s'effectue à potentiel de polarisation constant en faisant varier la fréquence d'analyse. L'impédance contient des informations sur les processus qui se déroulent à l'interface du système étudié et reprend

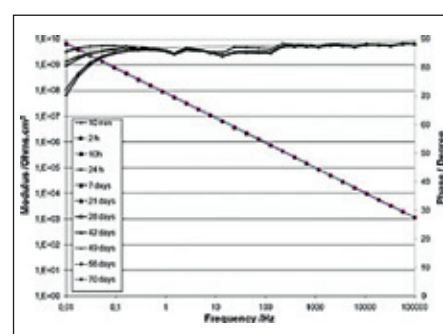


Figure 4 - (a) Schéma électrique d'un système peinture - substrat et (b) diagrammes de Bode en module et en phase du système [2]

l'ensemble des résistances qu'offre le système vis-à-vis de la corrosion. Les résultats expérimentaux peuvent aboutir à la modélisation d'un circuit équivalent électrique du système. La figure 4 présente comme exemple les diagrammes de Bode en module et en phase obtenus en fonction du temps d'immersion (représentation des résultats EIS obtenus) et le schéma électrique équivalent d'un système métal peint (peinture poreuse). Plus l'impédance d'un système est élevée plus la résistance à la corrosion du système est importante. Dans ce cas précis, la dégradation du système se traduit par une diminution de la phase qui se poursuivra par une diminution du module de l'impédance.

## RÉSUMÉ DES TECHNIQUES ÉLECTROCHIMIQUES

Le tableau sur la page suivant résume les techniques électrochimiques classiques ainsi que leur utilisation, les grandeurs mesurables et l'intérêt de chaque technique.

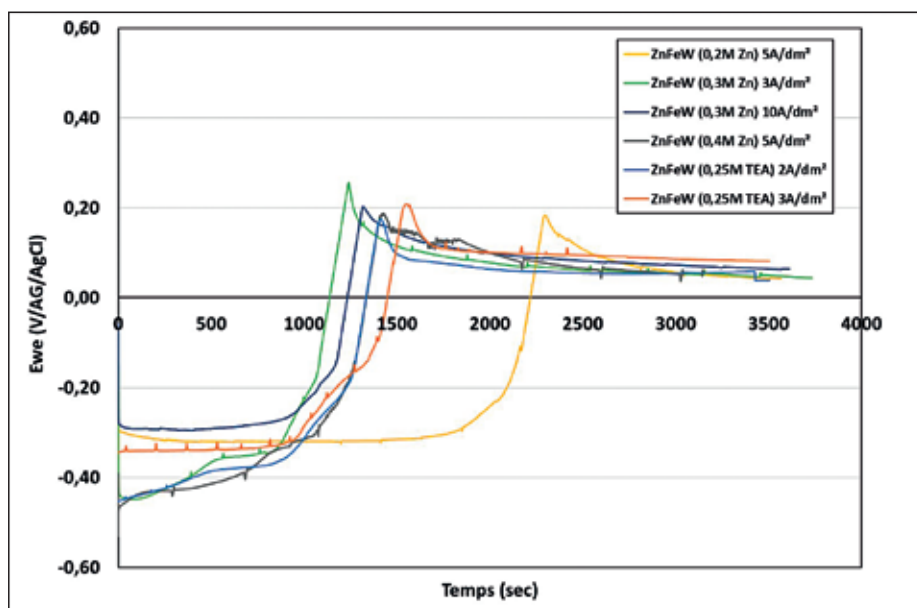


Figure 3 – Exemple de courbe de chronopotentiométrie pour le système d'étude ZnFeW

Système étudié	Technique expérimentale	Grandeurs mesurables	Intérêt de la technique
Acier inoxydable	OCP + Courbes de polarisation	Potentiel de corrosion, intensité de corrosion, potentiel de piqûration, potentiel de repassivation	Vérification de la nature de la couche passive
Aluminium anodisé	OCP + EIS	Potentiel de corrosion, impédance globale	Vérification de la nature de la couche anodique et du colmatage
Effet inhibiteur	OCP + Courbes de polarisation ou OCP + EIS	Potentiel de corrosion, intensité de corrosion, impédance globale	Mécanismes d'inhibition (anodique, cathodique ou mixte), formation d'une couche barrière
Dépôt métallique	OCP + Courbes de polarisation Chronopotentiométrie (dépôts sacrificiels) OCP + EIS	Potentiel de corrosion, intensité de corrosion Temps de protection	Vérification de l'effet barrière corrosion du dépôt
Dépôt organique	OCP + EIS	Potentiel de corrosion, impédance globale	Vérification de l'effet barrière du coating Mesure de la prise en eau Influence d'additifs (inhibiteurs, nanoparticules...)
Couplage galvanique	ZRA	Différence de potentiel	Détermination du potentiel de couplage galvanique

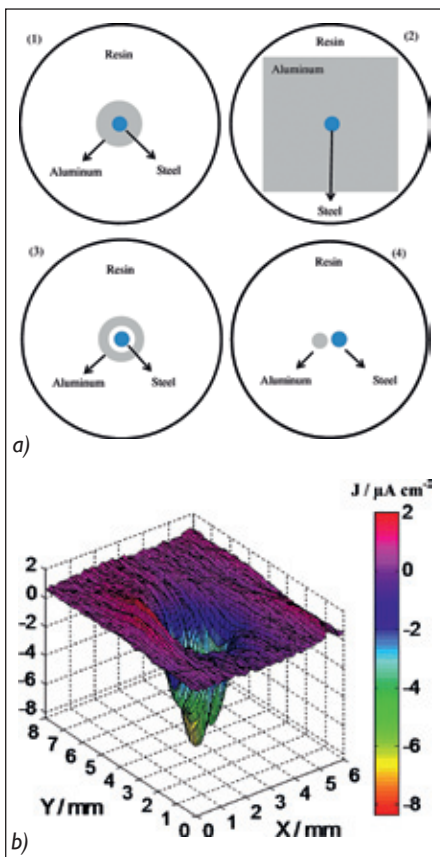


Figure 5 - (a) Représentation schéma de l'échantillon analysé et (b) cartographie de la densité de courant obtenue par SVET correspondant [3]

Il est important de signaler que l'ensemble de ces techniques électrochimiques permettent d'obtenir des informations sur les mécanismes de corrosion d'un point de vue global et donc macroscopique. Certains phénomènes tels que la piqûration, la corrosion galvanique, intergranulaire, sont liés à des phénomènes ayant lieu à l'échelle microscopique. Des techniques plus spécifiques tels que la sonde à balayage vibrante, la sonde à balayage de Kelvin... se focalisent sur la mise en évidence de ces processus. La figure 5 présente pour exemple les zones anodiques et cathodiques. La Figure 5 présente pour exemple la visualisation de l'activité cathodique d'une tige de fer (zone cathodique) entourée d'une matrice d'aluminium (zone anodique) [3].

### CONCLUSION

Toutefois, bien qu'incontournables, ces techniques ne sont pas sans limites. Il est

souvent délicat de reproduire, au laboratoire, les conditions réelles pour effectuer les essais, tout comme de garantir la durée de vie de tel ou tel système sans prémices de corrosion. Enfin, même si les résultats obtenus à partir des tracés et des mesures électrochimiques ne sont pas absolus, ceux-ci nous donnent des informations précieuses sur les mécanismes de corrosion.

### SOURCES

- [1] Deloye F, Gigandet M-P, Thiery L, Hihn, J-Y, Pommier N., Coll Y., Lallemand F., EP2784189A1 (2013)
- [2] Romano A.-P., Fedel M., Deflorian F., Olivier M.-G., Prog. Org. Coat. 72(2011) 695-702
- [3] Mouanga M., Andreatta F., Druart M-E, Marin E., Fedrizzi L., Olivier M-G., Corrosion Science 90 (2015) 491-502

**WEBINAR: INNOVATIVE SKINS FOR INCREASED DURABILITY OF LIGHT-WEIGHT MATERIALS**

6 Octobre 2020, 9h00-12h30

# Grond: van goedaardig tot corrosieverwekkend

**i** Materials Consult  
Frans Vos

De gemeente heeft het aangekondigd: Er zal een nieuwe internationale pijpleiding worden aangelegd doorheen het veld achter uw huis! Ik zie uw NIMBY-reactie al in uw ogen: "Ah nee hé, niet in mijn achtertuin!" (NIMBY = Not In My Backyard). Vervolgens hoor ik uw argumenten door de kamer vliegen: "Is het niet zo dat lekkende pijpleidingen al hebben geleid tot vervuilde gronden?" en "Bevatten die vervuilde gronden dan soms geen kankerverwekkende stoffen?". Het kan niet worden ontkend dat er regelmatig dergelijke verhalen opduiken, maar waar die verhalen zelden tot nooit over spreken is: hoe is het zover kunnen komen?

Zoals in vele gevallen ligt onvoldoende opvolging en onderhoud, in sommige gevallen zelfs verwaarlozing, aan de basis van de lekkage. Meestal is corrosie de boosdoener. Corrosie kan, indien niet voldoende gecontroleerd en beheerst, als een kleine plek ontstaan om daarna ongebreideld verder te woekeren. Wat er onder de grond gebeurt is immers niet zomaar te zien en bovendien kunnen bepaalde grondsoorten agressief zijn ten opzichte van stalen leidingen.

Wat is dat dan, "agressieve" grond? Om dat te begrijpen is het allereerst van belang te beseffen dat grond voor een aanzienlijk deel bestaat uit water en dat, net zoals ons drinkwater, grondwater allerlei stoffen kan bevatten die corrosie kunnen bevorderen of net kunnen voorkomen. Zo kan water bv. te zuur zijn, wat dan ook wel agressief water wordt genoemd. Het water kan bv. chlorides, sulfaten en fosfaten bevatten die - afhankelijk van hun concentratie - corrosie kunnen tegenwerken of aanwakkeren, enz. De mate waarin grond al dan niet agressief/corrosief is, is afhankelijk van vele parameters. Enkele voorbeelden:

**o Het type grond – zand, klei, klei, veengrond enz:** Het type grond en het watergehalte gaan hand in hand. Zo bevat zandgrond bv. relatief weinig water en bevat veengrond veel water. Zandgrond is daardoor bv. veelal minder corrosief dan veengrond. Ook het zuurstofgehalte in de grond wordt mee bepaald

door het type grond; het zuurstofgehalte is op zich dan weer een belangrijke parameter die mee de corrosiviteit van de grond zal bepalen.

**o De diepte:** grond bestaat steeds uit verschillende lagen. Zo is bv. de toplaag in de Antwerpse kempen veelal een zandgrond, terwijl er in dieper gelegen lagen ook klei aanwezig is. Bovendien liggen die lagen niet altijd mooi evenwijdig met het aardoppervlak, maar liggen ze soms in een grillig patroon of schuin. Zo wordt de kleilaag van de Antwerpse kempen de toplaag een honderdtal kilometer meer naar het westen. Ook grondwerken kunnen de laagopbouw wijzigen.

**o Oppervlaktewater versus grondwater.** Niet alleen is grondwater veelal 'properder' dan oppervlaktewater, maar de grondwaterspiegel varieert bv. ook met de hoeveelheid neerslag die is gevallen. Op bepaalde dieptes zal dus het vochtgehalte veranderen met het weer en het seizoen. Het effect van de grondwaterspiegel kan soms ook heel lokaal en tijdelijk zijn, bv. bij het droogleggen van een bepaald gebied bij infrastructuurwerken.

**o De regio** – bv. landelijk, industrieel, maritiem: afhankelijk van het type omgeving, zal de samenstelling van de grond variëren. Zo zijn er veel meer chlorides in maritiem klimaat, is de grond in industriële omgeving soms rijk aan sulfaten en kan overbemeste landbouwgrond redelijk veel fosfaten bevatten.

**o De levende grond:** grond bevat heel veel biologisch leven, waarbij allerlei micro-organismen corrosie kunnen bevorderen. Veel biologische organismen hebben immers zuurstof nodig om te leven; zuurstof werd hiervoor al aangehaald als een element dat veel invloed heeft op corrosie, dus als micro-organismen zuurstof verbruiken, beïnvloeden zij onrechtstreeks de corrosieprocessen. Trouwens, sommige micro-organismen halen de broodnodige zuurstof niet gewoon uit de omgeving, maar uit de 'vertering' van bv. sulfaten; dat zijn dan de

zogenaamde sulfaatreducerende bacteriën. De afvalstoffen van deze vertering zorgen dan weer voor een verzuurd, dus meer corrosief milieu.

o In de buurt van spoorwegen en tramlijnen kunnen er ook nog **zogenaamde zwerfstromen** ontstaan. Dit zijn elektrische stromen die omwille van de nabijheid van de spoor- of tramlijn ontstaan in ingegraven metaalstructuren. Vermits corrosie een elektrochemisch proces is, beïnvloeden ook deze zwerfstromen de corrosie van ingegraven metaalstructuren.



© Materials Consult

Corrosie van ingegraven metaalstructuren is dus een heel complex en niet in één artikel te beschrijven proces. Corrosiebescherming van ingegraven structuren begint al bij de keuze van de positie en, voor pijpleidingen, het traject. Passage van pijpleidingen doorheen zure veengronden zal bv. zo veel mogelijk worden vermeden. Vervolgens worden klassieke beschermingsmechanismen voorzien. Bij pijpleidingen gaat het dan over een eerste bescherming via bitumen- of verflagen, gecombineerd met zogenaamde 'opgedrukte stroom' (een type kathodische bescherming), en ook hier is de keuze en afregeling van die beschermingsmiddelen dan weer afhankelijk van de eigenschappen van de grond.

Echter, ondanks al die complexiteit blijft ook voor pijpleidingbescherming 'het gezond verstand' gelden: Voorkomen is beter dan genezen. Een goed gekozen traject, een superieure beschermlaag en een correct afgeregeld kathodische bescherming zijn daarbij de minimum vereisten. Een dergelijke werkmethode is en blijft de enige goede methode om corrosie - de kanker van de metalen - te voorkomen.

# Corrosie? Meten is weten!

**i** Metalogic  
Erik Thomas

Corrosie is een complex fenomeen, soms moeilijk te detecteren en de beheersing ervan vergt specifieke methodes. De eerste en belangrijkste stap is dan ook kennis van zaken. Het is cruciaal om te starten met kennis over het type materiaal en de vorm van corrosie zodat de verdere detectie en bestrijding goed verloopt.

Zo is het bij metalen installaties belangrijk om te weten welke corrosie- of degradatiemechanismen in welke omstandigheden verwacht kunnen worden en hoe deze zich zullen verderzetten. In geval van coatings daarentegen dient men de randvoorwaarden voor gebruik van de coating, de verwachte levensduur en de tijd tot een eerste groot onderhoud te kennen.

Met deze basisinformatie kan de juiste inspectietechniek bepaald worden om corrosie of degradatie vast te stellen. Na detectie van de schade kan men de mate van aantasting opmeten en vervolgens overgaan tot de meest effectieve en efficiënte bestrijding.

## DETECTIE

### DETECTIE VAN CORROSIE EN COATINGDEGRADATIE

Wanneer het type materiaal en de vorm van corrosie gekend zijn, kan de inspectietechniek gekozen worden. Een gebruikelijke methode is visuele inspectie door een getrainde inspecteur. Daarnaast kunnen ook meer gerichte technieken toegepast worden afhankelijk van het corrosiemechanisme waarnaar men op zoek is. Een voorbeeld hiervan is endoscopie waarbij men pinholes in roestvaststaal kan terugvinden, hoewel deze niet altijd eenvoudig is. De kans dat men de putjes – die aan het oppervlak maar een speldenprik groot zijn – mist is behoorlijk groot. In dat geval zijn andere technieken zoals wervelstroomonderzoek meer geschikt.

In tegenstelling tot corrosie in metalen installaties waar de passende inspectietechniek afhangt van verschillende factoren, wordt in geval van coatings doorgaans visuele inspectie toegepast. Deze methode

geeft informatie over de algemene toestand van de coating; roestvorming van het substraat en blistering of flaking worden zo eenvoudig vastgesteld. Op dat moment is het substraat op een aantal plaatsen echter niet meer beschermd en kan de aanwezigheid van de coating de aantasting zelfs versnellen. Daarom is het interessant om coatingdegradatie te detecteren vooraleer visuele kenmerken waarneembaar zijn en een dergelijke inspectie wordt uitgevoerd.

Om die reden wordt EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) vaak eerst toegepast. Met deze niet-destructieve techniek worden de barrière-eigenschappen van de coating opgevolgd in functie van de tijd en wordt een alarm geactiveerd wanneer er een plotse afname in zulke eigenschappen wordt vastgesteld. De interpretatie van deze EIS-resultaten is van groot belang; te grote vereenvoudiging van de resultaten kan immers leiden tot foutieve conclusies.



EIS metingen op coatings

### MOGELIJKE BEPERKINGEN

Helaas is het niet altijd mogelijk om het volledige oppervlak te inspecteren wegens te hoge kosten, tijdsgebrek of onbereikbaarheid van bepaalde zones. Wanneer dit soort beperkingen van toepassing zijn moeten de inspanningen voornamelijk gericht worden op kritische locaties, waar het optreden van degradatie het meest waarschijnlijk is.

## METING

### METING VAN DEGRADATIE

Het onderzoek houdt niet op na de vaststelling van corrosie en degradatie. Het is namelijk erg waardevol om ook de mate van aantasting op te meten, aangezien

deze meting informatie verschaft over de restlevensduur van de installatie. Hiervoor zijn tal van technieken beschikbaar; kennis van de corrosievorm is wederom doorslaggevend om op de juiste manier tewerk te gaan.

### DEGRADATIE VAN METAAL

Wanneer het gaat over lokale degradatie van een metaal, dan heeft een globale opmeting van de wanddikte weinig zin. Specifieke putdieptemeters worden dan toegepast om de diepte van de putten te bepalen. Dit wordt vertaald naar een pitting rate of een snelheid waarmee de putten zich gevormd hebben. Putcorrosie is echter een proces dat typisch versnelt in de tijd dus voorzichtigheid is geboden met betrekking tot toekomstvoorspellingen.

Is de vorm van corrosie op het metaal uniform en stabiel doorheen de tijd, zoals atmosferische corrosie van koolstofstaal, dan kunnen wanddiktemetingen de juiste informatie geven over de restlevensduur van de installatie.

Corrosie kan eveneens online worden opgemeten door middel van elektrochemische technieken. LPR (Linear Polarisation Resistance) probes worden daartoe vaak ingezet en laten toe de trend in corrosiesnelheid nauw op te volgen.



LPR (online corrosiemetingen)

### COATINGDEGRADATIE

Wanneer degradatie plaatsvindt bij coatings is het meten van de restlevensduur ingewikkelder. Wel kan de stabiliteit van de barrière-eigenschappen van de coating bepaald worden door de EIS-resultaten uit te zetten tegen eventuele referentiewaarden en het verloop over de afgelopen jaren. Met behulp van deze gegevens kunnen eventuele toekomstige acties worden voorgesteld.



## BEHEERSING

### CORROSIEBEHEERSING EN DE RBI-FILOSOFIE

Een belangrijke vraag die zich stelt is op welke manier inspecties beheerst kunnen worden. De kost van corrosie-inspecties is immers aanzienlijk, maar de besparingen die deze voortbrengen zijn de moeite waard – zeker wanneer ze worden ingezet op plaatsen waar de risico's het grootst zijn.

Dit komt overeen met de RBI-filosofie (Risk-Based Inspection). Een risico is het product van 'kans op falen' of POF (Probability of Failure) en 'gevolg van falen' of COF (Consequence of Failure). Dit risico kan ingeschat worden indien enerzijds een studie van de mogelijke corrosiemechanismen en hun kans op falen uitgevoerd wordt en anderzijds een accurate inschatting gemaakt wordt van de gevolgen van falen ten aanzien van het milieu, de gezondheid, de economische impact, enz.

### RISICOSTUDIE MET BEHULP VAN DE RBI-SOFTWARE

De studie geeft bovendien de aandachtspunten en locaties met de hoogste kans op falen aan. Bij voorkeur zijn dit de inspectielocaties. Via specifieke RBI-software kunnen de inspectieplannen uitgerold worden op basis van de positie in de risicomatrix. Alle data die tijdens inspecties wordt vergaard wordt vervolgens ingevoerd in deze software. Op deze manier vergroot de kennis over te toestand van de installatie en wordt de risico-inschatting steeds meer verfijnd.

Voor corrosie in coatings kan evenzeer een soortgelijke RBI-filosofie toegepast worden. Visuele inspecties en EIS-metingen kunnen dienen als basis voor een kwalitatieve beoordeling van de kans op falen. Gecombineerd met een inschatting van de gevolgen van falen kunnen zo de kritische locaties geïdentificeerd worden en is een betere beheersing mogelijk.

## PREVENTIE

### START BIJ ONTWERP EN BOUW

Idealiter worden corrosie en mogelijke degradatie al bij het ontwerp van de installatie in rekening genomen, bijvoorbeeld bij de materiaalselectie. Deze is typisch gebaseerd op historische kennis, ervaringen,

literatuur en informatie van leveranciers. In geval van onzekerheid over de verwachte corrosiesnelheid van verschillende materialen kan deze getest worden in het lab.



Blootstellingstesten in het lab

Daarbij worden de werkelijke condities en de oppervlaktegesteldheid van het metaal zo goed mogelijk nagebootst en wordt uitgegaan van een worstcasescenario om een bepaalde versnelling te realiseren. Op basis van deze test wordt het meest geschikte materiaal geselecteerd. Wanneer men de installatie nadien bouwt, dient men er zeker voor te zorgen dat het water niet mee wordt ingebouwd. Isolatie die blootligt aan de weersomstandigheden en vervolgens goed wordt afgedicht kan leiden tot grote problemen achteraf.

### KEUZE VAN GESCHIKTE COATINGSYSTEMEN

Het klimaat is een belangrijke factor bij de selectie van coatingsystemen. Daarom voorziet ISO uitgebreide richtlijnen voor

coatingsystemen naargelang de C-klasse van het klimaat waar de coating gebruikt wordt.

Bovendien beschrijft de ISO-standaard ook welke testen en testduur noodzakelijk zijn om te verifiëren of een coatingsysteem in een bepaald klimaat kan worden toegepast en wat de verwachte levensduur is. Om de resistentie van coatings tegen bepaalde agressieve media vooraf na te gaan kunnen eveneens blootstellingstesten in het lab uitgevoerd worden.

De evaluatie van coatings gebeurt echter op een andere manier. Er wordt voornamelijk uitgegaan van visuele evaluatie en adhesiemetingen in combinatie met EIS-metingen, waarmee de water- en ionen-doorlaatbaarheid doorheen de coating nauwkeurig opgevolgd en beoordeeld kan worden.

Naast de geschiktheid van het coatingsysteem is het applicatieproces ook erg belangrijk. Dit heeft immers een grote invloed op de adhesie en algemene prestatie van het coatingsysteem. Daarom is een nauwgezette controle van de omstandigheden waarin de coating wordt aangebracht van groot belang.

## CONCLUSIE

Wie corrosie zo goed mogelijk wil bestrijden start beter niet na de feiten. Al vanaf het ontwerp en de bouw van installaties kunnen preventiemaatregelen genomen worden om aantasting te voorkomen. Wanneer corrosie toch plaatsvindt geldt het motto "Meten is weten". Informatie over materialen, geschikte inspectietechnieken en accurate opmetingen zijn noodzakelijk om corrosie op de meest doeltreffende wijze en met zo min mogelijk kosten tegen te gaan.



Akoestische emissietechniek

# Extra bescherming door nieuwe poederprimers

**i** Protech-Oxyplast  
Karl Pint

Oxyplast introduceert een compleet nieuwe range primers (Hi-Life Premium Primer gamma) waar, naast een aantal oude bekenden die hun sporen in de markt reeds ruimschoots verdiend hebben, een aantal nieuwe high-end primers geïntroduceerd worden.

Het is niet altijd noodzakelijk om te kiezen voor het hoogste niveau van corrosiebescherming. In situaties waar de eisen lager zijn, is het zinvol om te kiezen voor een kwalitatief maar budgetvriendelijk systeem. Echter: wanneer de eisen hoog zijn, dient gekozen te worden voor een hoger gekwalificeerde oplossing. Ervaring leert dat toepassing van dit duurdere en betere systeem in de juiste situatie, op lange termijn zijn vruchten afwerpt.

Bovendien is uit testen gebleken dat het ene substraat baat heeft bij die ene grondlaag en een andere substraat zich dan weer beter leent voor een andere primer. Hoe een primer of een (poeder) verfsysteem presteert, wordt getoetst aan bepaalde normen en testmethoden door (eventueel) gecertificeerde (inter)nationale kwaliteitsinstanties.

Alle primers uit deze reeks werden geëvalueerd a.d.h.v. de volgende testen:

- Ruitjesproef adhesietest (ISO 2409)
- Natte adhesietest – Kooktest (conform Qualicoat)
- Zoutsproeitest (2000 uur) (ISO 9227 / ASTM B-117)
- Condens of vochtigheidstest (ISO 6270-2)
- Cyclische corrosietest (ISO 12944-6 / ISO 20340)

Uiteraard is een goed overwogen en uitgevoerde voorbehandeling uitermate belangrijk als basis voor de bescherming van het substraat. Poeder hecht immers niet op een slecht voorbehandelde ondergrond. Afhankelijk van de kwaliteit en soort metaal, zijn er diverse soorten reinigings-, chemische conversie- en/of mechanische behandelingsmethodes mogelijk. Het totale voorbehandelingsproces moet altijd

afgestemd zijn op de uiteindelijk gewenste eigenschappen van het coatingsysteem.

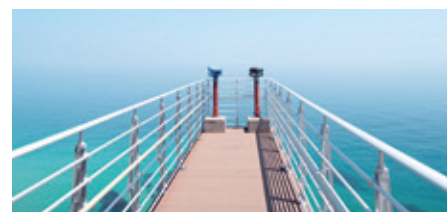
## UIT WELKE PRIMERS BESTAAT DE HI-LIFE PREMIUM PRIMER RANGE ?

### 1) OXYPRIM – EF33

OXYPRIM EF33 is sinds jaren de standaard gemodificeerde epoxyprimer van Protech-Oxyplast. Deze primer is eenvoudig in applicatie en krijgt zijn volledige eigenschappen door deze “regulier” uit te moffelen (10'-180°C). De OXYPRIM primer combineert een glad en strak uiterlijk met optimale bevochtiging, lage laagdikteopbouw en sterke hechting met de aangebrachte topcoat. OXYPRIM is, door zijn ontgassende eigenschappen, uitermate geschikt voor het coaten van poreuze oppervlakken zoals gietijzer en -aluminium, thermisch verzinkt- en gemetalliseerd staal. Dit duplexstelsel biedt een zeer goede corrosiebescherming voor architecturale en industriële toepassingen. OXYPRIM is budgetvriendelijk.

### 2) GREENPRIM LB – EF36

GREENPRIM LB EF36 is een energiezuinige, ontgassende, gemodificeerde epoxyprimer en draagt daarom het OXYPLAST Green Label. GREENPRIM LB is ook een oude bekende in ons gamma. Deze primer is ontwikkeld als basis voor een tweelaags lowbake verfsysteem. Deze primer kan regulier of snel uitgemoffeld worden. GREENPRIM LB is zeer ovenstabil en is bestand tegen sterke overmoffeling zonder intercoat-onthechting (tot 30 minuten



@180°C). Hogere laagdiktes en langere moffeltijden zijn mogelijk zonder verlies van eigenschappen. Deze primer is speciaal ontwikkeld voor industriële toepassingen, (thermisch) verzinkt staal en poreuze substraten en heeft een excellente kantendekking. Dit systeem is QUALI-STEELCOAT gecertificeerd en voldoet aan alle eisen voor een C5-corrosieomgeving (MS2 en HD2). Daarnaast is de GREENPRIM LB een economisch, budgetvriendelijke product.

### 3) ULTRAPRIM – EF17

ULTRAPRIM EF17, zoals de naam het al zegt, is hét ultieme high-end primerproduct. ULTRAPRIM is een zinkvrije, puur epoxycoating met een superieure corrosiebescherming en is daarom een excellent product voor allerlei soorten metaal in de meest uitdagende omstandigheden. Deze grondlaag is de kampioen in kantenbescherming en is uitermate geschikt voor het coaten van geperforeerde-, laser gesneden-, substraten met scherpe kanten, enz. ULTRAPRIM kan gemoffeld worden in een wijde temperatuurrange en heeft bijgevolg een excellente overbakestabiliteit en intercoathechting in alle typen ovens.

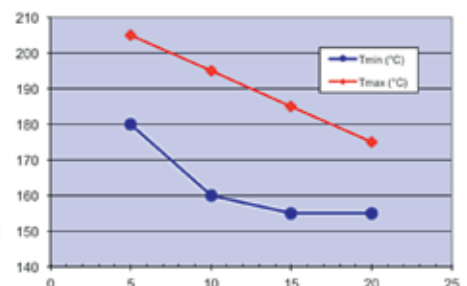
### 4) DRYPRIM – EF26

DRYPRIM EF26 is een primer die uitblinkt in eenvoud. Dankzij de poeder-in-poeder

**De eigenschappen van Greenprim verzekeren resistentie tegen overbakken, maar faciliteren ook eventueel gewenste kortere moffeltijden (moffelen kan op 10'-160°C of op 5'-180°C).**

CERTIFICAAT:  
quali  
steel  
coat

EF36 is conform Qualicoat gecertificeerd in categorie C3. Certificaat nummer:  
PE-0943 (HD2)  
PE-0958 (MS2)



De moffelcurve van de Greenprim

**KANTENDEKKING:**

Ultraprim werd getest door het onafhankelijke labo MetaLogic en realiseert een bewezen, excellente kantendekking op scherpe kanten, lasergesneden kanten en geperforeerde substraten, ...

**CYCLISCHE CORROSIE TEST:**

Results after 16 cycles (2688h) of cyclic corrosion testing according to ISO 12944-6

Score: C5 category (very high)

SUBSTRATE	GRITBLASTED STEEL	ZINK PHOSPHATED STEEL
BLISTERING	0(S)0	0(S)0
RUSTING	Ri 0	Ri 0
SCRIBE CORROSION	<3 mm	<1 mm

Ultraprim voldoet aan alle vereisten in corrosie categorie C5 - zeer hoog (> 25 jaar).

▲  
Testresultaten ultraprim▲  
Dryprim proces

technologie, biedt DRYPRIM de voordelen van een tweelaags-coatingsysteem, maar behoeft het slechts één moffelcyclus om zijn volledige potentieel tot zijn recht te laten komen. Na het aanbrengen van de twee lagen (droog) poeder, worden beide poederlagen samen uitgebakken in dezelfde moffelcyclus, wat de stap van tussentijds uitbakken van de primer elimineert. Het grote voordeel van dit twee-in-één systeem is dat het met standaard spuitapparatuur aangebracht kan worden. DRYPRIM excelleert in intercoat-adhesie, in superieure corrosiebescherming en in kantendekking. Dit systeem past door zijn energie-reductie uitstekend in ons Green Label programma. DRYPRIM geeft de beste resultaten met de PE40FE low-bake, ontgassende topcoat. Echter kunnen andere topcoats op verzoek getest en goedgekeurd worden.

**5) ZINCOPRIM**

ZINCOPRIM is onze gekende zinkhoudende primer. Zink geeft, door zijn kathodische eigenschappen en de verdichtende functie nog steeds een extra dimensie aan deze primer. ZINCOPRIM kan zowel in een economische versie als met een hoog zinkgehalte geleverd worden. Een energievriendelijk of laagmoffelende variant is eveneens beschikbaar. De corrosiewerende eigenschappen op goed gestraald staal zijn in alle uitvoeringen zeer hoogstaand.

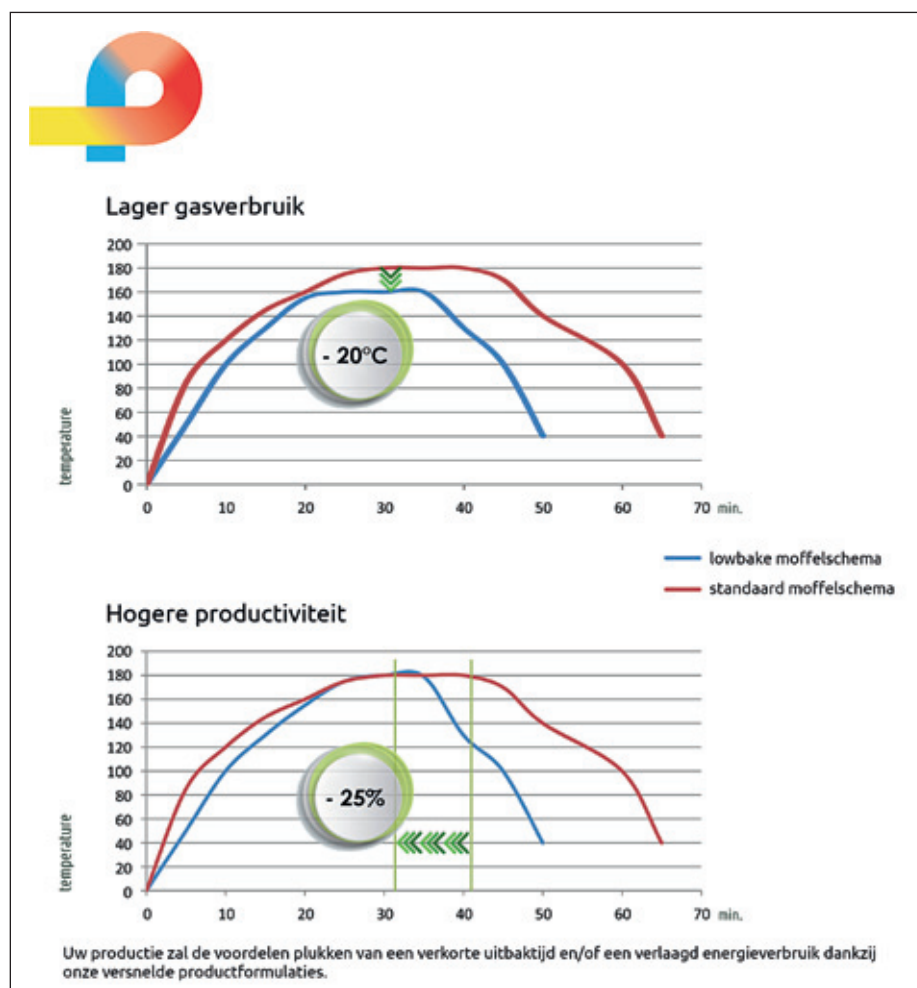
**6. MULTIPRIM**

MULTIPRIM is een zorgvuldig uitgekiend meerlaags-systeem dat door zijn unieke

opbouw en laagdikte een zeer goed alternatief is voor het beschermen van gestraald staal. Een goede chemische voorbehandeling kan het ganse systeem naar een nog hoger anticorrosie-niveau tillen. Dit systeem biedt een alternatief voor CX of offshore natlakbehandelingen. Testen hiervoor zijn momenteel in uitvoering. MULTIPRIM is de oplossing voor een ultieme bescherming tegen kant-of-randcorrosie.

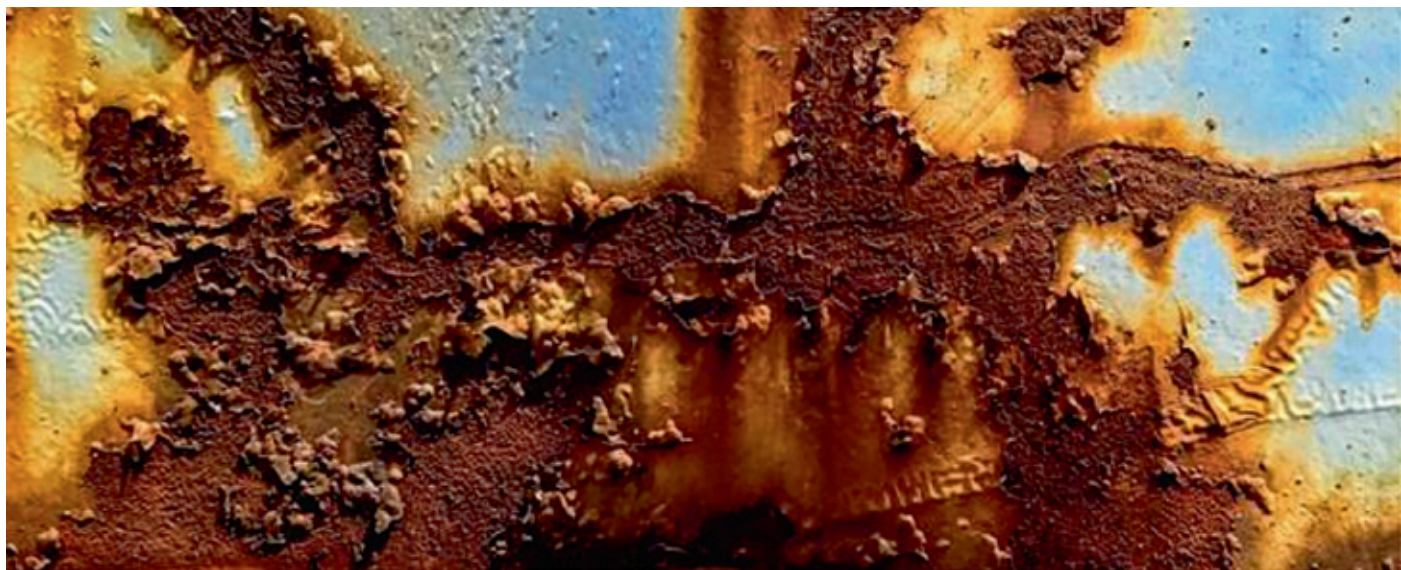
**NOTA**

Veel van de door Protech-Oxyplast voorgestelde primers kunnen gemoffeld worden volgens het economische green cure principe. Dit betekent dat in de meeste gevallen een gedeeltelijke uitbakking (50%) volstaat. Deze green cure heeft geen negatieve gevolgen voor de corrosiebescherming van het poederlaksysteem. De vernetting wordt vervolledigd tijdens het uitbakken van de eindlaag.

▲  
Voordelen van green cure poederlakken

# Het SOCORRO-project mikt op een slimme aanpak van corrosie

**i** Sirris  
Jeroen Tacq



Volgens een rapport van DNV-GL bedragen de totale kosten van corrosie voor de Europese regio alleen naar schatting meer dan 500 miljard euro. Er bestaat echter geen algemeen aanvaarde aanpak die de industriële sector moet volgen om het corrosierisico te beoordelen en het resultaat ervan te gebruiken met het oog op een slim corrosiebeheer. Men gaat ervan uit dat tot één derde van alle kosten gelinkt aan corrosiepreventie en -onderhoud kan worden vermeden door gebruik te maken van een slimmer en efficiënter systeem om het corrosieprobleem aan te pakken. Een dergelijk slim systeem voor corrosiebeheer op poten zetten is precies de doelstelling van het recent opgestarte SOCORRO-project waarin Sirris een van de hoofdpartners is.

## IN-SITU SENSORSYSTEEM OM HET CORROSIERISICO TE BEOORDELEN

Doel van dit project is bedrijven een onafhankelijk hulpmiddel te bieden om het geaccumuleerde corrosierisico in hun installaties te evalueren. Zo worden ze zich bewust van het corrosieprobleem en kunnen ze gerichte preventie- of onderhoudsmaatregelen treffen. Het hulpmiddel zal in

eerste instantie worden ontwikkeld voor in water ondergedompeld blank staal. Men verwacht echter dat het mogelijk zal zijn de toegepaste methode naar andere types van corrosie uit te breiden, zoals atmosferische corrosie en corrosie in spatwaterzones.

Er zal een snel in-situ sensorsysteem worden ontwikkeld om een reeks waterparameters (omgevingsmarkers) te monitoren. Het sensorprobleem is echter niet het enige waarmee de industrie kampt op het vlak van corrosie. Net daarom streeft het SOCORRO-project ernaar sensormetingen te verwerken met een innovatief softwarepakket om de omgeving waarin corrosie zich voordoet, te beoordelen en het corrosierisico daaruit af te leiden. Uiteindelijk zal het ontwikkelde meet- en beheersysteem het geaccumuleerde corrosierisico in de tijd weergeven aan de hand van een verkeerslichtachtige kleurcode (groen, geel, rood) die in een beslissingsondersteunende tool zal zijn geïntegreerd.

## II INDUSTRIËLE CASES

De volledige SOCORRO-opzet zal in 11 industriële casestudies worden geïmplementeerd en gedemonstreerd bij early

adopters die als projectpartners of leden van het adviescomité fungeren (windturbines op zee, waterontziltzing/sanering, scheepsrompen en ballasttanks, damwanden, proceswater). Dit zal het mogelijk maken de industriële toepasbaarheid van het SOCORRO-systeem te beoordelen en te optimaliseren, alsook de verwachte economische voordelen te onderzoeken.

Verwacht wordt dat het SOCORRO-systeem de volgende voordelen zal opleveren:

- een tragere corrosiesnelheid en een langere levensduur van metaalconstructies
- een betere kostenbeheersing en een grotere veiligheid in maritieme installaties
- een meer betrouwbare infrastructuur en een hogere economische winst voor de productie van hernieuwbare energieën
- een efficiëntere verwerking en productie van waterzuivering
- een meer geïntegreerd waterbeheer.

Meer informatie over het project is te vinden op de website van het project: [www.socorro.eu](http://www.socorro.eu).

Interreg  2 Seas Mers Zeeën 

# Bestuderen van het initieel contact tussen organische coatings en waterige oplossingen met instantane impedantie

**i** VUB-SURF  
Benny Wouters

*Organische coatings worden veelal gebruikt voor de corrosiebescherming van metalen. Daarbij is een prangende vraag wanneer deze coatings zodanig gedegradieerd zijn dat ze niet meer voldoen om hun primaire taak te vervullen. Het falen van een organische coating begint met de opname van water. Dit water zorgt ervoor dat de coating kan gaan zwellen, en sneller ionen opneemt. Het is dus belangrijk om te weten hoe snel het water in de coating wordt geabsorbeerd.*

## ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY

Een belangrijke techniek om de wateropname te bestuderen is **Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)**. Deze techniek meet de impedantie op het systeem in functie van de frequentie. De meeste van deze metingen gebeuren potentiostatisch: dit wil zeggen dat de potentiaal (de spanning) wordt opgelegd en de stroom wordt gemeten. Het signaal is meestal sinusvormig, waarbij de verschillende frequenties een voor een worden opgelegd en opgemeten. Deze klassieke meting wordt hierdoor ook een single sine impedantiemeting genoemd.

Het gemeten frequentiebereik van een EIS meting bevat verschillende grootteordes, waardoor zeer veel informatie over het systeem kan worden gedetecteerd. Verschillende chemische en fysische processen, zoals (elektro-)chemische reacties, massatransport, adsorptie en absorptie hebben elk een bepaalde snelheid waaraan ze gebeuren. Door het elektrochemische systeem te meten bij verschillende frequenties, kan de invloed van elk van deze processen apart worden opgemeten. Dit geeft de kracht aan van de EIS meting.

Een impedantiemeting kan op twee verschillende manieren worden voorgesteld.

Aangezien tijdens deze meting verschillende sinussen worden aangelegd, spreken we hier over wisselspanning. Een impedantie bestaat dan ook uit twee factoren: de amplitude van de impedantie, en de faseverschuiving ten opzichte van het opgelegde signaal. Klassiek kan dit dus worden voorgesteld door een Bode plot, waar zowel de amplitude als de fase apart worden voorgesteld ten opzichte van de frequentie. Een andere manier van voorstellen is de Nyquist plot. Deze maakt gebruik van complexe getallen, wat een andere manier is om een impedantie voor te stellen. Het reëel deel en imaginair deel van de impedantie wordt dan op een grafiek voorgesteld. Hierbij verliest de data meestal wel de frequentie informatie.

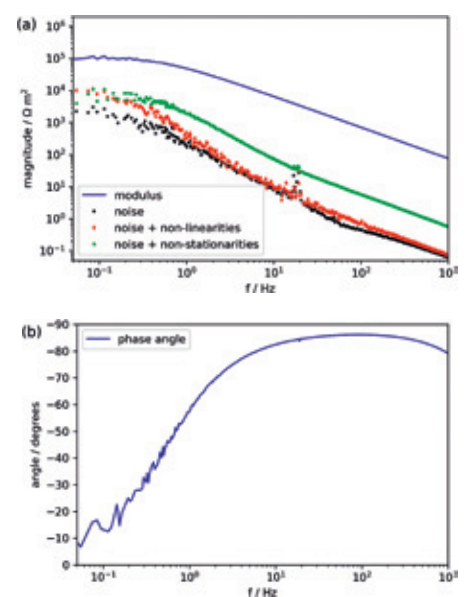
Een impedantiemeting moet aan **drie voorwaarden** voldoen: **causaliteit, lineariteit en stationariteit**. Causaliteit betekent dat het opgemeten signaal enkel de respons mag zijn van het opgelegde signaal. Een lineair systeem mag enkel een verandering in de amplitude en de fase teweeg brengen: andere vervormingen in het signaal zorgen ervoor dat het signaal ook informatie bevat bij frequenties die niet gemeten worden, dit zijn dan harmonische frequenties van het opgemeten signaal. Stationariteit betekent dat het systeem niet mag veranderen tijdens de meting.

Hoewel de voorwaarden wel worden verondersteld, is het bij een klassieke impedantiemeting niet altijd gemakkelijk om te weten of deze voorwaarden ook volledig vervuld zijn. Dit kan een groot probleem vormen: omdat de frequenties een voor een worden opgemeten, zal een verandering van het systeem tijdens de meting ervoor zorgen dat niet alle meetpunten hetzelfde systeem beschrijven. Hierdoor kan dit dus niet meer juist worden geïnterpreteerd. Afhankelijk van het frequentiebereik duurt een meting ongeveer 15 tot 60 minuten. Dit zorgt ervoor dat het niet mogelijk is om snel veranderende systemen te

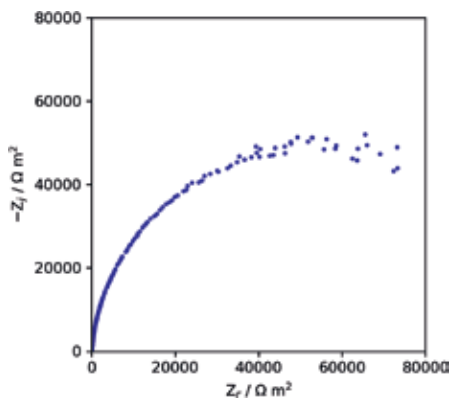
bestuderen. Dit is bijvoorbeeld het geval als een organische coating net in contact is gekomen met een waterige oplossing.

## INSTANTANE IMPEDANTIE

Een oplossing voor dit probleem komt uit een andere manier van een EIS meting uit te voeren, met de zogenaamde Odd Random Phase Electrochemical Impedance Spectroscopy (ORP-EIS). Dit is een multisine techniek, in tegenstelling tot de klassieke single sine metingen. Alle opgelegde frequenties van het spectrum worden hierbij tegelijkertijd opgemeten. Dit zorgt niet enkel voor een snellere meettijd; omdat de gemeten frequenties door een speciaal algoritme worden gekozen, is er ook meer informatie beschikbaar. Door de ruisniveaus van geëxciteerde frequenties te vergelijken met deze van niet-geëxciteerde frequenties, kan er bepaald worden of het systeem veranderd is tijdens de meting, en of het systeem lineair is bij de opgemeten frequenties. De basisvoorwaarden voor een EIS meting worden zo dus nagekeken bij elke meting.



**Figuur 2** De Bode plots van een ORP-EIS meting tonen de amplitude en de fasehoek per frequentie. De ruisniveaus duiden aan dat het systeem is veranderd tijdens de meting.

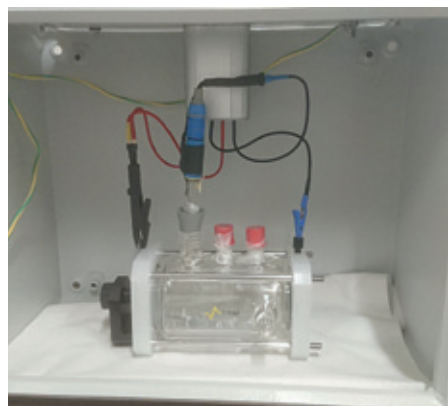


**Figuur 3.** Nyquist plot van de impedantiemeting getoond in Figuur 2.

Als blijkt dat het opgemeten systeem wel degelijk veranderd is, kan de meting alsnog gebruikt worden. Elke gemeten frequentie wordt namelijk gedurende de hele meting geregistreerd, waardoor de verandering van het systeem voor elke frequentie ook mee wordt gemeten. Dit signaal kan worden gemodelleerd met een som van polynomen om de verandering van de impedantie tijdens de meting te bekomen, voor elke frequentie, voor ieder moment. Dit noemen we de instantane impedantie, deze overkomt één van de grootste beperkingen voor EIS metingen.

### TOEPASSING OP ORGANISCHE COATINGS

Zoals eerder vermeld is het, door het snel veranderende systeem, niet mogelijk om het initieel contact tussen een coating en een waterige oplossing te meten met de klassieke EIS methode. De instantane impedantie methode zorgt ervoor dat deze informatie nu wel degelijk kan worden op-



**Figuur 1.** De opstelling voor het meten van wateropname in organische coatings, geplaatst in een Faraday kooi.

gemeten. Voor een optimale signaal-ruis verhouding gebeurt deze meting in een Faraday kooi, waarbij de coating in contact wordt gebracht met een elektrolyt in een corrosiecel. De impedantiemeting kan hierbij al gestart worden na 20 tot 40 seconden na immersie. Zie figuur 3.

De correcte meetmethode toepassen voor een meting is de eerste stap naar juiste informatie. Een tweede belangrijke stap is het correct uitvoeren van het kwantificeren van deze data. Meestal wordt hierbij een EIS spectrum gebruikt van een zogenaamd elektrisch equivalent circuit. Hierbij wordt elk chemisch en fysisch proces dat wordt opgemeten voorgesteld met een elektrische component die een gelijkaardig impedantiegedrag vertoont. Zo kan een coating bijvoorbeeld voorgesteld worden door een parallelschakeling van een weerstand en een condensator: door de lage geleidbaarheid van een coating fungeert een coating bij hoge frequenties als een capaciteit, en pas bij lage frequenties wordt de weerstand ervan het dominerende signaal. Deze twee fenomenen – de weerstand en de capaciteit van de coating – vormen de basis voor de analyse van een dergelijke meting.

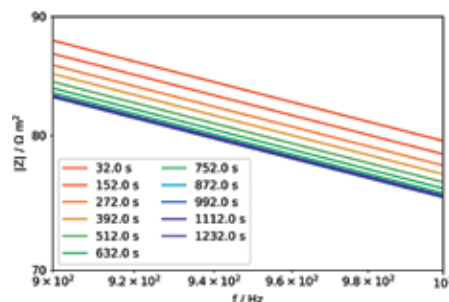
De complexe chemie van een organische coating betekent dat deze elektrische voorstelling niet altijd klopt, door imperfecties in de coating reageert deze niet als een ideale condensator bij hoge frequenties. Dit elektrische element wordt dan vervangen door een zogenaamd Constant Phase Element (CPE). Dit is vergelijkbaar met een condensator, maar heeft een fase-draaiing die niet exact  $-90^\circ$  is, maar zich meestal tussen  $-75^\circ$  en  $-90^\circ$  bevindt.

Het probleem dat zich hierbij stelt is als we de wateropname willen berekenen aan de hand van de opgemeten capaciteit van de coating. Het is namelijk niet eenvoudig om uit een CPE terug de capaciteit te halen. Een in de literatuur veel gebruikte vergelijking, de vergelijking van Brug, kan meestal niet gebruikt worden. Hier worden echter veel fouten tegen gemaakt. Er zijn complexere modellen die een organische coating meer fysisch modeleren, maar er is ook een eenvoudigere oplossing hiervoor:

Deze oplossing is om helemaal geen gebruik te maken van een elektrisch equivalent circuit, maar enkel van de impedantie die opgemeten is bij de hogere frequenties. Uit dit deel van het impedantie-spectrum kan rechtstreeks de capaciteit worden berekend. Dit is wel enkel geldig bij systemen waar enkel de coating wordt opgemeten, en geen andere processen. De capaciteit van de coating moet hierbij de enige invloed zijn op de impedantie in dit frequentiebereik.

### INITIËLE WATEROPNAME IN ORGANISCHE COATINGS

De opgemeten capaciteit van coatings kan dan gebruikt worden om de wateropname te bepalen. Een droge coating die nog niet in contact is gekomen met water heeft enkel het polymeer als diëlektricum. Naarmate er water wordt opgenomen in de coating, verandert dit diëlektricum in een combinatie van polymeer en water; waardoor opgemeten de capaciteit verandert. Deze verandering van capaciteit kan worden omgezet naar een waterfractie, waarbij er twee mogelijke modellen worden voorgesteld: een logaritmisch model (de Brasher-Kingsbury vergelijking) of een lineair model. Bij de gemeten coatings is er al opgemerkt dat er inderdaad wateropname voorkomt gedurende de eerste 20 minuten. Deze initiële wateropname wordt niet gemeten met de klassieke EIS methode, die meestal pas 2 uur na de immersie van de coating kunnen beginnen met meten, omdat het systeem nog teveel aan het veranderen is tijdens deze periode. Dit benadrukt de noodzaak voor de instantane impedantiemeting. ■



**Figuur 4.** De amplitude van de instantane impedantie toont de verandering van de capaciteit van de coating tijdens de meting.

# L'équipe de la VOM est à votre service

## VEERLE FINCKEN

Program manager

V.fincken@vom.be

T. +32 (0)476 91 90 45



Depuis 92, je suis responsable de la gestion de l'association VOM. A l'époque, nous avons commencé avec un PC, une machine à écrire électrique et quelques journées d'étude organisées de A à Z par les administrateurs eux-mêmes. Depuis, l'association a fait du chemin. Nous sommes aujourd'hui une organisation flexible, de son temps, qui place les intérêts de ses membres au premier plan. Au fil des ans, nous sommes devenus un interlocuteur à part entière pour les administrations publiques et nous avons établi des partenariats privilégiés avec d'autres organisations et parties prenantes, tant au niveau régional, national qu'europpéen. Nous sommes responsables de l'organisation d'événements majeurs (EUROFINISH, Eurocorr) et sommes devenus un prestataire de formation reconnu et un promoteur de l'innovation grâce à divers projets de recherche.

Ma mission numéro un est de représenter les intérêts des membres, de la technologie et de l'association. Repousser les limites, exploiter de nouveaux groupes cibles et mettre en relation les entreprises sont aujourd'hui essentiels au sein d'une association proactive. En outre, je représente activement la VOM au sein des réseaux suivants : Qualisteelcoat, la Fédération européenne de la corrosion EFC et le Comité européen du traitement de surface CETS. En étant à l'écoute de nos membres et en recueillant la meilleure expertise auprès des professionnels, nous réussissons à mener des actions utiles qui offrent une valeur ajoutée et sont largement soutenues.

**Ma devise est la suivante: Travailler ensemble dans le respect de chacun nous rend tous plus forts!**

## MARIE-DOMINIQUE VAN DEN ABEELE

Responsable PROMOSURF et administration des membres VOM

Membre du comité de rédaction VOMinfo  
m-d.vdabeele@vom.be

T. +32 (0)16 40 14 20



Depuis mars 2002, je suis active à la VOM, principalement pour appuyer PROMOSURF, la branche francophone de l'association.

Ma tâche consiste essentiellement à entretenir et à étendre le réseau francophone de l'association, à organiser des journées thématiques et des visites d'entreprise visant le transfert de connaissances et le réseautage, et à promouvoir les membres VOM et leurs activités via le VOMinfo, l'e-VOMinfo et les médias sociaux. Tout cela en vue de connecter les entreprises.

À cette fin, je participe à des projets tels que le projet Interreg Alt Ctrl Trans et WBDurapaint, j'assiste aux réunions du Bureau de PROMOSURF, je propose trois activités par an, en langue française, sur divers thèmes d'actualité et j'essaie d'accroître le nombre de contributions rédactionnelles et de publicités de nos membres francophones dans le VOMinfo et l'e-VOM-info afin qu'ils puissent bénéficier d'une plus grande visibilité.

## HANS VERSMISSEN

Business development & innovation VOM  
Manager Cumulus Company

hans@vom.be • T. +32 (0)486 11 8735



Depuis mars, je travaille pour la VOM en tant que collaborateur indépendant. Je contribue à donner corps au pilier de l'entrepreneuriat durable. Je me concentre principalement sur l'accroissement de la compétitivité des entreprises, aussi bien aujourd'hui que demain. Car l'entrepreneuriat durable ne se limite pas à l'intégration d'aspects écologiques et sociaux, il s'agit avant tout de continuité d'exploitation. Il faut veiller à ce que votre entreprise continue d'exister; et c'est pourquoi il est important d'innover.

L'innovation ne doit pas toujours être difficile, coûteuse et chronophage. Dans votre entreprise, il y a certainement beaucoup de fruits faciles à cueillir; des petites améliorations, pas nécessairement dans votre activité principale. Peut-être que votre gestion informatique coûte beaucoup d'efforts ou qu'il est rentable de se focaliser davantage sur le marketing numérique. Une stratégie claire sur plusieurs années constitue la base des petits et grands projets.

J'aime la simplicité et le langage clair. Les questions technologiques et innovantes doivent aussi être compréhensibles. Je ne suis pas un grand technicien, mais je dispose d'une large base de connaissances grâce à mon expérience en tant qu'ingénieur radar et chef de projet. J'aime travailler sur de nouveaux projets, ateliers et autres initiatives. Ma récente expérience en tant que conseiller d'entreprise VLAIO seront sans aucun doute utiles. Et chose étrange mais vraie, j'aime écrire.

J'apprends encore à connaître le secteur du traitement de surface. Permettez-moi de poser les questions stupides. Et n'hésitez pas à me faire des suggestions ou à me poser des questions concernant des projets innovants.



## KWALITEIT IS GEEN TOEVAL

Gratis | NL

praktische gids voor een kwalitatieve poedercoating op aluminium

Licht, veelzijdig, flexibel en duurzaam. zo kan in een notendop de succesformule van de inzetbaarheid van aluminiumlegeringen worden samengevat. Deze gids bevat tips en aanbevelingen om gebruikers van gepoedercoat aluminium (opdrachtgever, architect, bouwheer, systeemleverancier, constructeur, ed.) te informeren over de verschillende aspecten in de lakkerij die bijdragen tot het kwaliteitsvol en duurzaam poedercoaten van aluminiumlegeringen.

## PRAKTIJKRICHTLIJN POEDERLAK & NATLAK OP ZINK

Gratis | NL & FR

Deze praktijkrichtlijn is een vernieuwing van de bestaande BPR 1197 en tot stand gekomen via een uniek samenwerkingsverband tussen Zinkinfo Benelux, Vereniging ION, VOM België en OnderhoudNL. Het geeft inzicht in hoe het proces in elkaar zit, maar belangrijker nog, wat de randvoorwaarden zijn om gezamenlijk tot een kwalitatief goed eindproduct te komen. Het nieuwe aan deze praktijkrichtlijn is dat het behalve over poeder ook over natlak gaat en naast discontinu thermisch verzinken ook het continu thermisch verzinken, het zinkspuiten (ook wel metalliseren genoemd) en het sherardiseren is meegenomen. Verder is veel aandacht besteed aan het afwerkingsniveau, de productgroepen en de kwaliteitsbeoordeling. Er wordt nadrukkelijk op gewezen dat de keuze van het verfsysteem afhankelijk is van de gebruiksomstandigheden. De verschillende corrosieklassen worden toegelicht en er worden voorbeelden gegeven van systemen.



## GIDS VOOR BESCHERMING VAN STAAL TEGEN CORROSIE

€ 10.00 | NL & FR

Prijs vanaf 10 stuks: 5 EUR/stuk excl. btw en verzendkosten

Dit document is een uitgave van Infosteel, in samenwerking met VOM vzw (Belgische vereniging voor oppervlaktetechnieken van materialen) en ZinkInfo-Benelux (de vakorganisatie voor thermisch verzinken). Deze gids, in de vorm van een praktische folder, beschrijft coatingsystemen om staalconstructies te beschermen tegen corrosie, ongeacht of deze constructies zich binnen in gebouwen bevinden of dat ze aan de buitenlucht worden blootgesteld. Het doel van deze gids is om een leidraad te geven aan alle actoren in de bouw (opdrachtgevers, architecten, studiebureaus...) betrokken bij het ontwerp, de eigenlijke bouw, het onderhoud en de renovatie van staalconstructies. Er wordt een aantal oplossingen voor corrosiewerende bescherming aanbevolen, op basis van de corrosiviteitsklasse (C1 tot C5).

## VADEMECUM OPPERVLAKTETECHNIKEN

€ 125.00 | NL

Dit vernieuwd handboek, een onmisbaar werkinstrument geeft een volledig overzicht en beschrijving van de meest voorkomende oppervlaktebehandelingstechnieken waaronder: mechanische oppervlaktebehandeling, fysische en fysio-chemische oppervlaktebehandeling, chemische oppervlaktebehandeling, galvanische en stroomloze deklagen, anodiseren, organische deklagen en poedercoatings.



## PRAKTIJKBOEK CORROSIE & CORROSIEPREVENTIE DEEL I CORROSIETYPEN EN SCHADEGEVALLEN

€ 89.00 | NL

Auteurs : Walter Bogaerts – Jos Baeten - Publicatie: mei 2015 - 340 pag.

Corrosie is vaak moeilijk op te sporen en vraagt heel specifieke preventiemethodes en remedies. Zowel de menselijke impact als de materiële schade, de impact op het productieproces en de milieuvervuiling kunnen bijzonder groot zijn. Corrosie verdient dus zeker de nodige aandacht in uw processen.

Inhoud deel I:

1. de behandeling van het industrieel en maatschappelijk belang van corrosie,
2. beschrijving van de verschillende corrosietypen & theoretische achtergronden met verhelderende illustraties en foto's,
3. diverse industriële praktische schadegevallen en de toegepaste oplossing.

## ADVANCED SURFACE TECHNOLOGY

“A holistic view on the extensive and intertwined world of applied surface engineering”

€ 125.00 | EN

Auteurs & Uitgevers: Per Møller & Lars Pleth Nielsen

Prijs voor 2 volumes (1200pag.): 125 EUR excl. BTW en verzendkosten

Dit handboek is een naslagwerk in 2 volumes met meer dan 1.200 pagina's over vrijwel alle relevante oppervlaktebehandelingen en modificaties van het oppervlak. Meer dan 300 pagina's zijn besteed aan oppervlaktekarakterisatie. Het boek behandelt de volledige productwaardeketen: voorbehandelen, polijsten, galvanotechnieken, thermisch verzinken, thermische diffusie, conversielagen, thermische spuiten, vacuüm-gebaseerde processen, verf, email, warmtebehandelingen, corrosie en slijtage, en een inleiding tot vrijwel alle relevante karakterisatietechnieken.

