

# NRTW 2026

## National Reliability Technology Workshop

Mercredi 1<sup>er</sup> & jeudi 2 avril 2026 | Grenoble

### Enjeux et Objectifs du GT-Humidité

Référents Techniques : Caroline RICHARD & R.MEURET  
Organisateur : Francois BOUVRY

Organisé par :



Financé par :



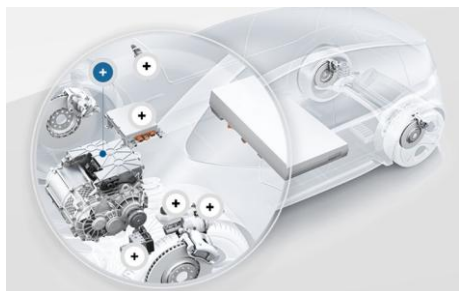


## Pourquoi travailler sur l'impact de l'humidité ?

Les systèmes sont de plus en plus complexes et intègrent de plus en plus d'électronique dans des applications dites « outdoor »



Eoliennes off shore  
ou terrestre



Voiture électrique  
ou hybride



Train



Panneau  
photovoltaïque



RADAR Militaire

Avec des électroniques qui ne sont plus confinées dans des endroits protégés des conditions climatiques : température et variation de température , humidité, Condensation, sel , gaz (SO<sub>2</sub>,....)



## Enjeux et Objectifs du GT-Humidité

- Rassembler les acteurs du sujet, **industriels** et **académiques**, pour partager un besoin, une expérience, un savoir.
- Etablir un réseau en France sur le sujet pour comprendre les mécanismes **complexes** et qui font appel à des connaissances **multi-physiques**
- Identifier les travaux et besoins en France : IRT SiCRET +, 3-5 Lab, MERCE, Thales,....
- Etablir des liens avec d'autres réseaux en France et à l'étranger
  - Centre Français de l'AntiCORrosion (CEFRACOR)
  - European Federation of Corrosion ([EFC](#)) et [EFC Working Party 23](#)
  - Centre for Electronic CORROsion ([CELCORR](#))
  - European Center for Power Electronics eV ([ECPE](#))

→ Création en 2023 sous l'impulsion du CFF

## Les acteurs

### Partenaires industriels



+70 entités représentées  
+60 participants chaque saison

### Partenaires institutionnels



### Partenaires académiques et laboratoires



→ Un partenariat grandissant au fil des années



## Les thèmes abordés

- 1) Evolution des normes de tests en fonction des domaines:
  - Militaire, Aéronautique, Automobile, ..
- 2) Mesures de pénétration de l'humidité et caractérisations des encapsulants :
  - Capteur d'humidité dans les encapsulants et vitesse de pénétration
  - Caractérisation électrique et mécanique
  - Vieillessement
- 3) Mode de défaillance en fonction de l'humidité et des stress combinés
  - Tension , Condensation , cycle en courant, température ....
  - Simulation des tenues en tension en fonction de l'humidité
- 4) Modèles de fiabilité : prise en compte des stresseurs et modes de défaillances



## 1) Evolution des normes ou recommandations

### Tests de qualification fiabilité , Humidité, Tension

- Au niveau normatif seul un test H3TRB était défini :
  - Humidité 85 % RH
  - Température 85°C (température constante)
  - Et avec une polarisation faible ex: 80 V pour les composants avec un  $V_{ce} > 100$  V
  - Durée du test 1000 h
  - Evolution pour utiliser une polarisation plus forte (0.8  $U_{nom}$ ) avec le HV H3TRB
- **Mais ce test n'est pas représentatif des conditions d'exploitation des composants de puissance et ne détecte pas les faiblesses des modules de puissance .**
- De nombreux organismes ou GT travaillent et éditent des recommandations :  
**AQG324** pour l'automobile , **PSSRA** pour le Ferroviaire , **AC-HTC** pour les applications PV

## 1) Evolution des normes ou recommandations

### Comparatif normes : Compléments

Test	Norme	Conditions	Durée	Bias	
THB	JESD22-A101 / IEC 60068-2-60	85°C / 85% RH	1 000 h	Oui	✓
HAST	JESD22-A110	10-130°C / 85%+ RH	96-264 h	Oui	✓
uHAST	JESD22-A118 / IEC 60068-2-66	110-130°C / 85%+ RH	96-264 h	Non	✗
PCT/Autoclave	JESD22-A102	121°C / 100% RH / 2 atm	24-96 h	Non	✗

### Mécanismes de défaillance détectés

Le HAST (et le THB) détecte : la **corrosion des métallisations** aluminium et cuivre, la **migration électrochimique**, la **croissance dendritique** entre conducteurs, le **délaminage des composés de moulage**, et la **rupture diélectrique** — les mêmes mécanismes liés à l'humidité que le THB, mais en durées de test significativement plus courtes.

**THB** – Temperature Humidity Bias : environnement extrême (climats tropicaux, compartiment moteur,...)

**HAST** – Highly Accelerated Stress Test (biaisé) : 3 à 5 fois plus rapide que le THB

**uHAST** – Unbiased HAST (sans polarisation) : pas de tension - pour éléments passifs

**PCT** – Pressure Cooker Test (Autoclave) : sans polarization électrique – test passif intégrité boitier



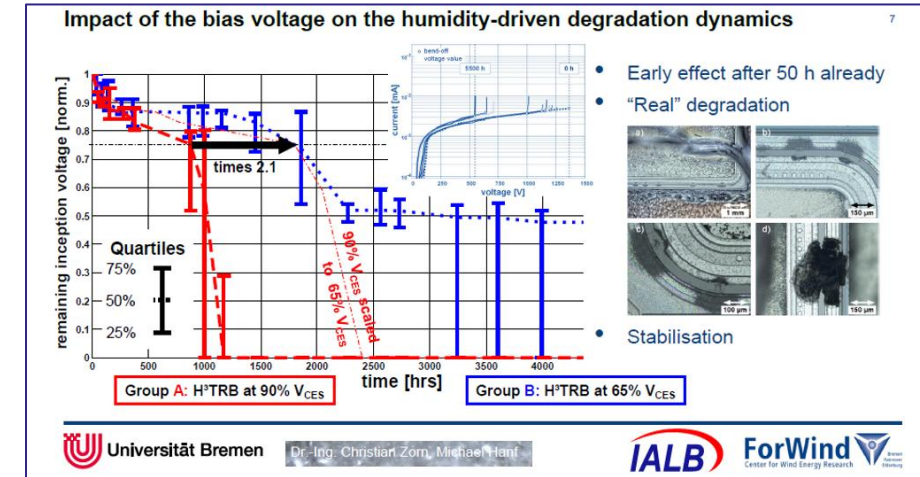
## 2) Mesures de pénétration de l'humidité et caractérisations

- Capteur d'humidité dans les encapsulants
  - État de l'art capteur
  - Comparatif entre différentes solution (ex prise de masse)
- Vitesse de pénétration
  - Coefficient de diffusion
  - simulation
- Caractérisation électrique et mécanique avec la prise d'humidité
  - Impédance en DC /AC ; tenue diélectrique ; module d'Young
- Vieillessement
  - En fonction du temps ,de la température

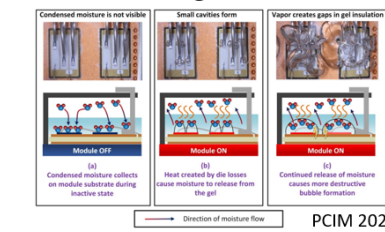
## 3) Mode de défaillance en fonction de l'humidité et des stress combinés

### Exemples :

- Corrosion des interfaces métalliques
- Humidité + tension
  - Corrosion
  - Évolution des protections (encapsulant) (en fonction de l'humidité et du champ électrique)
  - Montée du courant de fuite
- Tenue des modules de puissance en cyclage en power cycling (PCT) :
  - Tenue des bonding avec la corrosion
  - Délamination de l'encapsulant suite modification des propriétés mécaniques
  - Tenue de la puce en fonction de la corrosion
  - Dégagement gazeux dans l'encapsulant suite présence de condensation



4) Création de bulles en surface de la puce suite phase vapeur d'une condensation en proximité de la surface liée à l'échauffement rapide de la puce lors du chargement en courant :



- Décharge partielle et claquage en tension
- Modification des propriétés du gel

PCIM 2023: Analysis of Moisture-Induced Void Formations within Silicon Carbide Power Modules | Wolfspeed Inc., USA

→ Objectif important : Définition des nouveaux indicateurs de suivi

# NRTW 2026

## National Reliability Technology Workshop

Mercredi 1<sup>er</sup> & jeudi 2 avril 2026 | Grenoble

# Merci pour votre écoute et bonne session !

Organisé par :



Financé par :

