

24  
Mars  
2022

# Les END et les Composites

Journée Technique Régionale,  
organisée par le Comité  
*Bretagne Pays de Loire*

RECUEIL

Le programme de la journée sera consacré aux contrôles sur les composites et couvrira à la fois **des sujets généralistes et plus spécifiques aux méthodes et techniques appliquées aux composites** : capteurs intégrés, méthodes d'imagerie (Terahertz, émission acoustique non linéaire), SHM, Kissing Bond, ... Des retours d'expérience, **aéronautique et autres industries** seront présentés ainsi qu'un tour d'horizon sur les **challenges des matériaux, composites du futur, biocomposites, etc...**

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à nous contacter à [pole.communication@cofrend.com](mailto:pole.communication@cofrend.com) ou au 01 44 19 05 30



# PROGRAMME



## MATINÉE

09H00 - 09H30 **ACCUEIL CAFÉ AU LYCÉE**

9h30 - 9h45 **Mot de Bienvenue et présentation du Comité Bretagne Pays de Loire**  
**Mourad Bentahar**, *Président du Comité Bretagne Pays de Loire de la COFREND*

9h45 - 10h15 **Présentation des travaux du GT END et Composites de la COFREND**  
**Hervé Tretout**, *COFREND*

10h15 - 10h45 **Caractérisation des dommages aux structures en matériaux composites par Emission Acoustique**  
**Jonathan Meni**, *Cybernetix*

10h45 - 11h15 **Aide à la caractérisation de délaminages sur composites aéronautiques**  
**Guillaume Ithurralde**, *Testia*

11H15 - 11H45 **PAUSE - EXPOSANTS**

11h45 - 12h15 **Influence de la pression d'épreuve sur les mécanismes d'endommagement des accumulateurs composites**  
**Oriane Fedrigo**, *Cetim*

12h15 - 12h45 **CND rapide et sans contact pour le contrôle de composite en cœur et en cours de fabrication**  
**Sabri Ben Khemis**, *Terakalis*

12H45 - 14H15 **DÉJEUNER**

## APRÈS-MIDI

14h15 - 14h45 **Cellule de contrôle automatisé par thermographie active et ultrasons multiéléments**  
**Jules Recolin**, *Cetim*

14h45 - 15h15 **COMETE : une cellule cobotisée multi-techniques CND de nouvelle génération pour l'inspection de structures complexes en laboratoire**  
**Nicolas Colin**, *IRT Jules Verne*

15H15 - 15H45 **PAUSE - EXPOSANTS**

15h45 - 16h15 **END sans contacts appliqués aux composites, complémentarités & performances**  
**Laurent Seronveaux**, *X-Ris*

16h15 - 16h45 **Robotisation des CND ... Nécessité d'avoir un logiciel de PHL adapté**  
**Antoine Aigueperse**, *Twin Robotics*

**CONCLUSION**

EXPOSANTS





## EXPOSANTS



**Action NDT** : Fournisseur de matériel de contrôle des matériaux

**Contact** : Philippe Henninot – 05 82 73 01 06 – [Philippe.henninot@action-ndt.com](mailto:Philippe.henninot@action-ndt.com)

Nous sommes une PME dynamique spécialisée dans la vente d'équipements et consommables de Contrôle Non Destructif ainsi que les services associés dont les vérifications annuelles toutes marques de vos appareils. Nos forces : Priorité à la satisfaction client, Réactivité, Prix compétitif, Stock, Site E-Commerce.

[www.action-ndt.com](http://www.action-ndt.com)



## EXPOSANTS



**EDDYFI Technologies** : Acteur majeur des *CND* dans l'aéronautique

**Contacts** : Christophe Piron – 06 98 47 06 84 – [cpiron@eddyfi.com](mailto:cpiron@eddyfi.com)  
Hubert Voillaume - 06 08 23 98 03 - [hvoillaume@eddyfi.com](mailto:hvoillaume@eddyfi.com)

Eddyfi propose des solutions avancées en ultrasons multiéléments et courants de Foucault, avec un large panel d'instrumentations et sondes/scanners associés pour des contrôles manuels ou automatisés.

Les logiciels embarqués ou sur base PC combinent des fonctionnalités avancées avec une grande ergonomie, pour réaliser rapidement des cartographies C-Scans de pièces composites compatibles aux standards Airbus (relecture des données par NDT Kit Testia). Les algorithmes développés ces dernières années permettent de s'adapter aux applications les plus exigeantes : Time Reversal (retournement temporel), contrôles de rayons, pièces de fortes épaisseurs, multi-matériaux, contrôles en transmission, scans grandes vitesses...

[www.eddyfi.com](http://www.eddyfi.com)



EKOSCAN  
INDUSTRIAL ULTRASOUND

**Eko Scan** : Fabricant français de matériel pour le contrôle non-destructif par ultrasons

**Contact** : Guillaume Paillette - 07 84 58 52 56 - [Guillaume.paillette@ekoscan.fr](mailto:Guillaume.paillette@ekoscan.fr)

- Sondes ultrasoniques standards et spécifiques
- Semelles
- Scanners
- Blocs d'étalonnage
- Postes Ultrasons Conventionnels & TOFD
- Calibration périodique de votre appareil à ultrasons selon les normes EN
- Études de faisabilité pour des contrôles non destructifs par ultrasons
- Rédaction de procédures et développement de méthodes d'inspection

<https://ekoscan.fr/>



**OLYMPUS**

**Olympus** : Groupe d'envergure internationale depuis 1919, Olympus est présente sur les marchés industriel, médical et de la consommation.

**Contact** : Angélique Raude - 06 08 33 58 20 - [angelique.raude@olympus.com](mailto:angelique.raude@olympus.com)  
Maury Hitier - 06 82 51 64 51 - [maury.hitier@olympus.com](mailto:maury.hitier@olympus.com)

Olympus se spécialise dans l'optique, l'électronique et l'ingénierie de précision en fournissant des systèmes de maintenance et d'inspection économiques et fiables globaux permettant d'améliorer la sécurité, la sûreté et la productivité de ses clients contribuant ainsi à la société.

De ce fait, nous proposons une gamme de solutions totalement adaptée aux défis d'évaluation et d'inspection que peuvent poser les matériaux composites. Ainsi les solutions avancées basées sur l'utilisation de l'Omniscan X3® et de ses accessoires associés (Glider™, RollerForm®, sondes PAUT) permettent d'optimiser le contrôle de pièces composites tels que la peau, les longerons, etc. D'autres produits complémentaires comme le Bondmaster permettent la caractérisation de délamination et/ou de décollement. Enfin le tout dernier mesureur d'épaisseur 72DL PLUS™ permet grâce à sa fonction haute fréquence d'évaluer les composites peints ou revêtements jusqu'à 20microns.

[www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)



## Journée Technique Régionale MATINÉE

### Présentation des travaux du GT END et Composites de la COFREND

**Hervé Tretout**, *COFREND*

#### Résumé

L'évolution des matériaux composites avec notamment les biomatériaux et les matériaux autocicatrisants; mais aussi l'évolution des technologies de fabrication avec la consolidation sans outillage, la fabrication additive et l'impression 4D pour la réalisation de micro, voire nanostructures et de pièces composites fonctionnelles; ont conduit le Pôle scientifique de la COFREND à constituer un Groupe de Travail, sur les END et les Composites. Le GT qui regroupe une vingtaine d'experts, représentatifs de différents univers (industrie, recherche, fabricant d'appareils, prestataire et revendeur), travaillent à la rédaction d'un guide, ayant à vocation de proposer des éléments pertinents, pour aider dans le choix de la ou les méthodes, la ou les plus adapté(es) à un besoin industriel. Destiné au plus grand nombre d'utilisateurs en activité ou potentiels, le Guide a la vocation de proposer un panorama des évolutions des méthodes d'Essais Non Destructifs avec le besoin de méthodes volumiques (Terahertz, Tomographie X,..), le suivi en temps réel comme le SHM, et enfin l'utilisation croissante dans de nombreux domaines, en particulier : l'éolien, les vélos, et le naval.

Contact [hervetretout@orange.fr](mailto:hervetretout@orange.fr)



### Caractérisation des dommages aux structures en matériaux composites par Emission Acoustique

**Jonathan Meni**, *Cybernetix*

#### Résumé

La connaissance du type de dommage subi par les structures en matériaux composites durant leur cycle d'utilisation est nécessaire pour prédire leurs limites d'endurance. Dans ce travail, l'Emission Acoustique est utilisée pour déterminer la signature acoustique de différents modes fondamentaux d'endommagement observés dans les matériaux thermoplastiques renforcés carbone. Différents modes d'endommagement sont générés grâce à l'utilisation de scénarios de chargement adaptés, sur différents spécimens du même matériau. Une mise en relation des modes d'endommagement fondamentaux avec leurs signatures acoustiques intrinsèques est finalement réalisée et présentée dans le cadre de cette étude.

Contact [jonathan.meni@technipenergies.com](mailto:jonathan.meni@technipenergies.com)

### Aide à la caractérisation de délaminages sur composites aéronautiques

**Guillaume Ithurralde**, *Testia*

#### Résumé

Sous l'impulsion de sa maison mère, AIRBUS, TESTIA a industrialisé une gamme de produits d'inspection facilitant la localisation et le dimensionnement de dommages pour des mécanos B1, lorsqu'un impact est déclaré sur le fuselage de l'A350, connu sous le nom de 'Black Aircraft' puisque ses aérostructures sont fabriquées en composites monolithiques à fibres de carbone. Le coût d'immobilisation de ce type de porteur étant de l'ordre de 10,000 US\$ par heure, on comprend aisément les avantages de ces équipements autorisant un redécollage même si un expert certifié n'est pas présent. Cette présentation détaille les caractéristiques de la 'LineFamily' qui embarque des outils d'aide au diagnostic performants malgré les singularités géométriques telles que des changements d'épaisseurs dues aux arrêts de plis, des pieds de raidisseurs, etc. Elle décrit également le procédé consistant à télécharger les données acquises sur 'eTech 3D Repair', la solution cloud d'AIRBUS, qui inclut le jumeau numérique de l'avion. Enfin elle ouvre des perspectives sur des adaptations de ce concept à d'autres moyens de transport, civils et militaires, mais aussi à d'autres composites, tels que ceux à fibres de verre ou ceux constitués de matériaux sandwich.

Contact [guillaume.ithurralde@testia.com](mailto:guillaume.ithurralde@testia.com)



### Influence de la pression d'épreuve sur les mécanismes d'endommagement des accumulateurs composites

**Oriane Fedrigo**, *Cetim*

#### Résumé

Cette intervention présente les résultats d'une étude collective du CETIM pour les industriels du secteur de la transmission de puissance. L'objectif est de mener différents projets autour des problématiques de caractérisation d'accumulateurs composites. La problématique traitée ici concerne l'influence de la pression d'épreuve sur les mécanismes d'endommagement créés lors de l'essai d'épreuve d'un équipement. Pour ce faire, l'émission acoustique est utilisée, combinée avec des méthodes de caractérisation visuelles. Les résultats de contrôle sont comparés aux critères de rupture utilisés lors de la conception de l'équipement dans le but de les corrélés à des mécanismes d'endommagement. L'utilisation de méthodes de contrôle non destructif lors de cet essai permet de valider et d'identifier la progression des endommagements dans les différentes couches de l'enveloppe composite.

Contact [oriane.fedrigo@cetim.fr](mailto:oriane.fedrigo@cetim.fr)



## CND rapide et sans contact pour le contrôle de composite en cœur et en cours de fabrication

Sabri Ben Khemis, Terakalis

### Résumé

Le rayonnement TéraHertz permet de traverser les matériaux diélectriques avec une sensibilité aux hétérogénéités d'un matériau mais aussi à son anisotropie ; ces aptitudes rendent la technologie très performante pour le contrôle non destructif des composites. Terakalis propose des systèmes capables de détecter des défauts ou quantifier des propriétés (mauvaise imprégnation, délamination, taux d'alignement de fibres, orientation des fibres...) directement dans le volume des composites de type fibres de verre, Kevlar, Quartz ou encore fibres naturelles . Le contrôle des composites carbone est possible mais uniquement lorsque les fibres sont alignées de manière unidirectionnelle. De plus, la technologie d'inspection développée par Terakalis est rapide ouvrant la possibilité de contrôler en continu la fabrication et potentiellement de monitorer le procédé. Nous pouvons par exemple contrôler les bandes UD pendant leur fabrication ou pendant leur mise en place dans des processus tels que l'AFP ou l'enroulement filamentaire. Nous souhaiterions présenter nos résultats ainsi que les axes de développement qui sont en cours d'étude. Grâce à nos travaux dans ce domaine, nous pouvons apporter aux industriels des solutions pour mieux comprendre et maîtriser leurs procédés et ainsi améliorer à la fois leur qualité et leur productivité.

Contact [s.benkhemis@terakalis.com](mailto:s.benkhemis@terakalis.com)



## Journée Technique Régionale APRÈS-MIDI

### Cellule de contrôle automatisé par thermographie active et ultrasons multiéléments

Jules Reclin, Cetim

#### Résumé

La présentation traite du principe de fonctionnement d'un banc d'essai multi-CND destiné à inspecter automatiquement des pièces de grandes dimensions telles que des sections de pales d'éoliennes ou des pièces composites provenant du secteur nautique. Ce banc utilise deux méthodes de CND, la thermographie infrarouge active qui est une méthode globale et les ultrasons multi-éléments qui est une méthode volumique localisée.

En ce qui concerne le déroulement du contrôle, la thermographie vise d'abord à détecter les zones suspectes. Un traitement d'image automatisé permet de repérer la position des indications pour les communiquer au robot équipé d'un capteur ultrasons. La (ou les) zones suspectes sont ensuite scannées par ultrasons de manière à dimensionner précisément la taille des indications détectées et à les classifier (conforme/non conforme) par une sanction automatique. De cette façon, le cycle de contrôle est plus court qu'un scan ultrasons robotisé classique et offre plus de justesse dans le dimensionnement des défauts que la seule méthode par thermographie active. Ce développement a permis d'exploiter la complémentarité de deux méthodes CND (THIR et UT) et de rendre possible la communication entre deux systèmes de contrôle (THIR/UT) et un robot, ce qui constituait jusqu'alors un verrou technologique.

Contact [Jules.Reclin@cetim.fr](mailto:Jules.Reclin@cetim.fr)



### COMETE : une cellule cobotisée multi-techniques CND de nouvelle génération pour l'inspection de structures complexes en laboratoire

Nicolas Colin, IRT Jules Verne

#### Résumé

COMETE « Cellule cObotisée Multi-tEchniques de conTrôle non dEstructif » s'inscrit dans une démarche visant à améliorer la flexibilité, diminuer le facteur humain et développer des fonctionnalités numériques dans le domaine du CND. COMETE est un moyen de R&D imaginé par l'IRT Jules Verne, centre de recherche technologique mutualisé dédié au manufacturing, qui vise l'amélioration de la compétitivité industrielle et sur lequel il peut s'appuyer afin de développer ses activités dans le domaine du CND automatisé. Il permet notamment de réaliser des inspections grâce à de multiples moyens présents sur une seule cellule. En effet, il est composé d'un bras cobotisé, d'un bac à immersion pour l'utilisation d'ultrasons classiques ainsi que d'un plan de travail pour toutes les techniques à couplage sec ou large champs, électromagnétiques, ultrasonores, dimensionnelles et visuelles. L'IRT Jules Verne mutualise ses compétences en termes de robotique et de CND sur COMETE afin de développer le « zéro programmation » des trajectoires d'inspection. Cela permet de proposer des solutions faciles d'utilisation pour le scanning de pièces à géométrie complexe et ceci pour tout type de méthode d'inspection implémentable sur cette cellule.

Contact : [nicolas.colin@irt-jules-verne.fr](mailto:nicolas.colin@irt-jules-verne.fr)

## END sans contacts appliqués aux composites, complémentarités & performances

Laurent Seronveaux, X-Ris

### Résumé

X-RIS a évalué, sur la base d'un cas réel d'une pièce composite, 3 techniques de contrôle sans contact : thermographie IRT, radiographie RX et ultrasons UT. Ces 3 méthodes prouvent leur efficacité et leur complémentarité. De plus, les résultats obtenus par ultrasons dans l'air ont montrés des performances dépassant celles des UT conventionnels. Clairement en compétition avec certaines techniques conventionnelles, le "sans contact" présente dans ce cas, des avantages indéniables..

Contact : [ls@xris.eu](mailto:ls@xris.eu)



## Robotisation des CND ... Nécessité d'avoir un logiciel de PHL adapté

Antoine Aigueperse, Twin Robotics

### Résumé

Le contrôle des pièces en composite évolue vers un contrôle robotisé. La présentation de Twin Robotics s'attache à identifier les avantages (flexibilité, pièces complexes, etc.) et les freins de cette robotisation. Le principal frein étant bien entendu la programmation du système robotisé. Au travers d'exemples, les différentes méthodes de programmation sont présentées et un retour d'expérience est fait sur les outils de programmation hors ligne (PHL) mis en place dans la métrologie robotisée. Toutes ces réflexions alimentent le projet AppRob NDT qui a pour objectif de développer un logiciel de PHL dédié au CND. Un point d'étape sur les développements en cours est réalisé en se basant sur un cas d'usage qui est la thermographie.

Contact : [antoine.aigueperse@twin-robotics.com](mailto:antoine.aigueperse@twin-robotics.com)



# EN PRÉSENTIEL



## INSCRIPTION OBLIGATOIRES

Les inscriptions sont OBLIGATOIRES - l'accès sera soumis aux règles sanitaires en vigueur, avec contrôle du Pass Vaccinal :

- Schéma Vaccinal complet
- Un certificat de rétablissement au Covid-19 datant d'au moins 11 jours et de moins de 6 mois.
- Un certificat de contre-indication médicale faisant obstacle à la vaccination.

**ADHÉRENT  
COFREND**

**NON ADHÉRENT  
COFREND**



## ACCES

Hôtel France Chateaubriand  
12, place Chateaubriand - B.P. 181  
35401 SAINT-MALO Cedex

En voiture :

Données GPS : 48.65139,  
- 2.02381

PARKING : Places de stationnement  
publiques et parkings à proximité

Depuis la Gare :

- Par la ligne de Bus 1, descendre à l'arrêt Intra-Muros, puis longer le Jardin des Douves, vers le centre puis remonter vers la Place Chateaubriand.



**COFREND**  
Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

[pole.communication@cofrend.com](mailto:pole.communication@cofrend.com) / + 33 (0)1 44 19 05 30

# MODALITÉS D'INSCRIPTION

## EN DISTANCIEL



La plateforme utilisée, est [GoToWebinar](#).  
Vérifiez la configuration requise avant de rejoindre le Webinar, afin d'éviter tout problème de connexion le Jour J.  
*A vérifier pour les systèmes sous Linux et sous réserve des conditions de sécurité IT de votre entreprise.*



**INSCRIPTION OBLIGATOIRE**  
Cliquez sur le bouton correspondant et complétez le formulaire en ligne

**ADHÉRENT  
COFREND**

**NON ADHÉRENT  
COFREND**



**CONFIRMATION**  
Une fois votre inscription validée par l'organisateur, vous recevrez un email d'invitation contenant le lien vers la plateforme WebConference.



**ACCES**  
Connectez-vous 5 min avant la WebConference, vous entrerez en salle d'accueil.



**RAPPELS**  
Des emails de rappel vous seront adressés, 1 jour avant et 1h00 avant l'évènement



Vérifiez vos courriers indésirables, spams, ...



[pole.communication@cofrend.com](mailto:pole.communication@cofrend.com) / + 33 (0)1 44 19 05 30

*\* Conditions d'annulation, 48h00 avant l'évènement*

24  
Mars  
2022



# Les END et les Composites

Journée Technique Régionale,  
organisée par le Comité  
*Bretagne Pays de Loire*

## RECUEIL

Les membres du Comité Régional Bretagne Pays de Loire de la COFREND :

**Président :** *Mourad Bentahar – (Le Mans Université)*

*François Berthelot, Cetim*

*Gerard Berthiau, IUT Saint Nazaire*

*Jean-François CILIA, DAHER Aerospace*

*Nicolas Colin, IRT Jules Verne*

*Vincent Le Cam, Université Gustave Eiffel*

*Jean-Claude Lenain, Sense in*

*Patrick Recolin, Naval Group Research*

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à nous contacter à  
[pole.communication@cofrend.com](mailto:pole.communication@cofrend.com) ou au 01 44 19 05 30