

04
NOV
2021

Contrôle par Thermographie

Journée Technique Régionale,
organisée par le Comité
Sud-Ouest

PROGRAMME

*L'objectif de cette journée est donc de faire un point d'étape des applications de cette méthode dans des domaines, aussi divers que **le contrôle des pièces aéronautiques ou de production d'énergie, que le soutien aux essais mécaniques ou à l'archéologie.** Les problématiques d'automatisation et les possibilités de couplages avec d'autres méthodes seront aussi évoquées.*

Pour toute information complémentaire, n'hésitez pas à nous contacter à pole.communication@cofrend.com ou au **01 44 19 05 30**



PROGRAMME



MATINÉE

08H30 - 09H00 **ACCUEIL CAFÉ À L'AMPHI GARONNE-TOULOUSE & EXPOSITION**

9h00 - 9h15 **Bienvenue à la Journée Technique Régionale Sud-Ouest,**
Jean-Marie Morvan - *Président du Comité Régional Sud-Ouest de la COFREND*

9h15 - 9h45 **La thermographie infrarouge outil de diagnostic embarqué,**
Hervé Pron, *Université Reims*

9h45 - 10h15 **Contrôle industriel de panneaux sandwich par thermographie infrarouge**
Samuel Maillard, *Safran Composites*

10h15 - 10h45 **Application de la thermographie robotisée LineScan pour grandes pièces composites aéronautiques,**
Pierre Servais, *Sonaca*

10H45 - 11H15 **PAUSE - EXPOSANTS**

11h15 - 11h45 **Inspection multiméthode automatisée : vers une production zéro-défaut** - **Christophe Loffet**, *Optron*

11h45 - 12h15 **La robotisation du CND, points particuliers en Thermographie**
Hervé Regnier, *Axiome*

12H15 - 13H30 **DÉJEUNER**

APRÈS-MIDI

13h30 - 14h00 **Contrôle et caractérisation de l'endommagement des composites par vibrothermographie,**
Ludovic Gaverina, *Onera*

14h00 - 14h30 **Thermographie inductive en alternative au ressuage et à la magnétoscopie** - **Patrick Bouteille**, *Cetim*

14h30 - 15h00 **Inspection des augets revêtus de Turbine Pelton par le procédé Caméra Photothermique Active,**
Jérôme Delemontez, *EDF*

15H00 - 15H30 **PAUSE - EXPOSANTS**

15h30 - 16h00 **Thermographie Infrarouge active pour le contrôle de la santé matière de bande composite à matrice thermoplastique utilisée pour l'enroulement filamentaire** - **Guillaume Perrin**, *Cybernetix, TechnipEnergies*

16h00 - 16h30 **Détermination rapide du comportement en fatigue de composites CFRP par thermographie infrarouge** - **Marie-Laetitia Pastor**, *l'Université Toulouse III - Paul Sabatier - IUT de Tarbes.*

16h30 - 17h00 **Vol au-dessus des estives. Thermographie aéroportée par drone appliquée à l'archéologie** - **Carine Calastrenc**, *CNRS TRACES (UMR 5608) / FRAMESPA (UMR 5136)*

CONCLUSION

EXPOSANTS

THERM  **CONCEPT**

 **TwinRobotics** 
Software / Simulation / AI Programming

 **LR MESURES**  **optris**
infrared measurements



EXPOSANTS



THERMOCONCEPT :
un expert du CND par thermographie active à votre service

Contact : Richard Huillery

huillery@thermoconcept-sarl.com

T: + 33 (0)5 47 74 62 12

Notre société THERMOCONCEPT fournit des solutions clés en main de CND par thermographie active de type industriel :

- Thermo-Induction (alternative au ressuage & à la magnétoscopie)
- Thermographie impulsionnelle
- Thermographie modulée Lock-In -
- Thermographie avec excitation laser
- Vibro-thermographie

pour la détection de défauts (cricque, fissure, délaminage, décollement, ...) sur différents type de matériaux (métal, composite, polymère, ...).



TWIN ROBOTICS :
Méthodes de programmation d'une cellule robotisée de Thermographie

Contact : Antoine Aigueperse

antoine.aigueperse@twin-robotics.com

T: + 33 (0)6 66 44 08 17

La robotisation du processus d'inspection par thermographie permet d'automatiser ce processus. Les sociétés ac&e et Twin Robotics propose un logiciel dédié à la programmation et simulation des cellules de thermographie. La trajectoire d'inspection peut être définie manuellement ou avec une assistance via un menu étape par étape. Une fois la trajectoire d'inspection définie, un module analyse les acquisitions pour extraire des informations comme le taux de couverture, le taux de recouvrement entre les acquisitions, les surfaces inspectées. Nous développons un algorithme d'auto-programmation permettant de définir sans intervention humaine la trajectoire d'inspection. L'algorithme utilise les jumeaux numériques de la pièce, du robot et du capteur pour simuler leurs comportements et prendre des décisions. Le résultat attendu est une trajectoire sans collision optimisant le nombre de points de vue et le temps de cycle. Le tout généré en quelques minutes.



OPTRIS - LR Mesures
Contact : Laurent Pascau

laurentpascau@lrmesures.fr

T: + 33 (0)6 66 44 08 17

OPTRIS, représentée par la société LR Mesures, développe et fabrique des appareils de mesure à infrarouge innovants pour la mesure de température sans contact tels que des thermomètres et caméras infrarouges.

Notre gamme de caméras IR et son logiciel offrent une solution performante et économique pour les applications de Contrôle Non Destructif.



Journée Technique Régionale MATINÉE

La thermographie infrarouge outil de diagnostic embarqué

Hervé Pron, Université Reims

Résumé

Le développement des systèmes de production d'énergies renouvelables, qu'ils s'agisse d'éoliennes, de panneaux photovoltaïques ou bien encore de panneaux solaires dits « thermiques » a fait apparaître de nouveaux besoins de Contrôle Non Destructif. Ces études peuvent avoir pour objectif la surveillance du vieillissement naturel des capteurs, ou l'effet de dégradations aléatoires (impacts de foudre, par exemple).

Compte-tenu de la hauteur de ces installations et de la recherche systématique d'automatisation des procédures de contrôles, une forte demande d'embarquabilité des dispositifs de test est en train de naître, demande qui devient compatible avec la réduction de taille et de poids des caméras IR modernes.

Contact herve.pron@univ-reims.fr



Contrôle industriel de panneaux sandwich par thermographie infrarouge

Samuel Maillard, Safran Composites

Résumé

Historiquement, les panneaux sandwich aéronautiques sont généralement inspectés en ultrasons jet d'eau en transmission. Dans le cadre de ses activités sur les matériaux composites, Safran s'est intéressé à des méthodes alternatives et a retenu le contrôle par thermographie infrarouge. Après avoir décrits le produit (panneaux sandwich de grandes dimensions et de géométrie complexe) et le procédé actuel (ultrasons), le principe de thermographie, en particulier par excitation Flash en réflexion, sera brièvement expliqué. Au-delà-du caractère novateur d'une telle application industrielle, le procédé complet a été pensé autour de la continuité numérique, pour s'inscrire dans l'Usine du Futur. Les différentes phases du projet, de la R&D jusqu'à l'industrialisation et la qualification, seront discutées, en s'appuyant sur quelques illustrations. La conclusion abordera les perspectives actuellement envisagées autour du contrôle par thermographie chez Safran.

Contact samuel.maillard@safrangroup.com

Application de la thermographie robotisée LineScan pour grandes pièces composites aéronautiques *Pierre Servais, Sonaca*

Résumé

La Sonaca développe depuis des décennies des grandes pièces d'avion composites. Comme les géométries sont de plus en plus complexes, le contrôle historique par contact ultrason a été remplacé progressivement par la thermographie robotisée qui va suivre un profil déterminé par le plan 3D. Les avantages en temps et cout ainsi que les limitations de la méthode utilisée seront expliquées en détail pour une dizaine d'éléments en composite d'aile d'avions récents.

Contact pierreservais@skynet.be



Inspection multiméthode automatisée : vers une production zéro-défaut. *Christophe Loffet, Optrion*

Résumé

Aujourd'hui, le contrôle par ultrasons est la méthode la plus répandue pour le contrôle non-destructif des structures composites dans l'industrie aéronautique. Elle est souvent reconnue comme la seule méthode permettant de détecter des défauts d'une taille de 6mm dans les matériaux composites avec une probabilité de détection élevée. Mais elle présente aussi des contraintes qui peuvent rendre l'inspection plus difficile ou plus coûteuse à mettre en œuvre. A côté de cette méthode, il en existe d'autres, comme la thermographie, la shearographie, la radiographie numérique ou encore le contrôle par ultrasons laser, offrant des potentialités différentes : une meilleure probabilité de détection pour certaines applications, une réduction importante des coûts d'inspection ou des taux d'inspection plus élevés, en fonction des matériaux, du type et de la taille des défauts à détecter. Un consortium européen et canadien composé de fabricants de dispositifs d'inspection, de centres de recherche, deux équipementiers et un intégrateur de machines robotisées collaborent dans le cadre du projet LDCOMP (Laboratoire Digital pour COMPosites) pour faire progresser ces techniques et les adapter à l'inspection automatisée des structures composites.

Contact c.loffet@optrion.be



Robotiser le CND - points particuliers en thermographie *Hervé Regnier, Axiome*

Résumé

Pourquoi robotiser le Contrôle Non Destructif, choisir le robot et se confronter aux contraintes liées à la thermographie .

Contact herve.reigner@axiome.com



Journée Technique Régionale APRÈS-MIDI



Contrôle et caractérisation de l'endommagement des composites par vibrothermographie

Ludovic Gaverina, *Onera*

Résumé

Si les techniques conventionnelles de contrôle non-destructif sont adaptées pour la détection de défauts tels que des délaminages ou des macropores dans les matériaux composites, ce n'est plus le cas pour des endommagements diffus. La fissuration matricielle, les décohésions fibres / matrice qui interviennent progressivement au cours de la vie des pièces composites lorsqu'elles sont soumises à des chargements mécaniques nécessitent la mise en œuvre d'inspections plus originales. Les travaux présentés ici consistent à mettre en avant des approches de vibrothermographie permettant d'identifier des indicateurs thermiques sensibles à l'évolution de ce type d'endommagement. Deux configurations d'essais sont considérées : dans le premier cas, l'excitation vibratoire est induite au moyen d'un système piézoshaker ; dans le second cas, l'excitation est mécanique. L'analyse des signaux thermiques permet de confirmer la sensibilité de la vibrothermographie aux endommagements des composites, dès les premiers stades. Des observations par microscopie optique viennent en outre appuyer les conclusions tirées des acquisitions par thermographie.

Contact : ludovic.gaverina@onera.fr



Thermographie inductive en alternative au ressuage et à la magnétoscopie -

Patrick Bouteille, *Cetim*

Résumé

Le CETIM a démontré depuis plusieurs années que la thermographie infrarouge avec une excitation par induction permet de mettre en évidence des défauts de surface débouchants ou sous-jacents sur produits métalliques, magnétiques ou non (replis de forge, tapures de trempe, criques de rectification, défauts de soudage...). L'absence de produits chimiques et l'automatisation possible du contrôle et de la sanction rendent cette méthode particulièrement intéressante pour tout contrôle en production en alternative au contrôle par ressuage et par magnétoscopie. Les applications sur des cas industriels variés seront présentées : pièces forgées magnétiques ou non, soudures, engrenages, pièces stellitées... Enfin, un nouveau pas a été franchi dans l'industrialisation de la thermographie inductive. Un ilot robotisé, développé par le CETIM, a été installé dans la forge de NTN Transmissions Europe pour le contrôle automatique de tulipes de transmissions. Un cycle de 7 secondes par tulipe, un fonctionnement 24h/24, voici les principales caractéristiques de cette machine industrielle qui permet de détecter les replis sur ces pièces forgées et d'assurer une sanction sans l'intervention d'un opérateur grâce à un traitement d'images.

Contact : patrick.bouteille@cetim.fr T: +33 (0)6 07 44 74 93



Inspection des augets revêtus de Turbine Pelton par le procédé CPA

Jérôme Delemontez, *EDF*

Résumé

Les revêtements anti-usure déposés par procédé HVOF sur les augets de turbine Pelton présentent un intérêt pour la prolongation de leur durée de vie. Les performances des examens non destructifs (END) par magnétoscopie réalisés périodiquement dans les zones soumises à la fatigue sont affectées significativement par la présence du revêtement. Une alternative est la Caméra Photothermique Active (CPA) qui a fait l'objet d'un développement et une qualification spécifique pour aboutir à une version industrielle déployée sur site.

Contact : jerome.delemontez@edf.fr

Thermographie Infrarouge active pour le contrôle de la santé matière de bande composite à matrice thermoplastique utilisée pour l'enroulement filamentaire -

Guillaume Perrin, *Cybernetix*,

Résumé

Un contrôle par Thermographie Infrarouge active a été mis en œuvre sur des bandes composites unidirectionnelles à matrice thermoplastique, utilisées pour l'enroulement filamentaire. La thermographie vient ici en substitution d'un contrôle par vision classique en permettant la détection des indications thermiques dans l'épaisseur de la bande et en face opposée à la caméra. A la suite de premiers essais en laboratoire par méthode flash, le contrôle a été transposé sur une machine de dévidage développée par Cybernetix et permettant de reproduire les conditions d'un contrôle industriel au défilé, la sollicitation thermique étant ici assurée par chauffage radiant infrarouge. De premiers éléments de détection et de traitement automatisé sont également discutés.

Contact : guillaume.perrin@technipenergies.com T: +33 (0)7 87 13 96 55



Détermination rapide de la limite de fatigue et des courbes S-N des composites à partir de la thermographie infrarouge - Marie-Laetitia Pastor, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier - IUT de Tarbes.

Résumé

Les matériaux composites sont très utilisés dans les structures aéronautiques. Ces dernières étant soumises à des chargements cycliques et en raison de la riche diversité dans les composites stratifiés, l'évaluation rapide des propriétés de fatigue revêt une grande importance dans la conception des structures afin d'en assurer leur sécurité. Les essais de fatigue traditionnels prennent généralement plusieurs mois et coûtent des milliers de dollars. Il est donc indispensable de développer une méthode rapide pour établir la courbe S-N et déterminer la limite de fatigue. De nombreux travaux basés sur la thermographie infrarouge ont été menés sur les alliages métalliques. Cependant, les critères pour obtenir ces courbes S-N ne sont pas fiables pour les matériaux composites à base de fibres longues. Dans ce travail, on s'attachera tout d'abord à déterminer de façon objective la limite de fatigue puis ensuite à déterminer la courbe S-N d'un stratifié à partir de données infrarouges. Nous avons, ainsi, développé un nouveau modèle de prévision de la durée de vie en fatigue en combinant les données thermographiques et le processus de cumul d'endommagements. Le modèle proposé est un modèle de cumul d'endommagements à deux paramètres caractérisant les courbes d'évolution des endommagements.

Contact : marie.laetitia.pastor@iut-tarbes.fr T: +33 (0)5.42.44.42.15



Vol au-dessus des estives. Thermographie aéroportée par drone appliquée à l'archéologie - Carine Calastrenc, CNRS TRACES (UMR 5608) / FRAMESPA (UMR 5136)

Résumé

Ces dix dernières années, les nouvelles avancées technologiques, la diversification et la miniaturisation des capteurs, la démocratisation et le développement des drones aériens ainsi que les progrès de l'ergonomie informatique des logiciels de traitement des données permettent de réfléchir à la mise en place de nouvelles procédures d'acquisition de l'information primaire, de traitement et de fusion des données pour optimiser la détection des vestiges archéologiques, notamment en milieu de haute montagne. C'est dans ce cadre que la thermographie aérienne s'est renouvelée après 40 ans de délaissement. En prenant appui sur le programme de recherche TAHMM (Téledétection Archéologique en Haute et Moyenne Montagne) développé au sein des laboratoires TRACES (URM 5608) et FRAMESPA (UMR 5136) de Toulouse seront présentés les procédures d'acquisition et de traitements des données thermographiques en haute montagne.

Contact : carine.calastrenc@univ-tlse2.fr

MODALITÉS D'INSCRIPTION

EN PRÉSENTIEL



INSCRIPTION OBLIGATOIRES

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

- Vaccination complète
- Test négatif de moins de 72 h (RT-PCR, antigénique ou un autotest réalisé sous la supervision d'un professionnel de santé)
- Test PCR ou antigénique positif attestant du rétablissement de la covid 19 datant d'au moins 11 jours et moins de 6 mois

**ADHÉRENT
COFREND**

**NON ADHÉRENT
COFREND**



ACCES

L'Amphi Toulouse Garonne
11 boulevard des Récollets
31078 TOULOUSE Cedex 4

A deux pas du Stadium, l'établissement est très facile d'accès :

- Par la rocade, prendre la sortie n°24 (Empalot)
- Par la ligne B du métro, descendre à la station Saint-Michel, remonter la Grande Rue Saint-Michel jusqu'au croisement du boulevard des Récollets.

PARKING :

Un parking en sous-sol
de 66 places



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

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

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

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 entrez 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, ...

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

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

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

04
NOV
2021

Contrôle par Thermographie

Journée Technique Régionale,
organisée par le Comité
Sud-Ouest

PROGRAMME

Les membres du Comité Régional Sud-OUst de la COFREND :

Président : *Jean-Marie Morvan, Dassault Aviation*

Christian Canal, Barry Controls Aerospace - Groupe Hutchinson

Philippe Margueres, Institut Clément Ader

Pierre Perrucaud, Groupe Institut de Soudure

Bernard Trehorel, C2TO

Claude Weets, Scimex