

9 sessions de conférences scientifiques, *en distanciel*

| | 16 Mai | 17 Mai | 18 Mai |
|------------------|--------------------------------------|---|--|
| 09h00 - 10h30 | Intelligence Artificielle | END & Génie Civil | Térahertz |
| PAUSE | | | |
| 10h45 - 12h15 | Radiographie Numérique | Méthodes Acoustiques Non Linéaires & END | Facteurs Organisationnels & Humains |
| DÉJEUNER | | | |
| 14h00 - 15h30 | Tomographie | Fabrication Additive | Contrôle Télévisuel |

La semaine scientifique de la COFREND



Lundi 16 Mai

09h00 - 10h30 : Intelligence Artificielle

PAUSE

10h45 - 12h15 : Radiographie numérique

PAUSE

14h00 - 15h30 : Tomographie

SESSION INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

INTRODUCTION

9h00 - 9h10
.....

Présentation du GT par ses pilotes
Valérie Kaftandjian - INSA Lyon & Nicolas Paul - EDF R&D

CONFÉRENCES

9h10 - 9h30
.....

Utilisation de l'IA supervisée pour l'examen en télévisuel
Eleftherios Anagnostopoulos - Framatome Intercontrôle

9h30 - 9h50
.....

Simulation pour l'IA
Christophe Reboud - CEA List

9h50 - 10h10
.....

IA & CND, quel intérêt, vulgarisation et notions principales.
Jean Sarete - Bureau Veritas

10h10 - 10h30
.....

Apprentissage statistique continu pour améliorer la robustesse de détection de défauts : cas d'étude
Slah Yacoubi - Institut de Soudure

Pour contacter les pilotes



valerie.kaftandjian@insa-lyon.fr
nicolas.paul@edf.fr

VIDEO





Utilisation de l'IA supervisée pour l'examen en télévisuel

Eleftherios Anagnostopoulos - Framatome Intercontrôle

Assurer l'intégrité du circuit primaire sur les centrales nucléaires est crucial compte tenu les pressions et les températures extrêmes pendant le fonctionnement des Réacteurs à Eau Pressurisés (REP). Le Contrôle Non Destructif (CND) sur tels environnements constitue un scénario difficile et complexe. L'accès limité aux composants, l'exposition au rayonnement, et les conditions d'éclairage, pour ne mentionner que quelques exemples, rendent délicat l'acquisition des données par les travailleurs du nucléaire et leur interprétation par les analystes. L'assistance automatique sur les systèmes d'inspection et d'analyse peut aider surmonter ces difficultés par le moyen des alertes en temps réel en cas de présence des anomalies. Cette présentation illustre l'application de l'Intelligence Artificielle et de la Détection d'Objet pour faciliter les Tests Visuels de Pénétration Fond Cuve (PFC). Cette approche est basée sur l'utilisation d'un réseau de neurones convolutionnel (Convolutional Neural Network / CNN) combinée à la méthode d'apprentissage par transfert (Transfer Learning) afin de limiter le temps d'entraînement nécessaire et à l'utilisation des techniques d'augmentation des données (Data Augmentation) pour réduire la taille de la base des données d'apprentissage. Le CNN proposé présente d'excellentes performances pour la détection automatique des défauts de surface (fissures, rayures, porosités) sur des environnements très bruités et avec des conditions d'illumination variables. Ces performances qui sont couplés par la capacité de localiser et caractériser le défaut, démontrent l'avantage des CNN par rapport aux méthodes de traitement d'image traditionnelles pour les applications en CND.

.....

eleftherios.anagnostopoulos@framatome.com



IA & CND, quel intérêt, vulgarisation et notions principales.

Jean Sarete - Bureau Veritas

Les travaux du groupe de travail de la COFREND sur l'Intelligence Artificielle (IA) ont mis en évidence une problématique de manque d'«acculturation à l'IA» dans le monde du CND. Cette présentation a pour but d'exposer la roadmap et premiers travaux du sous-groupe créé dans le but d'aider à familiariser les acteurs du CND à ces nouvelles technologies. Entre autres perspectives, un document de «vulgarisation» est en cours d'élaboration, dans l'objectif d'apporter les toutes premières bases aux acteurs du CND qui s'intéresseraient à l'IA. Il y sera fait état d'idées préconçues, de quelques notions de vocabulaire, des principales techniques, approches, démarches et surtout de replacer les apports de l'IA dans le cadre du CND. Si l'apparition de l'IA dans ce secteur relève d'un croisement classique entre des besoins toujours plus importants sur les coûts, performances, qualité et des évolutions technologiques apportant des réponses à ces besoins, il est clairement démontré qu'elle découle aussi d'une évolution logique et naturelle du «monde des CND», lancée depuis la numérisation des premiers équipements. Enfin il est important de souligner que les écosystèmes qui se forment autour de l'IA rendent maintenant cette technologie clairement accessible et applicable.

.....

jean.sarete@bureauveritas.com





Apprentissage statistique continu pour améliorer la robustesse de détection de défauts : cas d'étude

Slah Yacoubi - Institut de Soudure

La surveillance de l'intégrité de structures (connue par son appellation anglaise Structural health monitoring) est une branche émergente du CND, qui suscite de plus en plus d'intérêt. Elle se base grosso modo sur une comparaison de données collectées, au même endroit, à des moments différents. Ces données sont malheureusement vulnérables aux variations des conditions environnementales et opérationnelles dans lesquelles vit la structure à monitorer (T°, pression, humidité, ...), ce qui peut engendrer des fausses alarmes. L'IA par apprentissage statistique continu peut être une issue de secours. La présentation détaillera les verrous rencontrés, exposera la solution développée, et la comparera à l'état de l'art.

.....

s.yacoubi@isgroupe.com





SESSION RADIOGRAPHIE NUMÉRIQUE

INTRODUCTION

10h45 - 10h55

Présentation du GT par son pilote
Charles Jumeaux - EDF DI

CONFÉRENCES

10h55 - 11h15

Evolution du guide de la RT Numérique
Charles Jumeaux - EDF-DI

11h15 - 11h35


Radiographie numérique par comptage de photons : une solution innovante pour le contrôle de pièces de forte épaisseur
Angela Peterzol Parmentier - Framatome Intercontrôle

11h35 - 11h55

Recherche de corrosion par radiographie numérique : mise en application sur les installations nucléaires d'EDF
Romain Jonchière - EDF-DI

11h55 - 12h15

Interprétation automatisée de la radiographie numérique grâce à l'intelligence artificielle (IA)
Philippe Meynard - Visiconsult

Pour contacter le pilote
 charles.jumeaux@edf.fr

VIDEO





Evolution du guide de la RT Numérique

Charles Jumeaux - EDF-DI

Cette présentation porte sur la révision du « guide d'application radiographie numérique et capteurs » et de sa nouvelle structure, menée par le GT RT Numérique de la COFREND. Cette révision a pour objectif de :

- Prendre en compte les évolutions technologiques.
- Permettre à toute personne voulant acquérir ou perfectionner des connaissances en radio numérique, ou la découvrir, et de trouver des réponses à ses attentes et lui donner des outils permettant de mieux appréhender la radio numérique.
- Illustrer le plus possible par des exemples

Dans ce but des annexes spécifiques complètent le texte du guide et abordent les thèmes suivants :

- Annexe 1 : Bruits
- Annexe 2 : La radiographie numérique dans les industries
- Annexe 3 : Vérification et qualification d'une chaîne de radiographie numérique
- Annexe 4 : Archivage des données (sauvegarde, conservation de leur intégrité, etc.), recommandations matérielles - Transferts - Délocalisation
- Annexe 5 : Guide de bonnes pratiques pour l'exploitation des matériels
- Annexe 6 : Filtres de traitement d'image - Utilisation : Gain - Risque. Corrections d'images orientées « prétraitements »
- Annexe 7 : Détectabilité – Aide à la reconnaissance de défauts
- Annexe 8 : Basculement Argentique – Numérique
- Annexe 9 : Numérisation des films argentiques

.....

charles.jumeaux@edf.fr



Radiographie numérique par comptage de photons : une solution innovante pour le contrôle de pièces de forte épaisseur

Angela Peterzol Parmentier - Framatome Intercontrôle

Nous présentons un détecteur à comptage de photons (PCD) spécialement conçu pour le contrôle de pièces de forte épaisseur nécessitant l'emploi des sources à haute énergie (HE) ($E > 200$ keV). Le PCD HE se différencie du modèle standard par les caractéristiques suivantes : 1) Epaisseur de la couche active du photoconducteur optimisée pour les HE, avec une efficacité de détection augmentée d'environ 30% ; 2) ASIC complètement renouvelée permettant une sélection du seuil en énergie jusqu'à 1300 keV. La modification 2) consent de réduire le rayonnement diffusé lorsqu'on utilise des sources gamma telles que l'Iridium 192 et le Cobalt 60 ; ou les sources pulsées comme les accélérateurs linéaires et les bêtatrons. Le contraste-objet en résulte considérablement amélioré. La qualité d'image est comparable, voir supérieure à celle du film argentique. Nous présentons les résultats d'évaluation des performances en termes d'IQI ISO 19232 (fil et trou), de rapport signal sur bruit et de résolution spatiale (via l'IQI duplex) conformément à la norme ISO 17636_2. Le comparatif PCD HE/film a été réalisé également sur maquettes avec défauts artificiels et/ou réels ; et, en 2020, pour la première fois sur un site nucléaire, pour l'examen d'une soudure bimétallique du circuit primaire.

.....

angela.peterzol-parmentier@framatome.com





Recherche de corrosion par radiographie numérique : mise en application sur les installations nucléaires d'EDF

Romain Jonchère - EDF-DI

La recherche de corrosion par la radio numérique fait l'objet depuis longtemps d'une norme, la NF EN ISO 20769-1 et -2, et est déjà utilisée dans de nombreuses industries. Son application pour les installations nucléaires d'EDF, soumises à certaines particularités n'est toutefois pas sans écueils et a nécessité de nombreux essais. D'une part, afin de s'assurer que les requis en termes de qualité d'image pouvaient être atteints avec des sources de type Se75 et Ir192 que ce soit avec la technologie CR ou avec la technologie DR pour les tuyauteries et composants pouvant se retrouver sur le parc d'EDF. D'autre part, pour prendre en compte les nouveaux problèmes logistiques se posant lors de la mise en œuvre sur site dans des locaux exigus, cloisonnés et potentiellement en zone contrôlée.

.....

romain.jonchere@edf.fr



Interprétation automatisée de la radiographie numérique grâce à l'intelligence artificielle (IA)

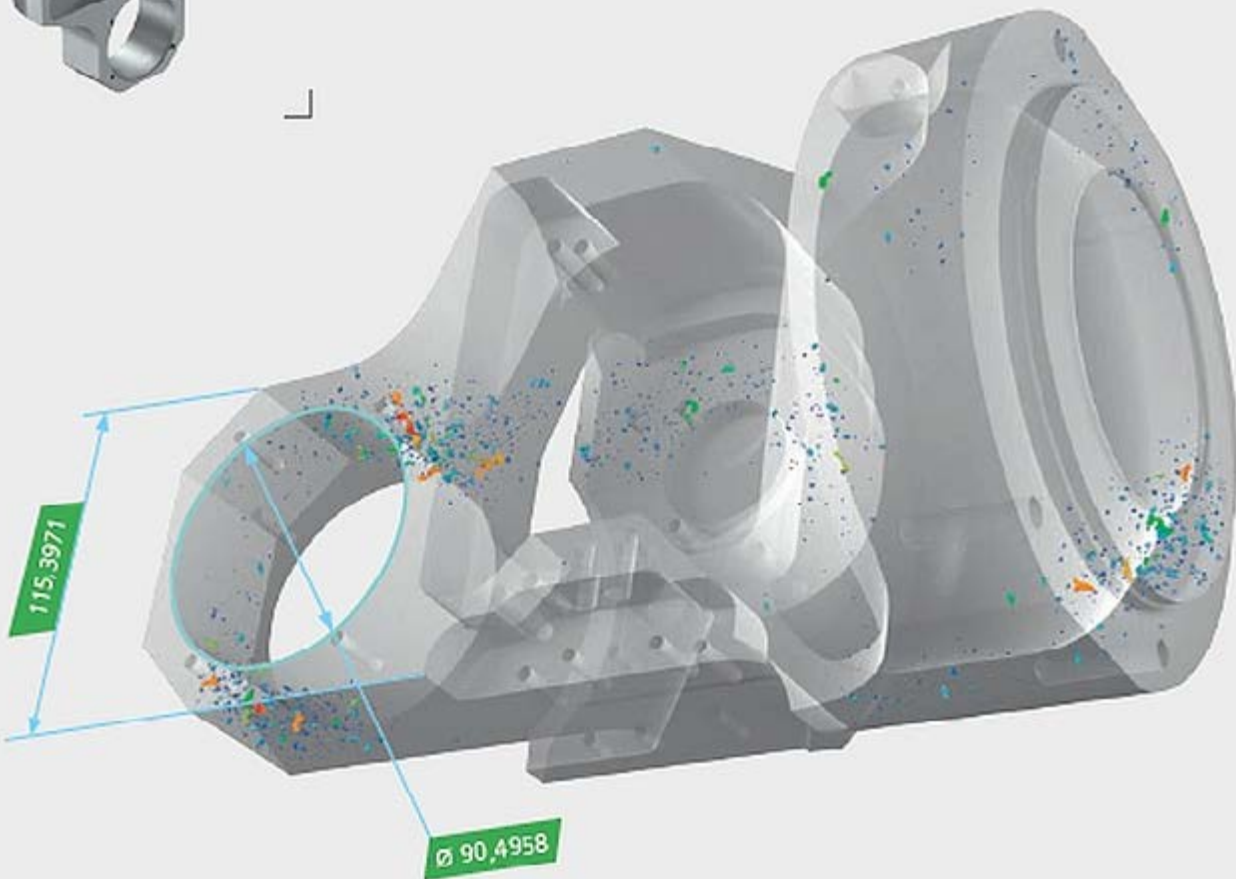
Philippe Meynard - Visiconsult

Les industries vivent aujourd'hui un changement appelé Industrie 4.0. Cette nouvelle évolution propose de nouveaux outils et concept qui orientent les entreprises vers de nouvelles manières de travailler. Le besoin de maintenir une production de qualité malgré un volume plus important et moins de temps de contrôle impose de repenser toutes les étapes du processus. Dans cette logique, Visiconsult présente ces dernières nouveautés et un retour d'expérience sur l'utilisation de l'Intelligence Artificielle pour la détection de défauts sur des cordons de soudures aéronautiques.

.....

p.meynard@visiconsult.de





SESSION TOMOGRAPHIE

INTRODUCTION

14h00 - 14h10

Présentation du GT par son pilote
Lionel Gay - Safran Aircraft Engines

CONFÉRENCES

14h10 - 14h30

Modulation Transfer Function (MTF) – Son intérêt dans l'analyse de la Qualité d'Image 3D via un Round Robin du GT Tomo
Catherine Yardin - LNE & Lionel Gay - Safran Tech

14h30 - 14h50

Comparaison inter-laboratoires, par tomographie à rayons X (XCT), d'une pièce réalisée en fabrication additive et contenant des discontinuités volontaires,
Anne-Françoise Obaton - LNE & Patrick Bouvet - CTIF

14h50 - 15h10

Cas d'utilisation de simulation sur des données tomographies dans les milieux scientifiques avec VGSTUDIO MAX
Annina Luck - Volume Graphics

15h10 - 15h30

Méthodes de caractérisation de la tache focale des générateurs RX de type micro et nano foyer : contribution à l'évolution de la norme EN 12543
Marius Costin - CEA List

Pour contacter le pilote



lionel.gay@safrangroup.com

VIDEO





Round Robin sur le calcul de MTF suivant la norme ASTM E 1695 : présentation de l'étude inter-labos sur cylindre en Alu et l'intérêt de la MTF en Tomographie

Catherine Yardin - LNE & Lionel Gay - Safran Aircraft Engines

La Tomographie est une technique de Radiologie permettant de visualiser les objets en 3D. Depuis 10 ans, son usage s'est développé dans l'industrie en France, le coût des systèmes étant plus abordable. En production, la validation de performance CND nécessite des métriques spécifiques, notamment pour évaluer la Qualité d'Image. Or la transposition des métriques de Radiologie 2D, maîtrisés de longue date, n'est pas forcément adaptée aux images 3D de la Tomographie dont l'usage en Production n'est pas encore fréquent. Cet exposé a pour objectif de présenter l'étude menée par le GT Tomo de la Cofrend sur la norme ASTM E 1695 qui propose une métrique pour mesurer la résolution spatiale en 3D : la MTF ou Modulation Transfer Function. La MTF se calcule via une acquisition sur barre, en Aluminium ici. Le Round Robin est une étude inter-labos qui s'est faite avec 10 jeux de données, issus de 5 systèmes différents. Les résultats confirment l'intérêt de s'approprier cette métrique pour mesurer la résolution spatiale en Tomographie.

.....

lionel.gay@safrangroup.com ; Catherine.Yardin@lne.fr



Comparaison inter-laboratoires, par tomographie à rayons X (XCT), d'une pièce réalisée en fabrication additive et contenant des discontinuités volontaires,

Anne-Françoise Obaton - LNE & Patrick Bouvet - CTIF

Le groupe tomographie de la COFREND, piloté par Lionel Gay, a entrepris une comparaison inter-laboratoires, par tomographie à rayons X (XCT), d'une pièce, contenant des discontinuités volontaires de différentes tailles et orientations, réalisée en fabrication additive.

La pièce en forme d'étoile, en chrome-cobalt, fabriquée par le LNE au NIST (National Institute of Standards and Technology, USA) par fusion laser sur lit de poudre, a été scannée par radiations synchrotron par Novitom à l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, Fr) et par XCT à faisceau conique ou en éventail par Baker Hughes (Fr), l'Institut de Soudure (Fr), Nikon Metrology (UK), Cetim (Fr) et Safran (Fr). D'une part, la qualité des images réalisées avec les différents tomographes a été comparée. D'autre part, des mesures dimensionnelles ont été réalisées sur les images obtenues par Novitom avec le logiciel ImageJ par différents opérateurs pour évaluer l'effet opérateur. Les résultats des comparaisons, à la fois qualitatifs et quantitatifs, seront présentés.

.....

anne-francoise.obaton@lne.fr; bouvet@ctif.com





Cas d'utilisation de simulation sur des données tomographies dans les milieux scientifiques avec VGSTUDIO MAX

Annina Luck - Volume Graphics

Les jeux de données obtenues par la tomographie permettent d'analyser une vaste gamme de différents objets. Notamment, nous pouvons effectuer des simulations de type élément fini directement sur la grille de voxels pour déterminer des propriétés physiques des objets scannés d'une manière non-destructive. Le fait de simuler sur des données obtenues sur des pièces réelles nous permet d'inclure des effets de déformations ou défauts et de répondre à des questions très diverses : Des pores dans des soudures, ont-ils une influence importante sur la conductivité électrique ? Le fil d'une ampoule, où va-t-il casser probablement ? Quel type de fissure causera un stress local important ? Et faut-il une épaisseur de parois locale plus importante dans un échantillon pour résister de la pression ?

.....

annina.luck@hexagon.com



Méthodes de caractérisation de la tache focale des générateurs RX de type micro et nano foyer : contribution à l'évolution de la norme EN 12543

Marius Costin - CEA List

Les systèmes de tomographie par rayonnement X sont de plus en plus utilisés pour des applications dans l'aéronautique et dans d'autres domaines industriels qui visent des résolutions d'inspection pouvant atteindre l'échelle nanométrique. Pour garantir la traçabilité et la fiabilité des résultats fournis par la mesure tomographique dans ces domaines de pointe, il est essentiel de qualifier les éléments déterminants du système de mesure, notamment la taille, la forme et la position de la tache focale du tube à rayons X utilisé. Les normes actuelles proposent de telles méthodes de qualification pour les tubes micro-foyer ayant une taille de foyer supérieure à 5 μm mais ne sont pas adaptées aux tailles de foyer plus réduites permises par les nouvelles générations de tubes à rayons X. Le projet NanoXSpot propose des méthodes pour caractériser la tache focale en termes de dimension et de forme, pour des plages d'application plus larges que les normes actuelles. En particulier, le consortium vise à faire évoluer la norme EN 12543 (NDT) pour atteindre des limites d'application inférieures à 5 μm et jusqu'à 100 nm. Dans ce cadre, le CEA List a travaillé sur des études d'optimisation dans la définition d'une nouvelle mire de calibration via le logiciel de simulation CIVA RT/CT et sur le développement d'un outil de mesure automatique des caractéristiques du point focal à partir de l'image d'une mire. Nous présenterons ici le cadre général du projet européen NanoXSpot avant de détailler plus précisément les méthodes retenues et implémentées dans le logiciel d'analyse. Finalement nous présenterons la phase de validation de l'outil sur des données de simulation et des premiers éléments sur la validation expérimentale.

.....

marius.costin@cea.fr



La semaine scientifique de la COFREND



Mardi 17 Mai

09h00 - 10h35 : **END & GÉNIE CIVIL**

PAUSE

10h45 - 12h15 : **MÉTHODES ACOUSTIQUES
NON LINÉAIRES & END**

PAUSE

14h00 - 15h30 : **FABRICATION ADDITIVE**



SESSION END & GÉNIE CIVIL

INTRODUCTION

09h00 - 09h20
.....

Présentation du GT par son pilote
& les Projets de Recherche en END & Génie Civil
Vincent Garnier - Université Aix Marseille, LMA

CONFÉRENCES

09h20 - 09h45
.....

Analyse des Besoins en END & Génie Civil
François Paillette - CETU

09h45 - 10h10
.....

Analyse des normes et recommandations en END & Génie Civil
Michel Grill - Sixense

10h10 - 10h35
.....

Comité Sectoriel Génie Civil de la COFREND
Bernard Quénée - IMGC-Setec
Président du Comité sectoriel Génie Civil de la COFREND

Pour contacter le pilote
 vincent.garnier@univ-amu.fr

VIDEO





Analyse des Besoins en END & Génie Civil

François Paillette - CETU

La COFREND a créé en 2016 le groupe de travail END&GC pour impulser une dynamique aux END dans le domaine du génie civil. Quatre axes de travail ont été définis pour fédérer et communiquer, anticiper et définir les besoins, qualifier les techniques et qualifier les personnels. Le travail du groupe « Anticiper et Définir les Besoins », constitué de représentants de gestionnaires, de l'ingénierie publique et privée, visait à identifier pour tous les types de structures et leurs gestionnaires les attentes en termes d'auscultations pour les différentes phases de la vie des ouvrages.

Le recensement des différentes méthodes d'END utilisables en génie civil, en rappelant leurs principes, leurs performances et limites, doit permettre au travers d'un tableau croisé d'identifier les besoins en recherche et développement pour certaines ou de qualification et certification pour d'autres.

La détection et le dimensionnement des armatures dans le béton est la thématique retenue par le Comité Sectoriel pour définir un premier périmètre de la certification en génie civil.

Pour cette thématique, un modèle de cahier des charges, assorti de recommandations, a été produit pour permettre aux donneurs d'ordres de passer des commandes précises, et aux prestataires d'apporter les meilleures réponses.

.....

francois.paillette@developpement-durable.gouv.fr



Comité Sectoriel Génie Civil de la COFREND

Bernard Quénée - IMGC-Setec

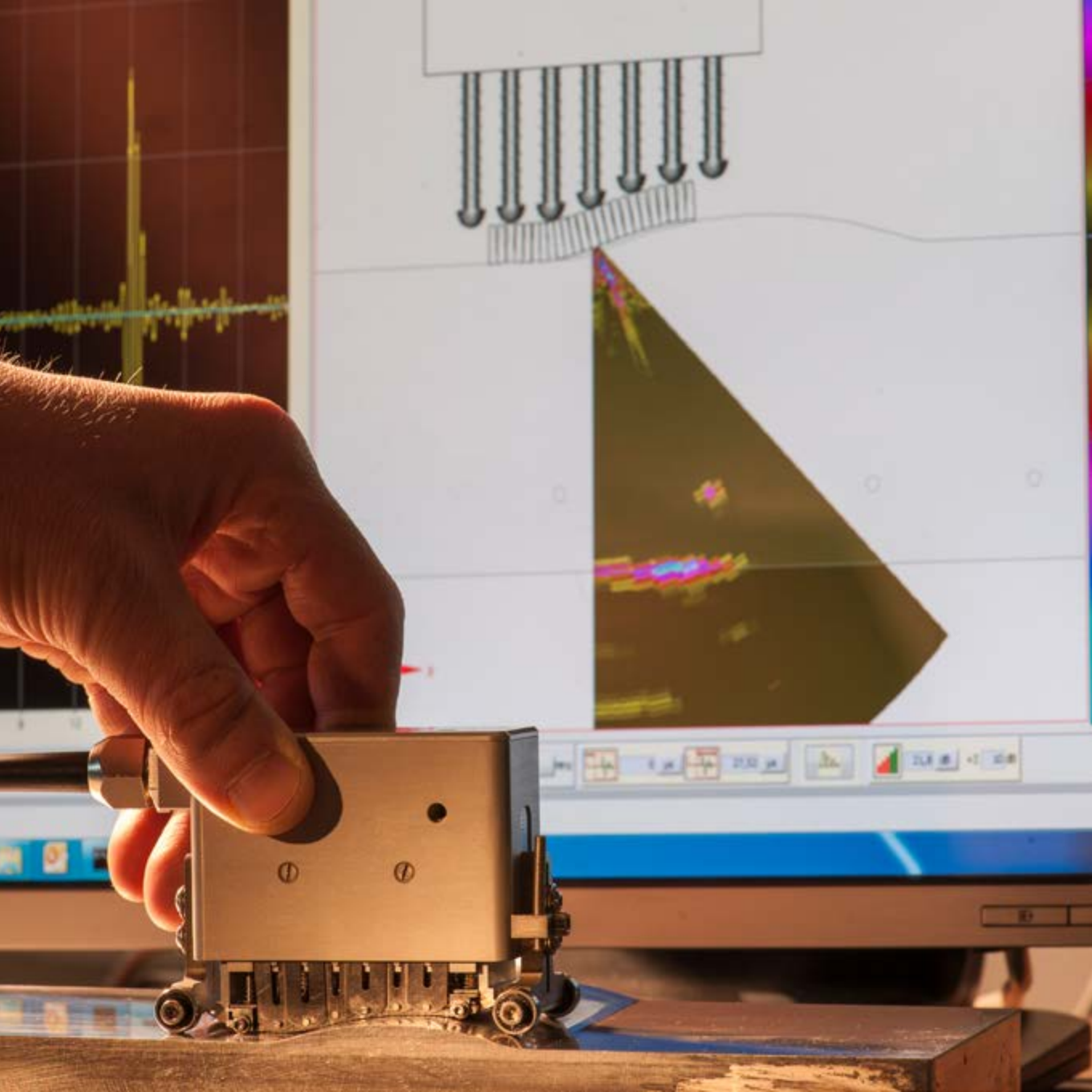
Président du Comité sectoriel Génie Civil de la COFREND

Une certification COFREND Génie Civil, présentation du comité sectoriel Dans le secteur du Génie Civil et Ouvrages d'Arts, le recours à des méthodes d'essais non destructifs (END) dans le cadre d'opérations de maintenance, qu'elles soient de contrôle, de diagnostic ou d'expertise tend à se généraliser, en complément des essais et analyses en laboratoire menées traditionnellement sur des prélèvements. Le nouveau comité sectoriel Génie civil créé en 2020 par la COFREND couvre le secteur de la construction (bâtiment et infrastructures d'ouvrages d'art) en béton armé (BA) et/ou précontraint (BP). Dans un premier temps les méthodes d'essais non destructifs retenues pour la certification concernent le pachomètre et assimilés à courants de Foucault, ainsi que le radar géophysique à impulsions, dans le cadre de contrôles, pour le positionnement et la reconstitution du plan de ferrailage de pièces ou d'éléments structuraux en BA ou BP. Après une première phase de conception des programmes de formation, destinés à certifier les opérateurs selon 3 niveaux, le comité sectoriel étudie actuellement la conception de maquettes tests. Les premières certifications pourraient être décernées fin 2023.

.....

bernard.quenee@setec.com





SESSION MÉTHODES ACOUSTIQUES NON LINÉAIRES & END

INTRODUCTION

10h45 - 10h55
.....

Présentation du GT par son pilote
Mourad Bentahar - Université du Mans

CONFÉRENCES

10h55 - 11h15
.....

Caractérisation de l'endommagement des matériaux de structure par l'acoustique non linéaire
Mourad Bentahar - Université du Mans

11h15 - 11h35
.....

Détection pompe-sonde d'un contact solide-solide localisé : Application à la détection de défauts de contact.
Linda Chehami, Université Polytechnique des Hauts de France

11h35 - 11h55
.....

Étude d'une méthode de CND ultrasonore non linéaire de structures aéronautiques collées
Guillemette Ribay, CEA List

11h55 - 12h15
.....

Modélisation pour le CND par UT non linéaire : possibilités et contraintes
Vadislav Aleschin, IEMN, Université de Lille

Pour contacter le pilote



mourad.bentahar@univ-lemans.fr

VIDEO





Détection pompe-sonde d'un contact solide-solide localisé : Application a la détection de défauts de contact.

Linda Chehami, Emmanuel Moulin, Université des Hauts de France

Une méthode de détection sans référence de défaut de contact acoustique non linéaire (CAN) soumise à des sollicitations basses fréquences, est proposée ici. Cette dernière fait usage des techniques pompe-sonde utilisée généralement pour la détection de fissures, combinée avec de l'imagerie cohérente pour avoir une information de localisation. Une série de mesures ont été effectuées sur un solide réverbérant solidaire d'un pot vibrant afin de le mettre en vibration à une fréquence de quelques Hz. Le défaut testé est un contact Hertzien (contact solide-solide) reproduisant ainsi un contact tel qu'on peut le rencontrer par exemple entre deux fronts d'une fissure. Un réseau de transducteurs piézoélectriques est utilisé pour faire l'imagerie ultrasonore. Le principe de la détection repose sur la modulation de la section de diffusion du CAN par la vibration pompe basse fréquence. Des mesures ultrasonores répétées (onde sonde) permettent ainsi d'interroger le défaut dans plusieurs états de sollicitation. Un algorithme d'imagerie permet alors de mettre de localiser le défaut. Une étude paramétrique a été également réalisée en calculant le contraste des images en fonction de la section de diffusion de défaut.

.....

lynda.chehami@uphf.fr



Étude d'une méthode de CND ultrasonore non linéaire de structures aéronautiques collées

Guillemette Ribay, CEA List

Nous présentons ici des travaux menés au CEA-LIST pour le contrôle de structures aéronautiques collées. Cela répond à un besoin industriel croissant, le collage remplaçant avantageusement des techniques traditionnelles d'assemblage afin de créer des structures multi-matériaux, notamment de composites, lesquels permettent d'alléger les avions. Cependant, pour être utilisées pour l'assemblage structurel et les applications critiques, des techniques de contrôle non destructif fiables sont indispensables pour des raisons évidentes de sécurité, que ce soit après la fabrication ou pendant toute la durée de vie de la structure. A cette fin, on exploite la signature non linéaire d'un défaut de collage sollicité par des ultrasons de forte amplitude, générés par un transducteur à cavité chaotique. Cette méthode est appliquée à l'inspection de différentes plaques métalliques collées (titane ou aluminium) présentant plusieurs défauts de collage. Les défauts ont été introduits par une dégradation du processus de préparation de la surface (spray de PTFE, traces de doigt). Des ondes planes de grande amplitude sont envoyées dans la structure, conduisant à des composantes harmoniques observées dans la région du défaut. La méthode est validée via des tests mécaniques destructifs, qui montrent un bon accord avec les tests non destructifs.

.....

guillemette.ribay@cea.fr





Modélisation pour le CND par UT non linéaire : possibilités et contraintes

Vadislav Aleshin, IEMN, Université de Lille

Cette présentation porte sur la modélisation des expériences d'essais non destructifs acoustiques non linéaires. Notre intérêt est stimulé par la possibilité de rendre numériquement transparents tous les processus physiques pertinents qui sous-tendent les expériences réelles. De plus, un outil numérique validé peut considérablement affiner les images expérimentales de l'endommagement en comparant la théorie et l'expérience et en ajustant ensuite les paramètres reconstruits de l'endommagement. Dans ce but, nous avons développé une méthode numérique qui combine la formulation par éléments finis pour les ondes acoustiques dans un volume avec des conditions aux limites supposées aux faces d'une fissure interne (endommagement). Ces conditions aux limites sont données par un modèle de contact original qui prend en compte la rugosité de surface et le frottement en utilisant une extension de la mécanique de Hertz-Mindlin. Nous montrons que les maxima d'amplitude des ondes stationnaires non linéaires dans un solide comportant une fissure indiquent approximativement sa position et son étendue, exactement comme dans les expériences réelles de vibrométrie laser sous excitation continue. Nous montrons un certain nombre d'exemples et discutons des exigences à respecter pour obtenir une imagerie robuste des endommagements.

.....

vladislav.aleshin@univ-lille.fr





SESSION FABRICATION ADDITIVE

INTRODUCTION

14h00 - 14h10
.....

Présentation du GT par son pilote
Daniel Chauveau - Institut de Soudure

CONFÉRENCES

14h10 - 14h30
.....

Proposition de classification des défauts en fabrication additive métallique arc-fil
Fabrice Scandella - Institut de Soudure

14h30 - 14h50
.....


Applications de la méthode RUS à la caractérisation de pièces en fabrication additive SLM, comparaison à la tomographie X
Florian Le Bourdais, Université Paris Saclay, CEA List

14h50 - 15h10
.....

Mesofocus Xray tube: Benefit of this new technic on AM parts
Philippe Meynard - Visiconsult

15h10 - 15h30
.....

Advanced X-ray Computed Tomography in Additive Manufacturing
Thomas Hemberger - BakerHughes

Pour contacter le pilote
 d.chauveau@isgroupe.com

VIDEO





Proposition de classification des défauts en fabrication additive métallique arc-fil
Fabrice Scandella - Institut de Soudure

La création d'une défauthèque pour la fabrication additive répond à plusieurs objectifs : disposer d'un catalogue décrivant les défauts couramment rencontrés et identifier les causes les plus probables de leur apparition, partager un vocabulaire commun, être capable d'éditer des gammes de contrôles et des critères d'acceptabilité adaptés, et aussi disposer d'un référentiel commun client/fournisseur ainsi que d'une norme sur le sujet.

Un travail préalable fédéré par la COFREND a été réalisé pour avoir une cartographie des normes existantes. Des documents ont également été publiés.

La présentation va concerner une proposition de classification des défauts en fabrication additive arc-fil inspirée de ce qui existe déjà pour le soudage dans la norme NF EN ISO 6520-1. Des exemples de défauts typiques, leur causes probables et des solutions pour les éviter seront présentés. La mise en œuvre du monitoring et des CND sera également abordée.

.....

f.scandella@isgroupe.com



Applications de la méthode RUS à la caractérisation de pièces en fabrication additive SLM, comparaison à la tomographie X
Florian Le Bourdais, Université Paris Saclay, CEA List

La spectroscopie de résonance ultrasonore (RUS) est une méthode de contrôle globale qui permet, à partir de l'excitation des modes propres de vibration d'une pièce, de déduire un certain nombre de propriétés sur l'élasticité de la pièce, sa densité ou la présence de défauts. Nos travaux portent sur l'application de cette technique à des pièces fabriquées par la méthode Selective Laser Melting (SLM). Différents effets ont pu être mis en évidence avec des mesures de résonance : en premier lieu, un plan d'expérience des paramètres SLM a été mis en œuvre et a permis d'obtenir des pièces de densités comprises entre 80 et 100%. Trois corrélations établies à partir des mesures de résonance permettent de déterminer la densité effective conformément aux mesures de tomographie aux rayons X. Dans un deuxième temps, d'autres pièces ont été élaborées avec des alliages d'aluminium susceptibles de fissurer à chaud. La mesure de résonance permet de discriminer les échantillons fissurés de ceux non fissurés, ce qui a été confirmé par une reconstruction tomographique.

.....

florian.lebourdais@cea.fr





Mesofocus Xray tube: Benefit of this new technic on AM parts

Philippe Meynard - Visiconsult

La fabrication additive utilise énormément la tomographie (CT) pour la réalisation de contrôles non destructifs. Jusqu'à présent, les industriels devaient choisir entre des tubes dit « mini-foyers » et « micro-foyers ». Le tube « mesofocus » se situe entre les deux catégories et ouvre des perspectives intéressantes pour des systèmes nécessitant de fortes énergies et de la résolution spatiale en même temps. Visiconsult présente ce nouveau tube et son utilisation en tomographie.

.....

p.meynard@visiconsult.de



La semaine scientifique de la COFREND

Mercredi 18 Mai



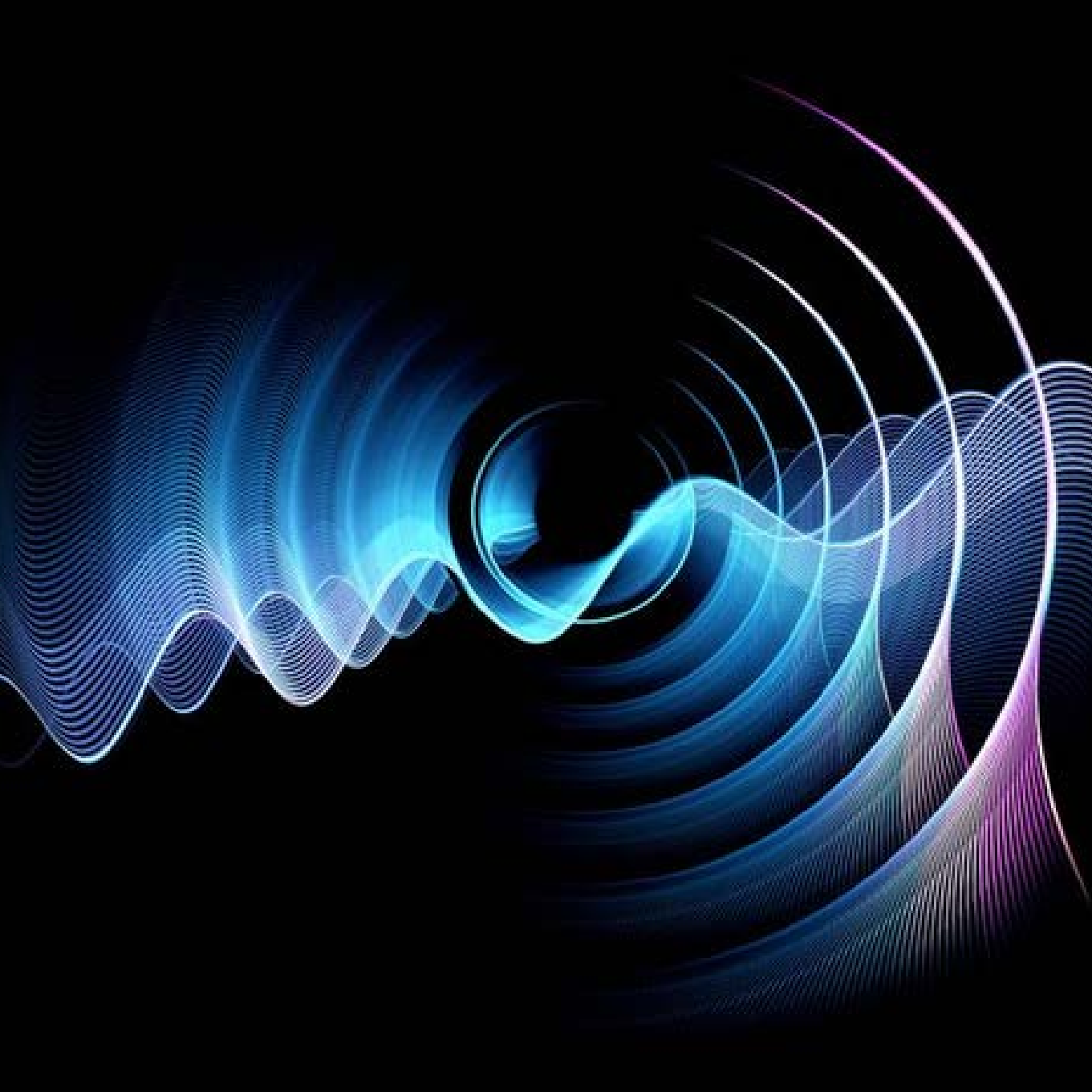
09h00 - 10h30 : **TÉRAHERTZ**

PAUSE

10h45 - 12h15 : **FACTEURS ORGANISATIONNELS & HUMAINS**

PAUSE

14h00 - 15h30 : **CONTRÔLE TÉLÉVISUEL**



GROUPÉ TÉRAHERTZ

INTRODUCTION

09h00 - 09h10
.....
Présentation du GT par son pilote
Jean-Claude Lenain - C-T-Innov

CONFÉRENCES

09h10 - 09h30
.....
Principes Généraux des ondes Téraherz
Patrick Mounaix - IMS

09h30 - 09h50
.....
Etat de l'art de la maturité technologique des systèmes
d'inspection par ondes THz : Fonctionnalités/Performances/
Compacité/Poids
Thierry Antonini - Terakalis

09h50 - 10h10
.....
Spectrométrie par impulsions THz pour l'analyse et l'imagerie
3D : CND à la vitesse de la lumière sur ligne de production
Uli Schmidhammer - Teratonics

10h10 - 10h30
.....
Distribution 3D des épaisseurs de multicouches de peintures
par spectro imagerie THz
Jean-Baptiste Perraud - Optikan

Pour contacter le pilote
✉ c-tinnov@orange.fr

VIDEO





Principes Généraux des ondes TéraHertz

Patrick Mounaix - IMS

Principes Généraux des ondes TéraHertz Patrick Mounaix - IMS Le rayonnement TeraHertz (THz) est un candidat prometteur pour la radiographie industrielle et de nombreuses applications d'imagerie pour le contrôle non destructif en raison de ses nombreuses applications uniques et intéressantes propriétés. Ceux sont des rayonnements de très faible énergie, quelque meV, qui interagissant avec la matière principalement par des modes collectifs de vibration et de rotation des molécules. Ces rayonnements ont la propriété d'être très pénétrants dans les matériaux diélectriques ou peu conducteurs. Cette propriété permet d'obtenir des informations qualitatives ou quantitatives sur les matériaux par exemple la présence de défauts par des techniques d'imagerie, leur composition et le contrôle de leurs dimensions avec par spectroscopie. La technologie térahertz est applicable à différents secteurs de l'industrie tels que le bâtiment, les transports ou encore l'agroalimentaire. Cette technologie a vocation à apporter un complément d'information pour l'industriel, à remplacer certaines techniques conventionnelles peu adaptées ou enfin à apporter une solution non destructive. Les avantages de la technologie térahertz sont nombreux ; une analyse en profondeur dans les matériaux diélectriques ; une résolution submillimétrique ; un rayonnement non ionisant donc sans danger pour l'opérateur ; permet un diagnostic sans contact donc sans altération de la pièce ou de la surface de la pièce ; une forte capacité à la détection ou la mesure de l'humidité. Dans cette présentation, nous proposons de décrire quelles sont les avancées technologiques récentes et les traitements des données et des images traquent plus efficacement les informations et les retranscrivent pour une compréhension aisée des utilisateurs finaux.

.....

patrick.mounaix@ims-bordeaux.fr



Etat de l'art de la maturité technologique des systèmes d'inspection par ondes THz» : Fonctionnalités/Performances/Compacité/Poids

Thierry Antonini - Terakalis

Il est avéré aujourd'hui que Le domaine des ondes électromagnétiques TeraHertz, couvrant les fréquences de 0.1 à 10 THz, présentent des aptitudes intéressantes pour le CND en particulier volumique. Au début des années 2000, les technologie de CND TeraHertz ont émergé dans un premier temps au niveau des laboratoires de recherche scientifique permettant de constituer une base de connaissances importante sur la compréhension des interactions ondes-matières et de préciser les principales applications potentiellement accessibles avec ces nouvelles technologies. La mesure d'épaisseur, l'analyse de surface 2D, l'inspection de volume 3D et la spectrométrie représentent les modalités d'analyse et contrôle que peut proposer le domaine. Ces technologies s'appuient sur un principe actif d'émission et de réception pour lesquelles ont pu être développés et améliorés des composants de base que sont les émetteurs et détecteurs TeraHertz. Depuis 2016, les premiers systèmes ont été installés sur des lignes pilotes industrielles pour passer aujourd'hui à une ère de déploiement à plus grande échelle. Les performances actuelles des systèmes seront présentées ainsi que leur complémentarité par rapport aux techniques CND volumiques existantes.

.....

t.antonini@terakalis.com





Spectrométrie par impulsions THz pour l'analyse et l'imagerie 3D : CND à la vitesse de la lumière sur ligne de production

Uli Schmidhammer - Teratonics

Des composants présentant une forte complexité font apparaître un besoin accru de contrôle pendant leur développement, leur production et/ou les opérations de maintenance, afin de répondre aux exigences de qualité et de sécurité. Un CND intégré à la production permet de trier les pièces défectueuses ou de les retravailler avant une intégration ultérieure. Elle peut contribuer à réduire les pertes de temps, de matières premières et d'énergie tout en répondant aux exigences mécaniques et fonctionnelles les plus élevées. Le plus souvent, les méthodes actuelles de CND ne combinent pas les caractéristiques nécessaires à un tel contrôle immédiat : simplicité et stabilité opérationnelle, vitesse, profondeur d'analyse et résolution. L'approche de Teratonics répond aux exigences de nombreuses applications en fournissant un contrôle non-destructif, rapide, sans contact et non-ionisant. La technologie issue de la recherche publique de l'Université Paris-Saclay réduit le temps d'acquisition de plus de 10.000.000 fois par rapport à l'état commercial du Terahertz impulsionsnelle. Dans notre présentation, nous montrerons l'imagerie 3D robotisée rapide de structures internes, sur des objets 3D complexes, dans le temps de cycle d'industries comme l'automobile ou l'aérospatiale. Différents résultats obtenus sur de nombreux types de composants tels que les composites, les plastiques, les assemblages collés ou soudés ou les revêtements multicouches seront présentés.

.....

uli.schmidhammer@teratonics.com



Distribution 3D des épaisseurs de multicouches de peintures par spectro imagerie THz

Jean-Baptiste Perraud - Optikan

Le contrôle des épaisseurs de revêtements de peinture peut être d'une importance capitale dans l'industrie aéronautique, spatiale, automobile ou encore navale. Aujourd'hui, plusieurs méthodes permettent la mesure d'épaisseur de peintures déposées en strates. Cependant, ces méthodes ne répondent pas à certaines problématiques industrielles, notamment lorsque le revêtement est composé de plus de trois couches superposées. Ces méthodes souffrent par ailleurs d'inconvénients majeurs tels que la destruction du revêtement pour le contrôle au microscope optique, une mesure au contact si l'on opte pour la méthode par ultrasons, ou l'absence du détail des épaisseurs de chacune des couches avec la méthode par courants de Foucault. Un spectromètre térahertz à domaine temporel (TDS) peut être utilisé pour mesurer les épaisseurs de chacune des couches composant le revêtement déposé en strates de peintures. Opéré en mode réflexion et avec une mesure sans contact, le faisceau térahertz balaye la surface du revêtement permettant, au moyen d'une algorithmique adéquate, la reconstruction et la distribution de chacune des épaisseurs de peinture. La présentation sera axée sur la méthodologie et les méthodes algorithmiques utilisées pour l'interprétation des données. Des résultats d'études sur les distributions d'épaisseurs multicouche seront également exposés.

.....

jean-baptiste.perraud@optikan.com





SESSION FACTEURS ORGANISATIONNELS & HUMAINS

INTRODUCTION

10h45 - 10h55

Présentation du GT par son pilote
Justin Larouzee - Mines Paris Tech,
Tania Navarro Rodriguez & Alexandre Largier - IRSN

CONFÉRENCES

10h55 - 11h15

Le FOH appliqué à la SNCF
Fabrice Ardeois - SNCF

11h15 - 11h35

Prise en compte des FOH chez Framatome
Paul Bouvet - Framatome

11h35 - 11h55

Les facteurs organisationnels et humains dans l'analyse du retour d'expérience : objectifs et principes
Jean-Marie Rousseau - IRSN

11h55 - 12h15

La transmission professionnelle : processus d'élaboration d'interactions formatives en situation de travail à l'hôpital
Jeanne Thébault MCF en ergonomie Université de Lille

Pour contacter le pilote

 justin.larouzee@mines-paristech.fr

VIDEO





Le FOH appliqué à la SNCF

Fabrice Ardeois - SNCF

La littérature est assez pauvre sur le lien que l'on peut faire entre l'émergence d'accidents ou incidents et les risques psychosociaux. En conséquence, la recherche de causes racines en lien avec les RPS dans des catastrophes industrielles mérite d'être questionnée. Au-delà de ce questionnement, il importe de réfléchir à la pertinence de certains modèles théoriques pour développer une prévention primaire. La matrice de Karasek, basée sur la charge de travail, l'autonomie et le soutien social semble particulièrement adaptée à cette problématique. Cette communication s'efforce de faire ce lien en se basant sur des éléments spécifiques à la SNCF mais aussi sur d'autres exemples extérieurs qui peuvent illustrer le propos. Quelques exemples sont ainsi repris et analysés pour tenter de déterminer, après-coup, d'éventuelles mesures de prévention efficaces basées sur la matrice de Karasek. Si le domaine d'application de la réflexion est assez large (milieu médical, aérien, nucléaire, etc), il peut aussi s'appliquer particulièrement aux Contrôles Non Destructifs, étant entendu les enjeux de ces derniers dans certains process industriels.

.....

fabrice.ardeois@sncf.fr



Prise en compte des FOH chez Framatome

Paul Bouvet - Framatome

La présentation s'attache à deux aspects des Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) tels qu'ils sont pris en compte chez Framatome. Les Pratiques de Fiabilisation des Interventions (PFI) pour lesquelles il est rappelé que leur efficacité est liée au fait que nous pouvons tous faire des erreurs. La bonne mise en œuvre des PFI nécessite de répondre à trois questions : Pourquoi ? Quand ? Comment ? Des exemples d'application dans les CND chez Intercontrôle sont fournis (Autocontrôle, Minute d'arrêt). La prise en compte des FOH dans l'analyse des événements indésirables est inspirée du schéma des FOH de l'ICSI (Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle). Après la recherche des actions inappropriées qui ont pu mener à l'évènement, les causes profondes sont recherchées dans quatre directions : Acteur, Situation de travail, Collectifs de travail et Organisation & Management. En conclusion, les deux prises en compte sont complémentaires. Les PFI sont une dernière barrière juste avant l'action, l'analyse des événements permet d'éviter, en amont de l'action, des récurrences d'évènements.

.....

paul.bouvet@framatome.com





**Les facteurs organisationnels et humains dans l'analyse du retour d'expérience :
objectifs et principes**

Jean-Marie Rousseau - IRSN

Quelques éléments clés pour l'intégration des facteurs organisationnels et humains dans
l'analyse du retour d'expérience issu de l'exploitation des installations industrielles.

.....

jean-marie.rousseau@irsn.fr





SESSION CONTRÔLE TÉLÉVISUEL

INTRODUCTION

14h00 - 14h10
.....

Présentation du GT par son pilote
Sébastien Petit - Vallourec

CONFÉRENCES

14h10 - 14h30
.....

Cas pratique d'une inspection par vidéo endoscopie :
Frédéric Grosseau - Naval Group

14h30 - 14h50
.....

Inspection télévisuelle par drone et robot par l'intermédiaire
de la photogrammétrie
Aurélié Guesdon - Pilgrim

14h50 - 15h10
.....

Qualification d'une procédure en télévisuel, exemple
d'application dans le domaine nucléaire
David Muller - Framatome

15h10 - 15h30
.....

Automatisation du contrôle télévisuel pour la production
Sébastien Petit - Vallourec

Pour contacter le pilote



sebastien.petit@vallourec.com

VIDEO





Cas pratique d'une inspection par vidéo endoscopie

Frédéric Grosseau - Naval Group

Entrez dans la peau d'un (bon) inspecteur en contrôle télévisuel et effectuez les tâches de préparation et de réglage d'un video endoscope. Par l'intermédiaire de quelques vidéos, vous apprendrez à choisir le bon objectif, le bon éclairage, vérifier les performances à l'aide d'une mire...mais également à vous aider de certains outils indispensables pour accéder au site. Enfin vous finirez par caractériser en 3D les indications détectées.

.....

frederic.grosseau@naval-group.com



Inspection télévisuelle par drone et robot par l'intermédiaire de la photogrammétrie

Aurélié Guesdon - Pilgrim

Les inspections traditionnelles visuelles directe et indirecte (endoscopes, photos, vidéos) ont des limitations importantes : la nécessité d'un éclairage spécifique ou d'un angle de vue particulier pour faire ressortir ou simplement voir des défauts ; maîtriser l'art du béquillage dans le cas des endoscopes ; la difficulté de mesurer et d'enregistrer la taille, la position ou la gravité d'un défaut. Généralement les capteurs utilisés en inspection visuelle indirecte ont de surcroît une qualité faible, atteignant péniblement et en de rares occasions les 1080p pour les endoscopes. En maîtrisant le cheminement et la disposition des éléments lumière et image, l'utilisation de la photogrammétrie permet, même avec des photos de qualité médiocre, de reconstituer et mesurer l'intégralité d'un environnement en 3 dimensions. Il devient alors possible de localiser et mesurer les défauts, de dérouler virtuellement le modèle dans le cas de canalisation à profil cylindrique et même d'appliquer de fausses lumières rasantes permettant de mettre en exergue les défauts topographiques de surface...

.....

agu@pilgrim-technology.com





Qualification d'une procédure en télévisuel, exemple d'application dans le domaine nucléaire

David Muller - Framatome

En règle générale, les CND de fabrication sont effectués dans le but de s'assurer que le niveau de qualité de fabrication a été atteint. L'accent doit avant tout être porté sur la maîtrise du processus de fabrication afin d'assurer l'absence de défauts préjudiciables à l'emploi. Le CND vient par la suite attester que le niveau de qualité a été atteint, sans toutefois garantir la détection systématique de tous les défauts présents. Les CND possèdent tous des limites et des domaines d'applicabilité qui leur sont propres. Le contrôle télévisuel n'échappe pas à cette règle. Bien souvent, ces limites sont connues des utilisateurs expérimentés, mais pas toujours quantifiées de manière précise. Il arrive ainsi que le cahier des charges requiert une performance de détection à atteindre, en lien avec une équivalence à démontrer dans le cadre de remplacement d'une méthode par une autre. Afin de mieux connaître les capacités de son équipement, et de répondre à un besoin spécifique, il est alors nécessaire de réaliser une démonstration des performances et de qualifier son système et sa mise en œuvre en amont de l'inspection. Afin d'illustrer cette démarche, un exemple d'application dans le domaine du nucléaire vous est présenté. Merci aux équipes d'EDF et d'Intercontrôle pour l'autorisation accordée sur les images qui vous seront présentées.

.....

david.muller@framatome.com



Automatisation du contrôle télévisuel pour la production

Sébastien Petit - Vallourec

Le contrôle télévisuel dans les lignes de production est contraint par le temps de cycle et la quantité de surface à inspecter. Pour cela, le contrôle doit être automatisé, à la fois sur la partie équipement, mais également sur la partie analyse. Nous proposons de montrer quelques exemples d'équipements et de traitements adaptés, issus des industries de l'acier, de l'automobile et du ferroviaire.

.....

sebastien.petit@allourec.com



LES JOURNÉES COFREND

COFREND
Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

**SAVE
THE
DATE**

Les END, voir et prévoir

DU 6 AU 8 JUIN 2023

MARSEILLE - Palais Chanot

SPONSORS

ACTEMIUM

**Bergeret -
Jeannet**

list
C2S Tech

edf

EKOSCAN
TECHNICAL SOLUTIONS

framatome
Intercontrôle

OLYMPUS

sofranel
Group

VOLUME
GRAPHICS

www.cofrend2023.com