









Challenge pour l'instrumentation par FO Le SHM en environnement difficile

Journées SHM France | 14 mars 2019 | Guillaume Laffont





Structural Health Monitoring: "The process of acquiring and analyzing data from on-board sensors to evaluate the health of a structure"

From: "Guidelines for Implementation of Structural Health Monitoring on Fixed Wing Aircraft", standard n°ARP6461, published by SAE International, 2013.



Objectifs: Le système SHM doit garantir le bon fonctionnement de la structure jusqu'à la prochaine operation de maintenance

Motivations:

- Simplification des operations de maintenance (accessibilité)
- Maintenance conditionnelle (estimation de la durée de vie résiduelle de la structure)
- Vers une maintenance déclenchée par une demarche de type SHM
- Réduction des coefficients de sûreté
- Extension de la durée de vie des structures





Structural Health Monitoring

"The process of acquiring and analyzing data from on-board sensors to evaluate the health of a structure"



Le système SHM doit garantir la bonne santé de la structure jusqu'à la prochaine opération de maintenance





SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE PAR FIBRE OPTIQUE



Réflectométrie optique sur fibre dite aussi Mesure répartie



Réseaux de Bragg multiplexés en longueur d'onde



- Diffusion et défauts en matrice vitreuse
- Etalonnage de la mesure \triangleright
- Perte de sensibilité en T° (cryogénie)
- Effacement thermique
- Dérives de la mesure
- Détérioration du coating protecteur



Journées SHM France 14 mars 2019 | Guillaume Laffont | 5



Innovations : adresser le verrou de la T°

Pour la mesure répartie

Amplification Rayleigh → pré-compenser les pertes optiques



FO avec nanoparticules diffusantes *Au* + coquille de Zircone [Thèse <u>Patrick Bulot</u> avec Univ. Lille]



Pour les réseaux de Bragg

Inscription femtoseconde de réseaux de Bragg Point-par-Point

→ Chapelet périodique de µ-bulles

→ Stabilité haute T° >1000°C





Suivi d'un procédé de soudage

Procédé TIG caractérisé par des réseaux de Bragg femtosecondes

- Instrumentation
 - Caméra thermique (10 min)
 - Thermocouples (90 s)
 - Acquisition spectrale de réseaux de Bragg (90 s)
 - Compensation thermique de la ligne de réseaux de Bragg collés et donc sensibles aux déformations











AG DM2I SCI/LCFO| 15 mars 2019| Guillaume Laffont | 7

Suivi d'un procédé de soudage

Procédé TIG caractérisé par des réseaux de Bragg femtosecondes

- Données expérimentales
 - Mesures des profils de déformation et température avec des réseaux de Bragg IR-fs-PbP multiplexés
 - Température : T_{max} = 890 °C
 - Déformation: 2,23 % compression @ 150 °C
- Comparaison à un modèle numérique
 - Modèle numérique pour une profondeur de @ 4,5 mm sous la surface
 - Données expérimentales assez proches de celles fournies par le modèle numérique
 - Positionnement exact des sondes à connaître plus précisément







Journées SHM France | 14 mars 2019 | Guillaume Laffont | 8

List SUIVI D'ENDOMMAGEMENT DE RÉSERVOIRS D'H₂

Fibre optique insérée en composite pour suivi de durée de vie

- Mesures réparties par fibre optique pour le suivi des déformations au sein d'un réservoir H2 bobiné en fibre carbone
- Paramètre global de suivi de l'endommagement structurel du réservoir [analyse différentielle]
- La méthode (insertion de la fibre optique, co-bobinée) n'induit pas de dommages additionnels
 - Validation en conditions isothermes à 700 bar au sein de réservoirs d'H₂
 - · Détection précoce de dommages à 40 bar
- Mesures compatibles ATEX









Installation de réseaux de Bragg le long du pantographe d'une rame commerciale Détection d'impacts depuis le pantographe → surveillance embarquée de l'infrastructure Pas besoin d'insérer un train de test/d'inspection au milieu du trafic commercial







Géolocalisation des défauts sous GoogleEarth







Journées SHM France 14 mars 2019 | Guillaume Laffont | 11



DÉTECTION DE DÉFAUTS



APPROCHE HYBRIDE PZT / BRAGG





Réseaux de Bragg comme récepteurs d'ondes guidées ultrasonores

- Capacités de multiplexage
- Peu intrusif
- Résistance aux environnements difficiles (1000 °C, ATEX, radiations)



List TOMOGRAPHIE PASSIVE PAR RÉSEAUX DE BRAGG SEULS



Tomographie passive par des récepteurs acoustiques à réseaux de Bragg

 Technique issue de la Géophysique et exploitant le bruit ambiant (turbulence aerodynamique)





Panneau composite instrumenté par réseaux de Bragg



Système de détection haute fréquence (1 MHz) pour l'interrogation de récepteurs acoustiques à réseaux de Bragg





Journées SHM France | 14 mars 2019 | Guillaume Laffont

Imagerie de défaut





• SHM : Integration de capteurs au sein ou en surface

- Pour la surveillance environnementale (T°, déformation, pression ...)
- Détection de défauts (corrosion, délaminage, trous, fissures ...)
- Capteurs à Fibres Optiques
 - Réseaux de Bragg et Mesures réparties type Rayleigh
 - Fonctionnels en environnement sévère
- Avions et moteurs d'avions , Ferroviaire etc ...
- Energie : Oil and Gas, Hydrogène, Stockage (Batteries)
- Grands équipements scientifiques comme les Tokamaks
- Réacteurs nucléaires, Centrales Nucléaires
- Structures et Procédés soumis à de hautes températures







Contact: guillaume.laffont@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives Institut List | CEA SACLAY DIGITEO | BAT. 565 – PC192 91191 Gif-sur-Yvette Cedex - FRANCE www-list.cea.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019