

GERIM, UNE PLATEFORME POUR LE CND PAR MULTI-ELEMENTS EN ÎLE DE FRANCE

GERIM: PLATFORM FOR NDT ARRAY TECHNIQUES IN PARIS-REGION

Auteur : L. de ROUMILLY (CEA-LIST ; loic.de-roumilly@cea.fr)

Co-auteurs : P. BOUTEILLE (CETIM), D. HAMEL (RENAULT), A. LEBRUN (EDF), J. PLU (SNCF), S. POUTONNET (SNECMA), O. ROY (M2M), H. TRETOUT (DASSAULT-AVIATION), H.VOILLAUME (EADS)

Résumé

Une plateforme fédérative de recherche et développement en CND s'est déployée en 2007 à Saclay avec le soutien financier de la Région Île de France, en mutualisant les moyens de huit partenaires industriels. La plateforme GERIM (Grand Ensemble de Recherche en Instrumentation Multi-capteurs) s'est ainsi dotée d'une variété d'équipements innovants : des capteurs ultrasonores et courants de Foucault multi-éléments, des systèmes d'acquisition pour les piloter, ainsi qu'un robot 6 axes pour le contrôle de pièces de géométrie complexe. La plateforme GERIM permet aux partenaires industriels, ainsi qu'aux laboratoires académiques associés au projet, de développer et de valider de nouvelles techniques de contrôle pour leurs propres applications.

De plus, dans le cadre du projet Usine Numérique, soutenu par le pôle de compétitivité "SYSTEM@TIC - PARIS REGION", la plateforme GERIM permet de valider les développements réalisés au sein du programme ONTRAC (Outils Numériques pour le Traitement, la Reconstruction et l'Analyse en Contrôle non destructif) et de les mettre à disposition des partenaires.

Abstract

a Non Destructive Testing research federative platform was set up at Saclay in 2007, thanks to the support of PARIS-REGION and the contribution of eight industrial partners. The GERIM platform (Grand Ensemble de Recherche en Instrumentation Multi-capteurs) provides a wide range of innovative equipments: ultrasonic and Eddy currents probes, dedicated acquisition systems, and a 6-axis robot to perform inspection of complex geometry components.

The GERIM platform allows industrial partners and associated academic laboratories to develop and validate new NDT methods for their own applications. Moreover, in the framework of the 'Digital Production project', supported by the competitiveness cluster SYSTEM@TIC PARIS-REGION, the GERIM platform provides equipments to validate the latest tools developed for the processing, the analysis and the data reconstruction and put them at the partner disposal.

1. INTRODUCTION

Pour promouvoir et soutenir la dynamique d'innovation dans le domaine du CND par multi-éléments, l'objectif du projet GERIM était de fédérer industriels et laboratoires académiques autour d'un outil de recherche et développement commun, pour leur permettre de démultiplier leurs champs d'action et de partager leurs savoir-faire.

Le partenariat mis en place en 2006 réunit le CEA-LIST, le CETIM, DASSAULT AVIATION, EADS Innovation Works, EDF, M2M, RENAULT, la SNCF et la SNECMA, auxquels sont

associés quatre laboratoires universitaires : le Laboratoire Ondes et Acoustique (ESPCI), SATIE (ENS Cachan), le Laboratoire de Génie Electrique de Paris et le Laboratoire Signaux et Systèmes (Supélec).



La mutualisation des moyens des partenaires industriels et du CEA-LIST, avec le soutien financier de la Région Île de France, a permis de constituer un Grand Ensemble de Recherche en Instrumentation Multi-capteurs (GERIM), sans équivalent au niveau européen, doté d'équipements que chaque partenaire n'aurait pu acquérir seul.



Cette plateforme ainsi constituée s'est implantée à Saclay. Elle est mise à disposition des partenaires depuis début 2008, et pour une durée d'au moins quatre ans, pour tester de nouveaux outils et développer de nouvelles méthodes de contrôle.

La plateforme est en effet le support matériel permettant d'intégrer les derniers développements portant sur les capteurs, les systèmes ou les logiciels. Les laboratoires académiques associés au projet comme utilisateurs de la plateforme vont ainsi pouvoir faire bénéficier les autres partenaires de leurs travaux, en intégrant au fur et à mesure leurs outils de simulation et algorithmes de traitement de données dans le logiciel CIVA mis à disposition sur GERIM.

En permettant aux industriels de travailler sur leurs propres problématiques avec des outils innovants, la plateforme va servir de démonstrateur de faisabilité pour proposer aux unités de production des méthodes de contrôle performantes en terme de sensibilité, de fiabilité, de cadence et de coût.

2. DESCRIPTION DE LA PLATEFORME ET DE SES EQUIPEMENTS

La plateforme GERIM est installée dans un local spécifique de 110 m² spécialement réaménagé. Les équipements qui la constituent ont fait l'objet en 2006 de spécifications communes entre les partenaires pour couvrir un large champ d'applications possibles.

Les équipements

Différents types de capteurs sont disponibles sur la plateforme, en particulier un capteur conforme fabriqué par IMASONIC pour le contrôle au contact de surface complexes (84 éléments, 2 MHz), deux capteurs matriciels multi-éléments à 256 éléments (5 MHz), permettant de mettre en œuvre de multiples configurations (balayages angulaires dans différents plans, ouvertures variables), ainsi que des capteurs monolithiques basses fréquences qui peuvent être assemblés en réseau et fonctionner en multi-éléments.

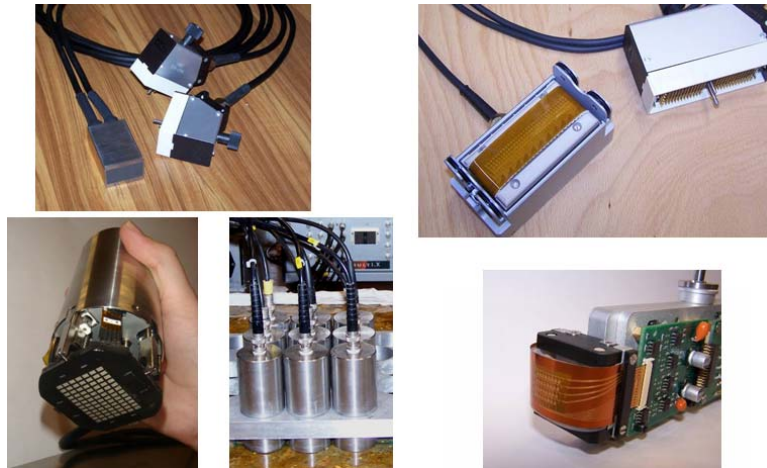


Figure 1 : exemples de capteurs mis à disposition sur la plateforme GERIM :
 capteurs US à gauche (capteurs à 256 éléments, conformable à 84 éléments, capteurs basses
 fréquences en réseau)
 et CF à droite (128 et 32 éléments)

En courants de Foucault, deux capteurs souples sont mis à disposition sur la plateforme, comportant respectivement 32 et 128 paires de bobines. Les éléments sont gravés sur un film de Kapton qui permet d'absorber de légères déformations et donc d'effectuer les contrôles en restant au contact de surfaces planes ou courbes. Le design de ces capteurs a été optimisé et validé sur des applications industrielles.

La réalisation des systèmes d'acquisition permettant de piloter ces capteurs a été confiée à M2M. La plateforme met à disposition quatre systèmes ayant en commun une architecture multi-voies parallèle :

- Un système US basses fréquences à 32 voies (MultiX LF), doté d'une bande passante de 50 kHz à 10 MHz, d'une tension de sortie de 30 à 400 V, et capable de produire des signaux d'excitation modulés en fréquence à partir d'émissions de types Burst et Chirp. Ces caractéristiques très ouvertes sont dédiées au contrôle de structures difficiles telles que les bétons, les aciers à gros grains, mais aussi à la génération d'ondes guidées.
- Un système US MultiX⁺⁺ à 256 voies, de bande passante de 0,8 à 20 MHz, disposant d'une architecture évolutive permettant d'augmenter encore le nombre de voies parallèles pour de futures applications. L'architecture électronique numérique du système est capable d'une très grande rapidité de traitement embarqué. Ce type de système permet la mise en œuvre techniques basées sur des sondes matriciels à grand nombre d'éléments, la reconstruction d'image 2D et 3D. Sa rapidité est particulièrement favorable au contrôle industriel en ligne des produits longs (tubes, barres...).
- Un système US à émetteurs programmables de 128 voies, permettant de produire des formes d'ondes particulières sur chaque émetteur. Déjà répandu dans les laboratoires de recherche en imagerie et thérapie médicale, ce système permettra d'améliorer les performances des sondes ultrasonores dans le domaine industriel, de générer des modes d'ondes guidées et de mettre en œuvre des procédés adaptatifs tels que la technique de retournement temporel.
- Un système d'acquisition courants de Foucault permettant de gérer en parallèle jusqu'à 32 injecteurs et 64 récepteurs, sur une bande passante de 500 Hz à 10 MHz. Ce système est particulièrement adapté au pilotage des sondes multi-éléments.

Tous ces systèmes sont conçus sur une architecture supportant des traitements temps réels de type autofocus par exemple.

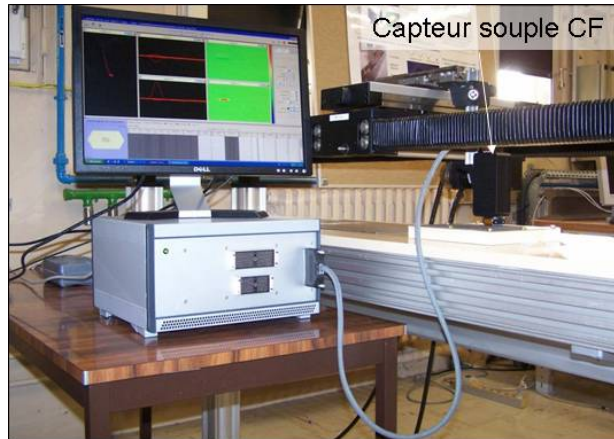


Figure 2 : système d'acquisition en courants de Foucault

La plateforme est en outre équipée d'un banc mécanique de déplacement à 4 axes motorisés, et d'une cuve pour les contrôles en immersion. De plus, pour évaluer la faisabilité de contrôle de pièces complexes à l'aide de systèmes multi-axes en remplacement des machines spéciales, un robot 6 axes ABB a été installé dans les locaux.



Figure 3 : robot 6 axes installé sur GERIM pour le contrôle de pièces complexes

Les logiciels

Le logiciel CIVA est mis à disposition sur la plateforme, en version commerciale et en version de développement, pour faire bénéficier les utilisateurs des toutes dernières fonctionnalités en simulation, en imagerie et en reconstruction, et leur permettre d'exploiter au mieux les possibilités offertes par les multi-éléments.

De plus, pour permettre d'évaluer les possibilités du robot, optimiser, valider ses configurations de contrôles, tester la programmation hors ligne, mais aussi générer facilement des trajectoires appropriées pour le CND, le logiciel DELMIA (DASSAULT-SYSTEMES) incluant un module dédié (FastSurf) est également mis à disposition sur la plateforme.

3. L'UTILISATION DE LA PLATEFORME

Intégrer les développements génériques...

Dans le cadre du projet Usine Numérique soutenu par le pôle de compétitivité "SYSTEM@TIC - PARIS REGION", la plateforme GERIM constitue le support matériel des travaux menés au sein du programme ONTRAC (Outils Numériques pour le Traitement, la Reconstruction et l'Analyse en Contrôle non destructif). Les développements en terme d'outils de simulation, de pilotage des systèmes, et d'imagerie sont intégrés au fur et à mesure et mis à disposition sur la plateforme.

A titre d'exemple, l'une des réalisations porte sur l'inspection robotisée d'un piquage de tuyauterie. Les développements permettent d'effectuer un contrôle de la manière suivante : le robot suit la trajectoire qui a été préalablement programmée, et pilote le déclenchement du système d'acquisition M2M sur la portion de trajectoire qui lui a été spécifiée. La configuration de contrôle et le résultat de l'acquisition sous forme de cartographie Bscan sont présentés ci-dessous.

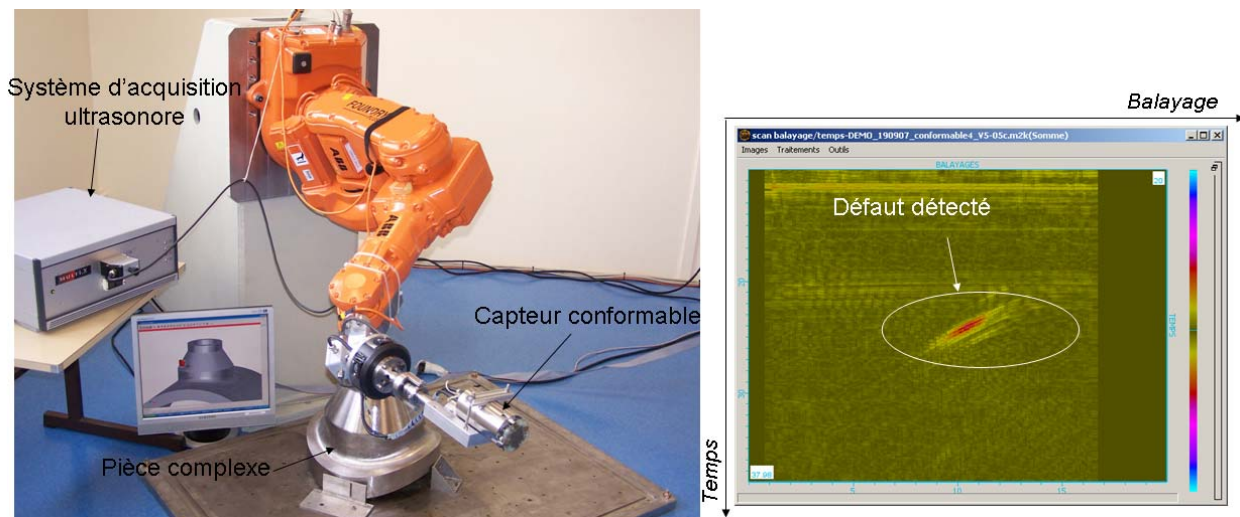


Figure 4 : configuration de contrôle d'une pièce complexe et Bscan associé

En parallèle, des travaux ont été réalisés sous DELMIA pour décrire la cellule robotisée et simuler la cinématique du robot. Cette simulation permet non seulement de s'assurer que les mouvements sont effectivement réalisables dans la configuration décrite, mais génère de plus un programme exécutable par le robot. Ces travaux de programmation hors ligne sont directement validés sur la plateforme.

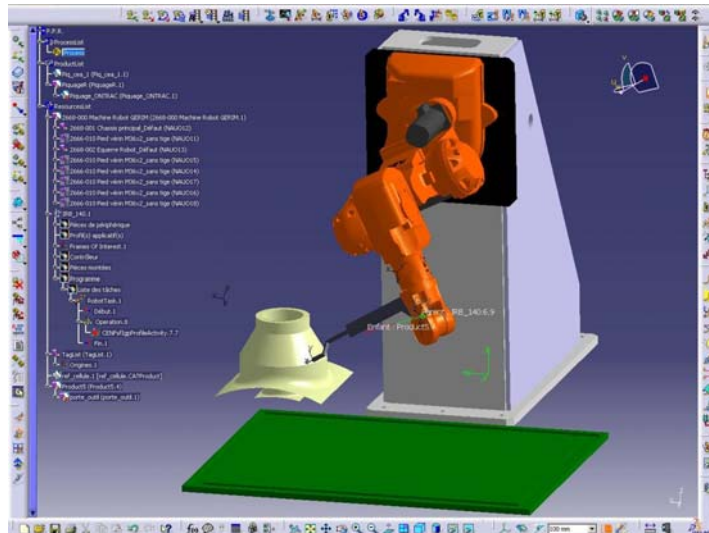


Figure 5 : simulation sous DELMIA de la cellule robotisée

...Pour des applications variées

Issues de secteurs de l'aéronautique, du nucléaire, de la mécanique, du ferroviaire et l'automobile, les études menées sur la plateforme concernent des applications variées :

- l'inspection de soudures de tôles fines ou de pièces de forte épaisseur,
- l'étude de matériaux atténuants,
- le contrôle de géométries complexes au contact avec le capteur conforme,
- la détection par US de défauts d'orientations variées en effectuant des balayages dans différents plans,
- la détection par CF de petits défauts en surface,

...

La plateforme permettra également d'étudier de nouvelles technologies de capteurs (par exemple, des capteurs magnétiques à haute sensibilité de type magnéto-résistance ou magnéto-impédance).

4. CONCLUSION

La mise en place de la plateforme GERIM a permis de fédérer des partenaires industriels et académiques autour du projet de construction d'un outil de recherche et développement commun permettant de démultiplier leur champ d'action initial.

La plateforme s'est dotée d'équipements innovants dans le domaine du CND par multi-éléments – capteurs, systèmes d'acquisition associés, robot 6 axes – grâce à la mutualisation des moyens des partenaires industriels du projet et du CEA-LIST, et au soutien financier de la Région Île de France.

GERIM constitue aujourd'hui un outil de recherche et développement puissant, unique en Europe, qui s'enrichira au fur et à mesure en capitalisant les développements, aussi bien dans le domaine des capteurs que des systèmes d'acquisition et des outils de simulation et de traitements, réalisés notamment dans le cadre du projet Usine Numérique.

Ce partage de matériels et de savoir-faire va permettre aux partenaires de tester de tout nouveaux outils, de mettre au point des méthodes innovantes et d'en démontrer la faisabilité, avant de les proposer aux unités de production.