

**PROJET DE RECHERCHE DEGADECOM**  
**DETECTION GARANTIE DE DEFAUTS DANS LES COMPOSITES**

**THEMATIQUE DU PROJET**

Le projet s'inscrit dans la thématique MATH-STIC, il s'articule autour du développement de techniques et d'outils pour la détection garantie de défauts sur des matériaux composites en ayant recours à des stratégies de tests non destructifs.

**ACTIONS DE VALORISATION ECONOMIQUE ET/OU SOCIETALE DU PROJET ENVISAGEES PENDANT ET A L'ISSUE DU PROJET**

Les acteurs de ce projet sont convaincus du réel besoin du monde industriel pour des procédures garantissant l'expertise. C'est dans ce cadre que nous souhaitons continuer à développer nos efforts. Il permettra à terme de disposer d'un banc automatisé pour la localisation automatique et garantie de défauts et pourrait s'accompagner d'un dépôt de brevet. Un tel dispositif pourra être mis à la disposition de la communauté des spécialistes cherchant à localiser précisément des défauts dans des structures par des approches non destructives. Les partenaires industriels qui ont déjà travaillé dans le cadre de l'identification paramétrique avec les partenaires du projet (DGA, AIRBUS, CEA, Lurie, DCNS ...) seront informés prioritairement de la maturité du projet afin que des échanges fructueux puissent se développer. Enfin, ces partenaires industriels pourraient fournir des scénarii d'endommagements pertinents. Il nous semble cohérent de répondre en 2017 à un appel à projet RFI (AtlanStic 2020) financé par la région Pays de Loire en s'appuyant sur nos atouts : différents laboratoires, plusieurs départements et forte pluridisciplinarité.

**RESUME DU PROJET**

Les matériaux composites sont des matériaux solides, constitués par l'association de plusieurs autres matériaux aux caractéristiques complémentaires. Cette association leur confère un ensemble de propriétés comme la résistance mécanique, la rigidité, la légèreté, la résistance à la corrosion... Par exemple, pour les applications automobiles et aéronautiques, le gain de masse induit par l'utilisation des matériaux composites permet de faire des économies de carburant, une atténuation des vibrations, une résistance à la corrosion... Pour faire valoir ces atouts et élargir leur utilisation à de nouvelles applications innovantes, il est indispensable de mettre en œuvre des techniques de contrôle non destructif des matériaux composites c'est-à-dire des techniques à même de détecter la présence de défauts/anomalies sur ces matériaux sans détériorer les caractéristiques intrinsèques de ces derniers. Ce projet a donc pour objectif de mettre en place un banc expérimental automatisé basé sur des moyens d'observations thermographiques et qui pourrait s'accompagner d'un dépôt de brevet. Ce banc servira également à valider différentes techniques de détection de défauts que l'on pourrait faire valoir auprès de différents groupes industriels. Finalement, ce projet est multidisciplinaire et implique aussi bien des thermiciens que des automaticiens.

Ce projet est novateur pour le laboratoire LARIS tant du point de vue des applications visées que de celui de la méthodologie envisagée (thermographie modulée + chauffe locale + banc automatisé + diagnostic garanti). L'état de l'art révèle qu'il n'existe pas à ce jour d'approche de ce type. Le développement d'un tel banc en collaboration avec des thermiciens et des spécialistes des matériaux composites (fabrication et endommagement) représente une opportunité pour le laboratoire afin de mieux répondre aux besoins croissants en estimation et contrôle non destructifs. Il permettra également de mettre en œuvre (théoriquement et expérimentalement) des méthodes génériques alliant efficacité et robustesse pour l'analyse structurale, la surveillance d'intégrité de systèmes complexes et le pronostic.

## RESULTATS ATTENDUS ET SUITES ENVISAGEES DU PROJET

Les matériaux composites suscitent un intérêt accru de la part de nombreux secteurs industriels (automobile, aéronautique...) et leur utilisation tend à se généraliser. En effet, ils disposent d'excellentes caractéristiques qui leurs confèrent légèreté, résistance mécanique et chimique et liberté de forme. Néanmoins, pour faire valoir ces atouts et élargir leur utilisation à de nouvelles applications innovantes, il est indispensable de mettre en place des techniques de contrôle non destructif des matériaux composites. C'est dans ce contexte que s'intègre ce projet collaboratif dont l'objectif principal est de développer des outils d'expertise garantis permettant de localiser d'éventuels défauts dans des structures composites. Pour ce faire, les objectifs intermédiaires suivants sont considérés :

- développement d'une méthode non intrusive de localisation basée sur l'analyse de la propagation d'une onde thermique générée par une sollicitation chauffante périodique,
- développement d'approches de diagnostic permettant le suivi de l'état de santé des matériaux composites,
- mise en place d'indicateurs de défauts (résidus) à partir des mesures recueillies lors de la phase d'acquisition permettant de rendre compte de l'état du système en fonctionnement normal et en présence d'endommagements.
- conception d'un banc de mesure basé sur des moyens d'observations thermographiques,
- traitement du signal approprié (rejet des fantômes, mégadonnées, bruit de mesure),
- automatisation pour une détection autonome des grandes structures,

Les participants à ce projet ont déjà établi la pertinence de la méthode thermique périodique à faible énergie pour la mise en évidence de défauts dans les composites. Contrairement aux méthodes dites globales (où le matériau est chauffé sur une grande surface), une chauffe locale (<1cm<sup>2</sup>) est proposée et permet de disposer de distributions spatiales de module (amplitude de l'onde de chaleur) facilitant l'analyse des contrastes entre matériau sain et matériau défectueux. Une fois le défaut détecté (contraste au-delà du seuil de détectabilité), une méthode d'optimisation sera mise en œuvre pour identifier avec précision sa localisation. Deux approches seront comparées : l'une basée sur une analyse géométrique de la cartographie de contraste ; l'autre sur la méthode de recherche expérimentale du simplexe. Les outils de l'analyse garantie seront développés pour l'une comme pour l'autre.

Pour valider l'approche et le banc, des matériaux de références aux propriétés certifiées devront être acquis. Dans un second temps, des matériaux composites (empilement plan ou collage) pourront être étudiés. Pour cette partie, il est nécessaire de définir de manière optimale la sollicitation (fréquence et puissance), la géométrie de l'échantillon, le type de caméra infrarouge utilisée, ... Cette démarche de conception optimale est essentielle. Dans un dernier temps, nous nous intéresserons de manière plus spécifique à l'endommagement ou à la recherche de défaut. L'ensemble de la problématique brièvement exposée ci-dessus vise à fournir une expertise à l'aide d'une méthode périodique (sollicitation thermique de faible énergie). Son intérêt est validé par de nombreux industriels (Airbus, DGA, DCNS, IPRS, Lurie, ...) qui cherchent à développer des procédures de caractérisation fiables adaptées à leurs matériaux novateurs.