

# ULTRASONS PAR LASER POUR L'INSPECTION DE MATERIAUX COMPOSITES. COMPARAISON ENTRE GENERATION A 532 NM ET 10,6 $\mu$ M. EFFET DE LA GEOMETRIE DU FAISCEAU DE GENERATION

Jean-François Vandenhertoghe<sup>1</sup>, Fabian Languy<sup>1</sup>, Julien Walter<sup>2</sup>, Tomy Brouillette<sup>2</sup>, Aurélie Perrard, Marc Georges<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre Spatial de Liège (CSL), Université de Liège, Liege Science Park, 4031 Angleur (Liège), Belgique

<sup>2</sup> Centre Technologique en Aérospatiale (CTA), Pl. de la Savane 5555, St-Hubert, DC, Canada  
[mgeorges@ulg.ac.be](mailto:mgeorges@ulg.ac.be)

## RÉSUMÉ

Un système de contrôle non destructif basé sur la génération d'ultrasons par laser à 532 nm et de détection par laser, entièrement fibré et robotisé, est développé au CSL. Nous le comparons à un système équivalent du CTA basé sur la génération plus classique avec un laser CO<sub>2</sub> (10,6  $\mu$ m). De plus nous montrons les résultats d'investigations concernant différentes géométries du faisceau de génération.

**MOTS-CLEFS :** *Ultrasons par laser, Contrôle non destructif, Matériaux composites*

La technique des ultrasons par laser (US Laser) est une technique intéressante pour l'inspection des structures composites à géométrie complexe. Les US Laser combinent 2 principes. Tout d'abord, la génération d'US par effet thermoélastique non destructif engendré en surface du matériau sous l'effet d'un faisceau laser pulsé de quelques nanosecondes. Ensuite la détection des échos ultrasonores par un interféromètre sondant le point impacté et mesurant les variations de phase du faisceau sonde provoquées par le déplacement local de la surface lié au retour de l'écho ultrasonore. Les travaux menés au CSL ont pour but est de développer un système US Laser à cout moyen qui s'adresse à l'inspection des structures complexes de dimensions de l'ordre de 1 m<sup>2</sup>. L'idée est d'avoir un système flexible et léger qui s'interface sur un bras-robot 6 axes pour scanner des pièces complexes et difficiles d'accès aux techniques concurrentes. Une manière évidente d'obtenir cette flexibilité est d'utiliser des fibres optiques transportant les faisceaux de génération et de détection. Pour cela nous avons opté pour une technique de détection déjà fibrée et avons développé un système de génération fibré et couplé les deux dans une sonde optique. Nous décrivons ci-après l'utilisation d'une sonde de détection TWM Tecnar fonctionnant à 1,06  $\mu$ m et un laser YAG à 532 nm.

Un système de détection équivalent est utilisé au Centre Technologique en Aérospatiale avec un laser de génération de type CO<sub>2</sub>, émettant à 10,6  $\mu$ m et non fibré (LUIS). Nous avons comparé les performances des deux systèmes sur base des A-scans, ainsi que des C-scans en amplitude (figure ci-dessous) et temps de vol (figure 2). Le contraste dans les résultats en amplitude apparait pour la génération à 532 nm qu'à 10,6  $\mu$ m.

Enfin, nous avons étudié et comparé diverses configurations géométriques du faisceau de génération (figure 3) et leur impact sur la réponse du système (intensité des échos).

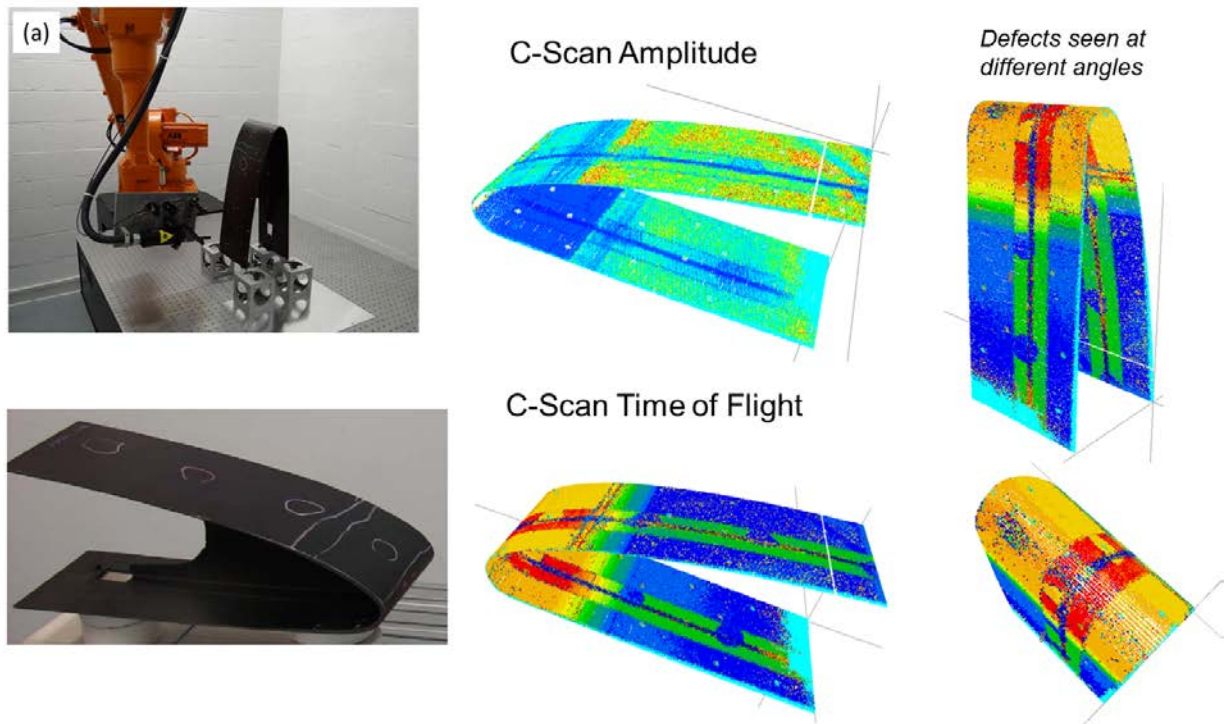


Fig. 1 : Système Ultrasons par Laser du CSL avec génération à 532 nm. Exemple d'inspection d'une pièce en composite à géométrie complexe.

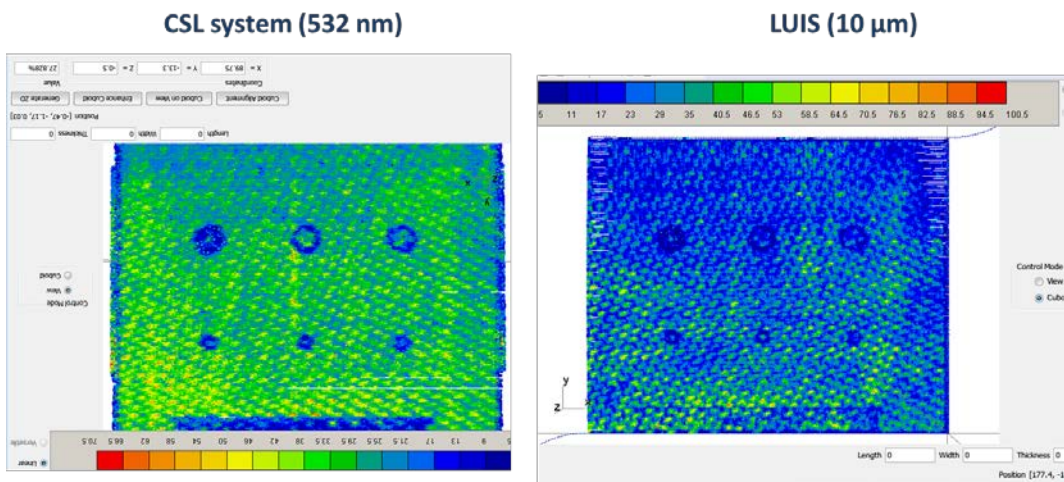


Fig. 2 : C-scans en amplitude obtenus par les deux systèmes sur base d'une plaque en CFRP avec des trous à fond plat. Comparaison de la génération à 532 nm (CSL) et 10,6  $\mu\text{m}$  (LUIS-CTA)

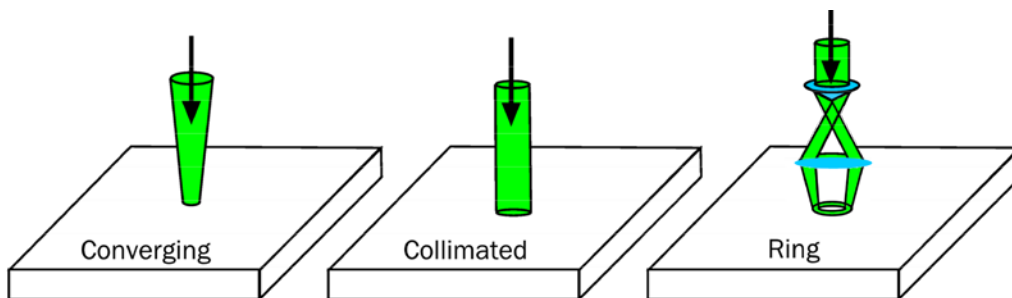


Fig. 3 : Trois configurations de faisceaux de génération étudiées et comparées