Traitement des données de surveillance du bain de fusion en SLM pour le contrôle qualité

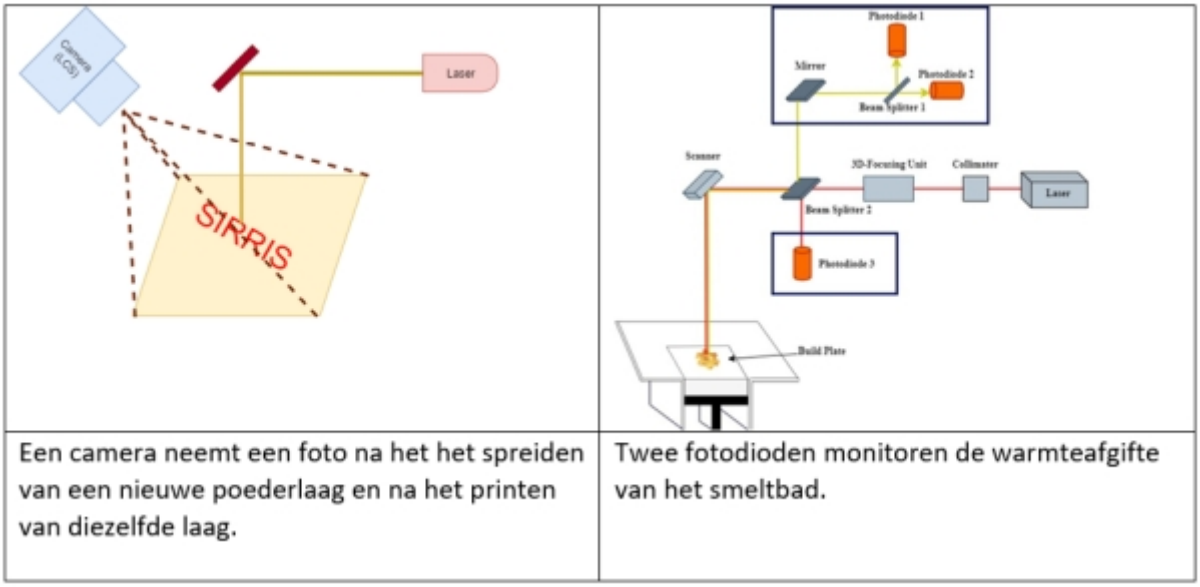
31 mai 2021, 02:00

Julien Magnien
Olivier Rigo

Au sein du projet Enable, nous avons franchi une nouvelle étape dans le traitement des données issues de la surveillance du bain de fusion en SLM pour le contrôle qualité des pièces détachées de fabrication additive.

La technologie de fabrication additive SLM (selective laser melting, ou fusion sélective par laser) représente une importante percée industrielle, laquelle permet de produire des formes géométriques impossibles à confectionner avec des procédés classiques comme l'usinage et le moulage. La mise au point de pièces détachées avec cette technologie, en particulier pour le secteur de l'aviation, nécessite d'en contrôler la qualité : nous pensons notamment à la qualité de la surface et à la présence de défauts (porosités, fissures, microstructures, petits creux, etc.).

Dans le cadre du projet Enable, Sirris travaille à l'utilisation de systèmes de surveillance in situ qui facilitent la détection de défauts d'impression grâce à des contrôles non destructifs. C'est pourquoi nous avons doté nos machines d'un système de surveillance du bain de fusion et d'une caméra pour enregistrer les conditions de production (voir illustration 1).



Een camera neemt een foto na het het spreiden van een nieuwe poederlaag en na het printen van diezelfde laag.	Twee fotodioden monitoren de warmteafgifte van het smeltbad.

© Sirris
Illustration 1 : dispositif de surveillance in situ sur la machine LBM chez Sirris

L'impressionnante quantité de données accumulées pendant la surveillance rend très difficile leur exploitation et l'identification des défauts d'impression.

Dans le cadre du projet Enable, nous avons d'abord analysé la sensibilité du système MPM (Melt Pool Monitoring, ou surveillance du bain de fusion) à tous les genres de défauts d'impression susceptibles de survenir pendant l'opération. Nous avons ainsi défini une plage d'intensités du bain de fusion pour chacun d'eux en variant la densité d'énergie. Les données de référence pour l'aluminium AlSi7Mg0.6 ont été générées en reliant les valeurs d'intensité du bain de fusion à ces défauts d'impression sur la base de leur emplacement géométrique. Les conditions variables de la conduction thermique sur la surface fondue et sur la poudre ont permis d'animer tous les vecteurs de scan et d'établir un lien avec les valeurs d'intensité correspondantes. On peut ainsi détecter le moindre écart, comme le montre l'illustration 2 ci-dessous.

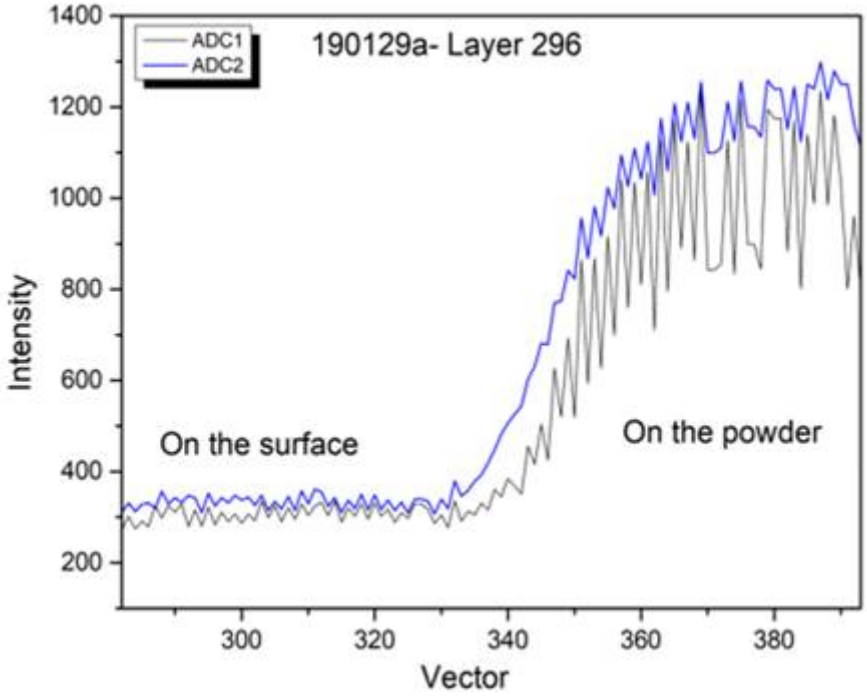


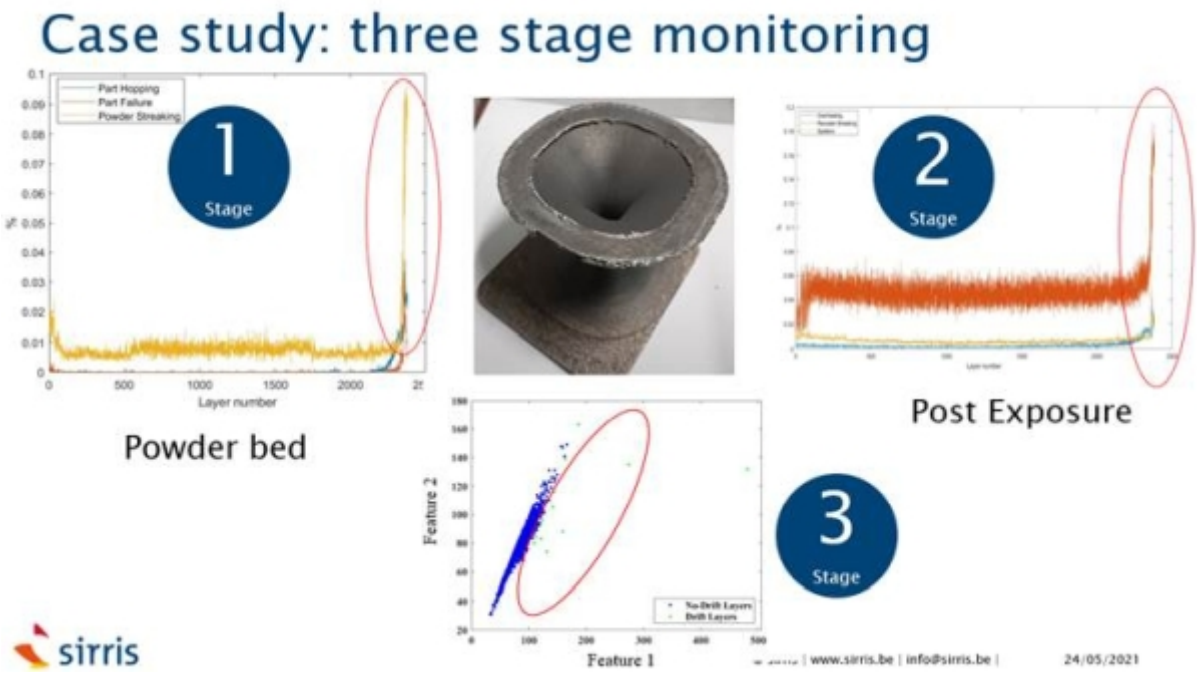
Illustration 2 : exemple d'un fichier de sortie d'un système MPM pour la SLM, qui montre la sensibilité du signal aux conditions de production (scan sur surface fondue vs. scan sur poudre)

L'étude a pour objectif final de diminuer le recours aux tests non destructifs pour détecter les défauts d'impression et d'améliorer le repérage de ces derniers par le biais d'un système de surveillance du bain de fusion.

L'étude vise à contrôler et à traiter les données in situ collectées à trois étapes différentes : avant, pendant et après la fusion de la poudre au laser. Les images prises avant et après l'exposition enregistrent des informations essentielles sur l'étalement de la couche de poudre et la qualité de la couche imprimée. Les deux images ont fait l'objet d'un traitement automatique pour détecter les anomalies (déformations de la pièce, collisions entre celle-ci et le système de recouvrement, étalement inégal de la poudre).

En parallèle, les données de surveillance du bain de fusion ont été analysées au moyen d'algorithmes pour l'apprentissage automatique.

Pour terminer, nous avons fabriqué une pièce de référence afin de contrôler la précision des algorithmes présentés.



© Sirris

Illustration 3 : détection automatique des anomalies par le biais de l'apprentissage automatique, appliquée à une étude de cas sur une pièce qui a servi de référence

Nous avons pu observer que les algorithmes prédisaient les anomalies avec succès et y avons établi une corrélation avec la détection des défauts par le biais des trois types de données analysées.

Ce genre de projet de recherche donne à Sirris les moyens d'améliorer davantage ses compétences et, ce faisant, de mieux accompagner le secteur dans l'acquisition de connaissances en matière de procédés de fabrication additive.

Funded by the European Union

This project received funding from the European Union's Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Innovative Training Networks (ITN) H2020-MSCA-ITN-2017 under the grant agreement N°764979

Auteurs



Julien Magnien



Olivier Rigo