

Comment l'entrelacement de l'art et de la technologie peut stimuler l'innovation.

Christine Fitzgerald est une artiste photographe canadienne primée qui utilise des méthodes non-conventionnelles pour créer des objets physiques uniques à partir de photographies. Christine a contacté le professeur Bertrand Jodoin, docteur en génie mécanique et directeur du laboratoire de projection à froid de l'Université d'Ottawa, pour collaborer à la réalisation d'une œuvre d'art inédite produite à l'aide du procédé de projection à froid, communément appelé « cold spray ». La projection à froid est une technologie de fabrication additive métallique dans laquelle des particules métalliques sont accélérées à des vitesses supersoniques à travers une buse convergente-divergente. Lors de l'impact, l'énergie cinétique des particules est transformée en déformation plastique et en chaleur, ce qui entraîne des liaisons mécaniques et métalliques. Monsieur Jodoin s'est rapidement rendu compte que l'échelle de l'œuvre d'art dépassait la capacité du laboratoire de l'université et s'est adressé aux spécialistes à PolyCSAM, le pôle de fabrication additive métallique de Polycontrols. PolyCSAM est une installation de démonstration de fabrication additive hybride par projection à froid de calibre mondial qui intègre des techniques avancées de préparation de surface, de dépôt de matériaux, d'usinage et de finition de surface robotisés in situ, de traitement thermique et de contrôle de procédé basé sur l'analyse de données et l'apprentissage machine.

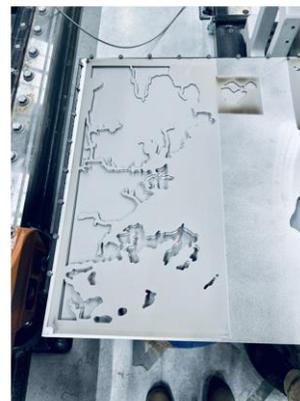
L'œuvre choisie est une image d'un fossile de crinoïde trouvé sur l'île d'Anticosti, imprimée à l'origine à l'aide de gomme bichromatée tricolore sur palladium dans le cadre d'une exposition précédente. Dre Aleksandra Nastic, boursière postdoctorale à l'Université de Toronto après avoir complété son PhD à l'Université d'Ottawa, a numérisé l'image en une série de 23 pochoirs superposés. Les pochoirs numériques ont ensuite été découpés au laser dans des feuilles d'acier inoxydable de 1/16 po, créant ainsi des masques robustes capables de résister aux conditions difficiles inhérentes à la projection à froid. Le substrat était un aluminium 6061 d'une épaisseur de 1/4 po taillé en plaques de 26 po x 32 po.



Chez PolyCSAM, de nombreux métaux différents ont été déposés comme échantillons pour générer une palette de couleurs avec laquelle l'artiste a pu travailler. Il a été décidé d'utiliser 6 poudres métalliques différentes, chacune ayant une nuance de gris distincte.

L'épaisseur de chaque couche, déterminée par l'artiste, pouvait être contrôlée par la vitesse relative de déplacement du pistolet par rapport au substrat. Des cales ont été apposées au dos des masques et ajustées entre les projections afin de garantir une distance constante entre le masque et le substrat, à mesure que l'œuvre prenait forme entre les couches. La technique de masquage rigide s'est avérée efficace, créant des arrêtes uniformes et bien définies, ce qui n'est pas courant en fabrication additive par projection à froid.

Le premier obstacle rencontré a été la délamination de la couche d'adhérence initialement déposée sur le substrat. L'adhérence de cette couche sur le substrat nu semblait adéquate au début, mais au fur et à mesure que des couches ultérieures de différents matériaux étaient superposées, l'accumulation des contraintes résiduelles en compression a entraîné une délamination à l'interface avec le substrat. Ce problème a été résolu en optimisant la technique de préparation du substrat et en remplaçant la poudre initialement utilisée par une autre connue pour avoir une adhérence plus élevée. La délamination entre les couches subséquentes déposées ne s'est pas avérée problématique.



Le deuxième défi auquel nous avons été confronté concernait la superposition de différentes combinaisons de matériaux. La projection à froid est un procédé agressif qui implique de violents impacts de particules pour assurer l'adhérence. L'intensité de l'impact nécessaire à une bonne adhérence varie en fonction des propriétés du matériau. Dans le cadre de ce travail, des matériaux aux propriétés mécaniques très différentes ont dû être superposés. Cela a posé un problème lors de la projection de matériaux durs sur des matériaux mous. En effet, les matériaux durs érodaient les matériaux plus mous, et ne se déposaient pas tant que la couche de matériaux mous n'avait pas été retirée complètement. Des essais multiples consistant à projeter chaque métal sur les autres ont permis de déterminer quelles combinaisons étaient viables. De plus, cette série d'essais a permis de déterminer que l'un des

métaux pouvait être utilisé dans n'importe quelle combinaison. Par conséquent, dans toutes les situations où une séquence de matériaux incompatibles était nécessaire, une fine couche de ce métal intermédiaire était déposée entre les deux pour agir comme « couche de transition ». L'expérience acquise en matière de matériaux superposés s'avère très bénéfique pour l'avenir, notamment en raison de l'intérêt croissant pour les matériaux dits à « gradient de fonctionnalité » qui peuvent être avantageusement produits par projection à froid.

Sous la direction experte de Christine Fitzgerald, chaque couche a été déposée à une épaisseur très précise; ce faisant, sur la surface d'aluminium initialement vierge, des formes d'abord abstraites sont apparues pour ensuite se raffiner progressivement jusqu'à révéler la vision originale de l'artiste. Cette utilisation non conventionnelle de la projection à froid a produit une œuvre d'art tout-à-fait unique et spectaculaire qui démontre une fois de plus la synergie et la complémentarité qui existe entre la science et les arts.

Daniel MacDonald, Ph. D. (génie mécanique)

Scientifique d'applications manufacturières

Polycontrols

daniel.macdonald@polycontrols.com

Membres de l'équipe Polycontrols reliés au projet :

Daniel MacDonald, Ph. D. (génie mécanique), Scientifique d'applications manufacturières

Fernanda Caio, ing. M.Sc. Directrice des opérations, PolyCSAM

Guillaume Dubois, ing., Directeur-adjoint ingénierie

Alexandre Duval, CPI, Concepteur automatisation/ Chargé de projets

Vincent Tessier, Technicien sénior

Christopher Etienne, Technicien en instrumentation et contrôles

Luc Pouliot, ing., M.Sc.A., FASM, CEO / Propriétaire

Sylvain Desaulniers, ing.MBA, Président / CFO / Propriétaire