

## Solutions innovatrices Canada

**NOM DU DÉFI :** IMPRESSION 3D ET FABRICATION ADDITIVE — ÉQUIPEMENT D'ESSAI  
MESURANT LA DENSITÉ DU LIT DE POUDRE MÉTALLIQUE

**ÉNONCÉ SOMMAIRE RELATIF AU DÉFI :** Ce défi du programme Solutions innovatrices Canada (SIC) est parrainé par le Conseil national de recherche du Canada (CNRC) et vise à trouver de nouvelles solutions pour tester la densité d'un lit de poudre métallique dans les procédés de fabrication additive.

**NUMÉRO DU DÉFI :** à *déterminé*

**DATE ET HEURE DE CLÔTURE DU DÉFI :** à *déterminé*

**COMMANDITAIRE DU DÉFI :** Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC)

**VALEUR MAXIMALE DU CONTRAT :**

Ce défi pourrait donner lieu à de multiples contrats.

Un financement pouvant aller jusqu'à 150 000 \$ CAN (plus taxes) pour une durée maximale de six mois pourrait être offert pour tout contrat de la phase 1 découlant de ce défi, incluant, si applicable, les frais de livraison, de déplacement et de subsistance.

Un financement pouvant aller jusqu'à 500 000 \$ CAN (plus taxes) pour une durée maximale de deux ans pourrait être offert pour tout contrat de la phase 2 découlant de ce défi, incluant, si applicable, les frais de livraison, de déplacement et de subsistance.

Seules les entreprises admissibles ayant terminé la phase 1 pourront être considérées pour la phase 2.

Cette divulgation est faite de bonne foi et n'engage pas le Canada à accorder un contrat correspondant à la valeur totale maximale du financement.

**DÉPLACEMENT :**

Pour la phase 1, il est prévu que jusqu'à deux réunions pourraient exiger que le(s) candidat(s) retenu(s) se déplace(nt) au Conseil national de recherches du Canada, au 75, boulevard de Mortagne, Boucherville (Québec) J4B 6Y4.

**ÉNONCÉ DU PROBLÈME**

Le CNRC contribue au développement et à la qualification des poudres depuis plus de 30 ans. Il appuie un groupe de fabricants de poudre à proximité de Montréal. Disposer d'un outil qui mesurerait la densité du lit de poudre métallique permettrait au CNRC d'approfondir davantage les recherches dans ce domaine et favoriserait l'essor de cette industrie canadienne.

Produire des pièces de qualité uniforme est un défi de taille en impression 3D (c'est-à-dire en fabrication additive). L'industrie et la communauté scientifique consacrent énormément d'efforts à améliorer la qualité et la reproductibilité de la technologie. Les imprimantes 3D utilisant le métal fabriquent les pièces une couche à la fois, de préférence en fusionnant les poudres à l'aide d'un laser. Chaque couche de poudre métallique est appliquée au moyen d'un dispositif mobile ressemblant à un bras articulé. L'une des particularités du procédé est la compacité des couches. Plusieurs facteurs influencent celle-ci, par exemple 1) les propriétés et le comportement de la poudre, 2) la conception du bras articulé, 3) l'opération de recouvrement proprement dite et 4) les conditions ambiantes.

Pour optimiser le recouvrement et garantir la qualité des pièces, on doit absolument quantifier l'impact des facteurs précités sur la compacité de la poudre. Même si différentes normes permettent d'établir la facilité avec laquelle la poudre s'écoule et sa densité, aucun équipement sur le marché ne permet actuellement de tester la poudre dans des conditions qui reproduit l'opération de recouvrement.

## RÉSULTATS ESCOMPTÉS ET CONSIDÉRATIONS

Ce défi vise à obtenir un équipement d'essai, qui doit être capable de reproduire le processus de recouvrement et de mesurer la densité des couches de poudre résultantes. Puisque l'équipement pourrait être utilisé en Recherche et Développement (R-D) ainsi que dans des applications commerciales de plus grande envergure (c'est-à-dire à des fins de contrôle de qualité), la possibilité de varier les facteurs dans un environnement contrôlé est donc primordiale. Ce défi doit aboutir à un équipement d'essai, répondant aux besoins particuliers en R-D du CNRC ainsi qu'à des besoins plus larges de contrôle de la qualité dans l'industrie.

### Fonctionnement

L'équipement **devrait** être doté d'un bras articulé qui étend une certaine quantité de poudre sur l'aire de travail. La densité pourrait être mesurée par gravimétrie. Le poids de la couche, ou d'une partie de celle-ci, serait déterminé à l'aide d'une balance ou de tout autre dispositif de mesure semblable.

Il **devrait** être ultimement possible de faire une série de couches successives et de continuer à mesurer l'évolution de la densité. Des capteurs optiques pourraient également être considérés pour qualifier les couches de poudre (épaisseur, présence de défauts, variation de densité ou d'uniformité, etc.). Toute suggestion d'autres méthodes de mesure est la bienvenue.

### Sensibilité

L'équipement **doit** être en mesure de détecter au moins 0,2 % de la densité relative du métal à revêtir. La couche de poudre doit être d'une épaisseur constante et des dispositions doivent être prises dans la conception et dans le manuel d'utilisation pour mesurer son épaisseur et ajuster la position du bras de reprise au besoin.

### Polyvalence

L'équipement **devrait** permettre de contrôler les particularités que voici :

Épaisseur de la couche de poudre (20-200  $\mu\text{m}$ );

Mécanisme de dépôt des poudres :

- vitesse de recouvrement/vitesse du bras articulé
- angle d'attaque de la lame
- mouvement de la lame cylindrique employée pour le recouvrement (tournante ou pas, idéalement)
- lame oscillante

Conditions ambiantes de la poudre : air, azote, argon, vide;

Électricité statique (usage possible d'un souffleur à air ionisé);

Autres interventions ou conditions qui reproduisent celles des imprimantes 3D actuellement offertes sur le marché.

### Acquisition des données et instrumentation

L'équipement **doit** être contrôlé par ordinateur et tous les paramètres doivent être enregistrés dans des fichiers de résultats. Un espace supplémentaire au-dessus de la chambre d'expérimentation devrait être disponible au cas où l'on voudrait installer une caméra (ou un autre système optique) pour filmer l'application du revêtement et saisir visuellement l'aspect du lit ou en caractériser la surface.

### Santé et sécurité

L'équipement permettra de manipuler les poudres en toute sécurité. Il sera facile à nettoyer de façon à empêcher toute contamination croisée.

## **RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET CONTEXTE**

Les technologies de fabrication additive suscitent depuis peu un grand intérêt dans le monde, car elles sont synonymes de souplesse et permettent la production de pièces complexes, difficiles à fabriquer avec les autres méthodes. Ces technologies ont récemment évolué pour engendrer des procédés de fabrication dans divers secteurs industriels, notamment la médecine, l'aérospatiale et l'automobile. Pour que les technologies de fabrication additive s'implantent mieux, plusieurs problèmes techniques doivent toutefois être surmontés. L'un d'eux a trait à la qualité et au coût des poudres métalliques, des facteurs qui ont une incidence sur l'aspect économique du procédé, ainsi que sur la gestion et le contrôle de la qualité, de même que la reproductibilité des pièces usinées.

Côté gestion de la qualité, l'un des principaux paramètres est la fabrication de pièces sans aucun défaut, par superposition de couches uniformes, à compacité constante durant l'impression. On y parvient en sélectionnant la poudre adéquate, en optimisant le bras articulé qui l'étend et en peaufinant les paramètres du recouvrement. De tels perfectionnements exigent que l'on puisse mesurer l'incidence des conditions de fabrication sur la compacité du lit de poudre. De plus, quand le recyclage est possible, l'utilisateur a besoin d'un moyen pour déterminer la qualité de la poudre réutilisée.

L'une des façons d'améliorer les procédés de fabrication additive consiste à concevoir des modèles numériques qui prévoient comment la poudre sera déposée. La fiabilité du modèle dépendra de son étalonnage avec les principaux attributs du lit de poudre, établis dans des conditions représentatives de celles observées chez les imprimantes 3D.

Van den Eynde et ses collaborateurs (2015) ont conçu un appareil de laboratoire qui mesure spécifiquement la densité d'un lit de plastique en poudre. Même si le modèle proposé est très prometteur, il n'est pas disponible sur le marché et l'on ne peut s'en servir avec les poudres métalliques. De leur côté, Bidare et ses collaborateurs (2017) suggèrent une imprimante 3D pour métaux à architecture ouverte. Cet équipement permet de caractériser le lit de poudre par radiographie et au moyen d'une caméra haute vitesse, mais l'appareil ne peut mesurer la compacité de la poudre.

Le produit à mettre au point dans le cadre de ce défi sera destiné aux universités et aux installations de R-D. L'équipement aura besoin d'un modèle plus sophistiqué permettant la modification de multiples paramètres et que l'on équipera d'instruments précis. Par ailleurs, on devrait pouvoir modifier aisément l'équipement en vue d'une utilisation plus vaste et d'être adopté par les exploitants d'imprimantes 3D et les fabricants de poudre.

## **STRATÉGIE D'ACQUISITION**

Il est prévu qu'un AP sera affiché sur le site Web Achats et ventes en janvier 2018. L'AP décrira les instructions de soumission des propositions ainsi que les procédures et critères d'évaluation en fonction desquels les propositions seront évaluées.