

Introduction

La fabrication additive par procédé CLAD® consiste à fondre localement, grâce à un laser de puissance, le substrat en même temps que le matériau d'apport qui est introduit sous forme de poudres métalliques. La superposition de cordons conduit à la construction d'une structure en 3 dimensions. Les matériaux à gradients de fonction sont des matériaux dont la composition chimique et les caractéristiques mécaniques varient graduellement au cours de la fabrication. Il est alors possible de réaliser des alliages sur mesure allant d'un alliage binaire jusqu'à des alliages bien plus complexes tels que les alliages haute entropie composés d'au moins 4 éléments chimiques.

1. Machine de fabrication additive

Ce procédé est utilisé pour la fabrication de pièces fonctionnelles, d'ébauches, la réparation ou encore l'ajout de fonctions

Avantages du procédé

- Excellente qualité métallurgique du matériau déposé
- Fabrication unitaire et petite série
- Pièces de grandes dimensions (jusqu'à 1500 x 800 x 800 mm)
- Vitesses de construction élevées (jusqu'à 250 cm³/h)
- Réalisation de pièces avec **gradient de matière (FGM)**
- Utilisation du « juste matière »



Fig.1: Buse et machine IREPA LASER, pièce FGM

2. Mise en place du dispositif d'injection différentielle

- Système d'alimentation des matériaux d'apport composé de 2 distributeurs de poudres
- Système d'homogénéisation du mélange des poudres avant injection sous le faisceau laser
- Gestion des gaz de transport des poudres en sortie de buse

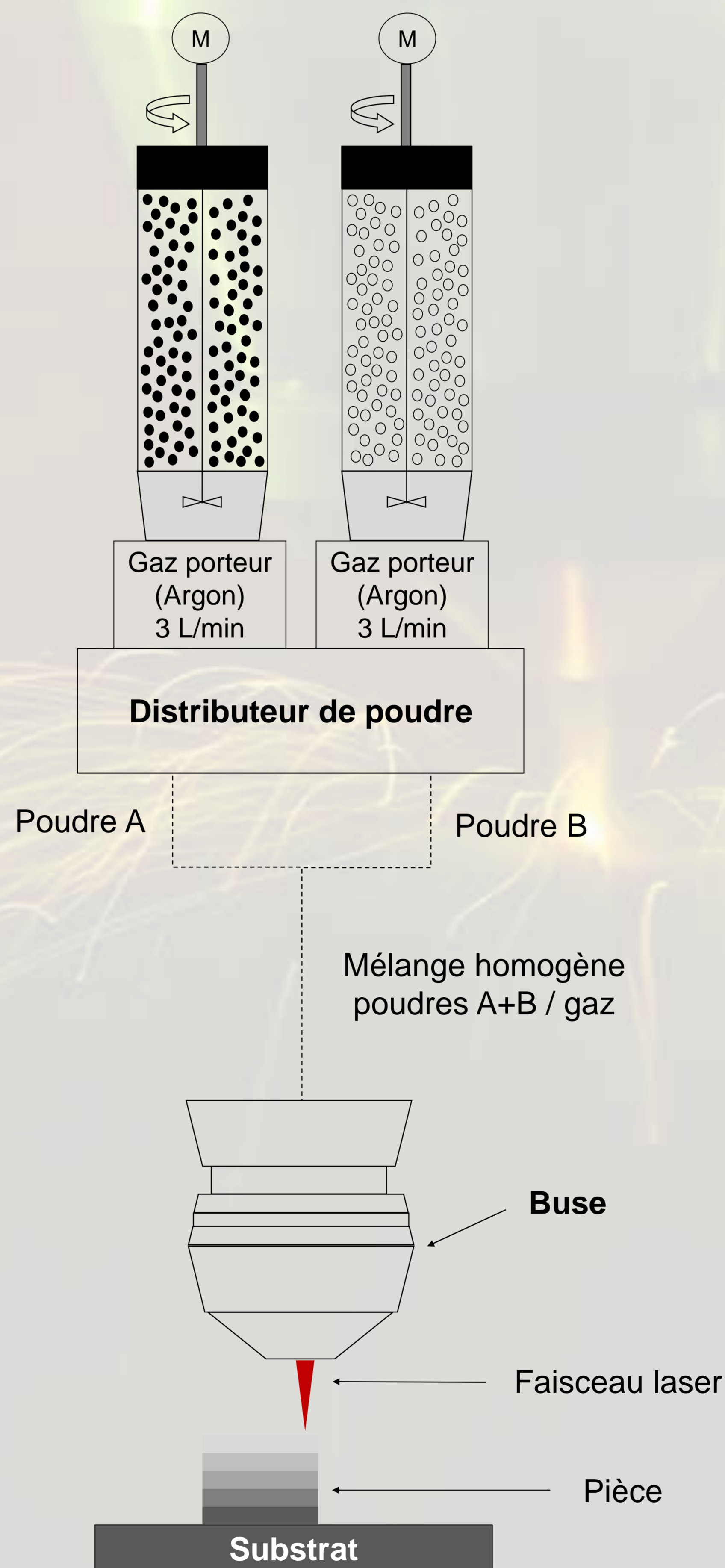


Fig.2: Disposition d'injection différentielle

3. Caractérisations mécaniques et microstructurales

- Fluctuation de la composition liée à la microstructure de la matrice
- Présence de particules infondues de molybdène

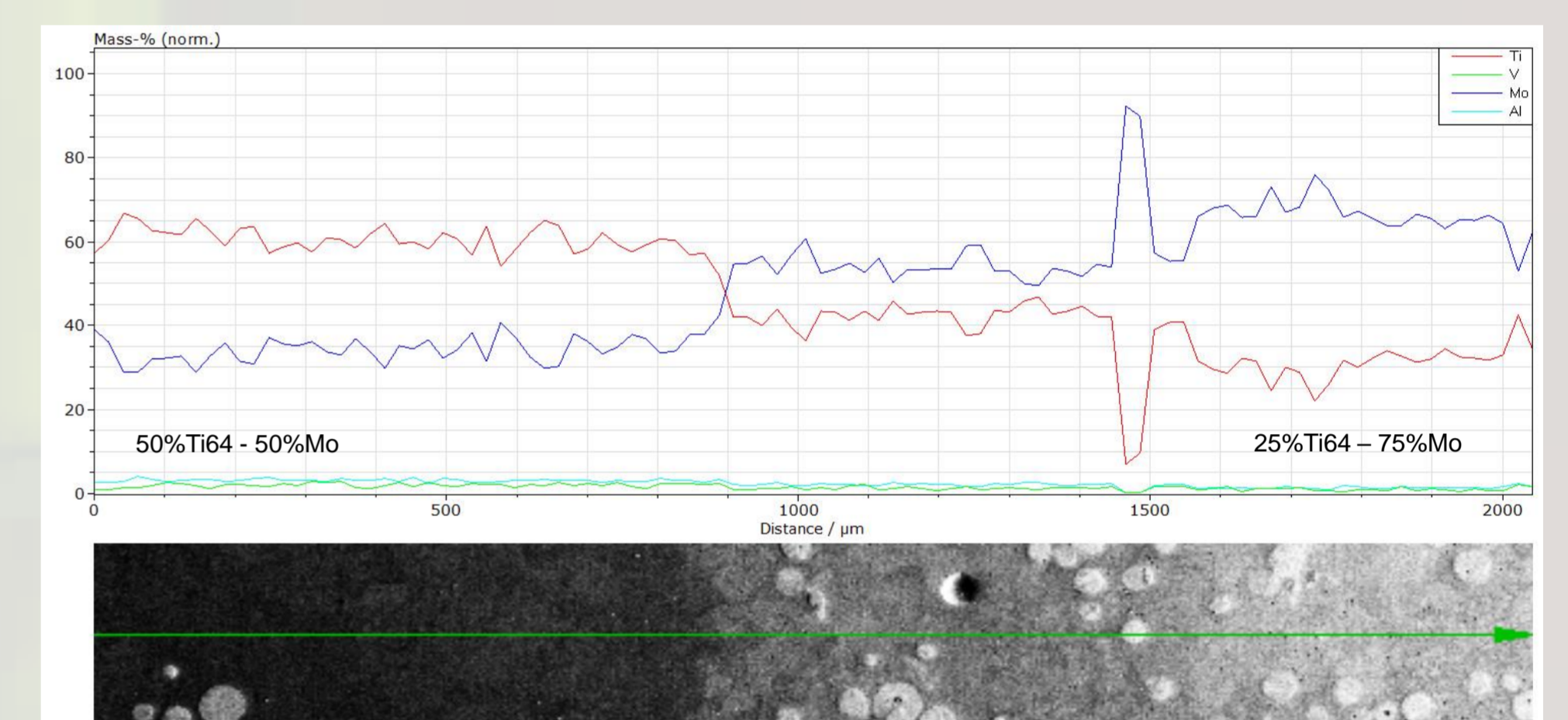


Fig.3: Analyse EDX à l'interface d'un échantillon Ti64-Mo

- Augmentation de la micro-dureté de 250 à 450 HV dès l'introduction du molybdène

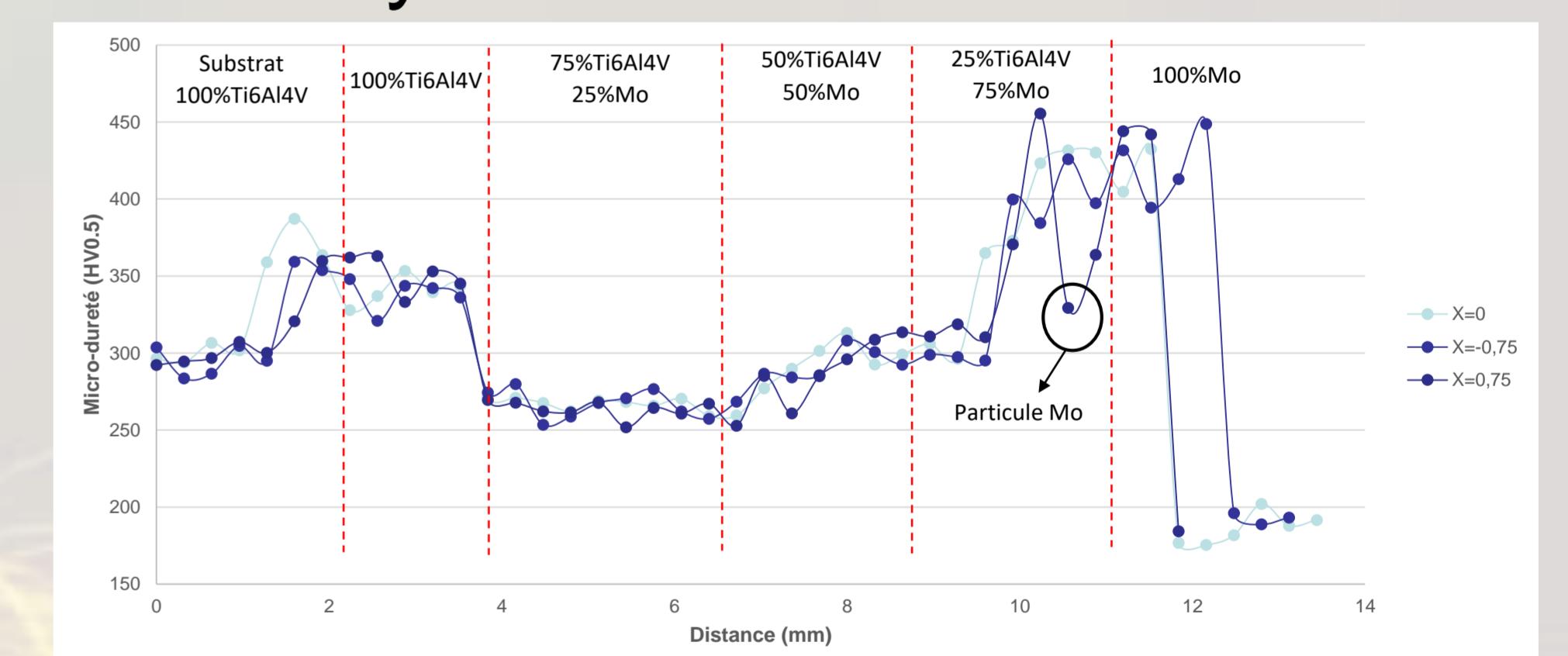


Fig.4: Variation de la micro-dureté le long de la construction

- Continuité des grains à l'interface entre deux compositions chimiques

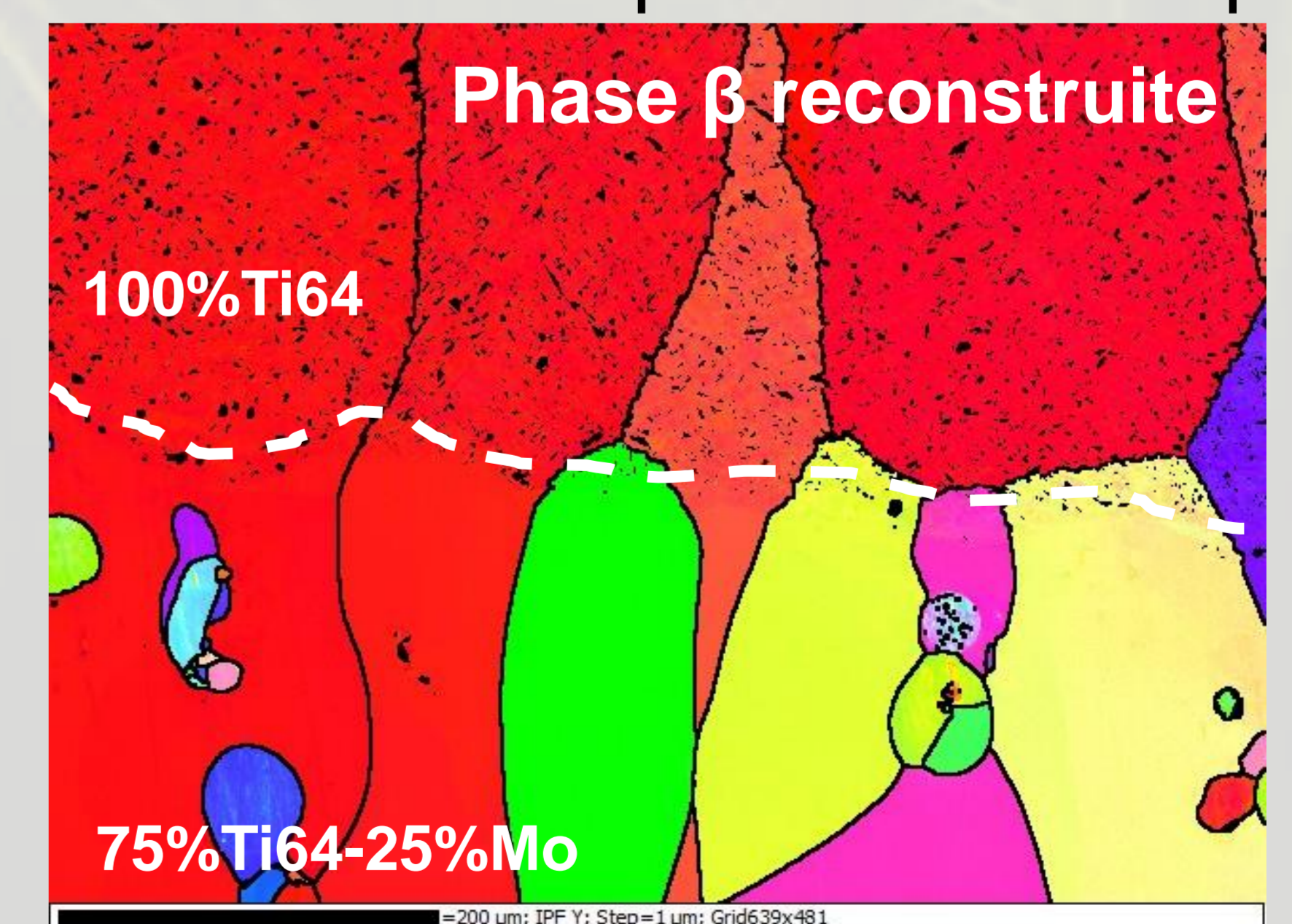


Fig.5: Carte EBSD à l'interface 100%Ti64 - 75%Ti64 25%Mo

Conclusion

Des murs de 2,8 mm de large et 5 gradients de composition chimiques ont été obtenus avec le procédé CLAD®. Les conditions opératoires restent à optimiser pour limiter la quantité de particules infondues dans le cas d'alliages faisant appel à des matériaux réfractaires (exemple du Ti64-Mo).