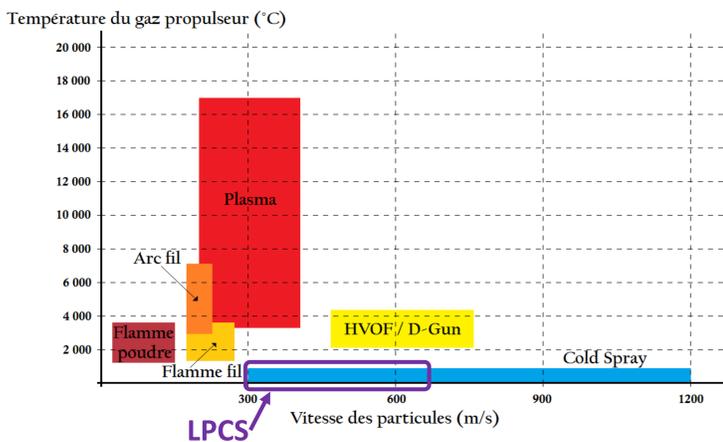


PROBLÉMATIQUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

Défi industriel : Dépôt métallique sur matériaux composites + amélioration des dépôts sur métaux

Applications : Protection de surfaces, fonctionnalisation (conductivité thermique et électrique), réparation, jonction métal/composite, esthétique,...



- Projection classique
=> Températures élevées
=> Destruction possible du substrat

Cold Spray Basse Pression (LPCS = Low Pressure Cold Spray)

- Préparation de surface
=> Sablage
=> Manque de contrôle, pollution, bruit

Texturation laser (nano et picoseconde)

Objectifs

- Développement et caractérisation d'un procédé LPCS assisté par laser
- Dépôts métalliques (cuivre) sur matériaux composites PEEK/Fibres de carbone pour l'aéronautique

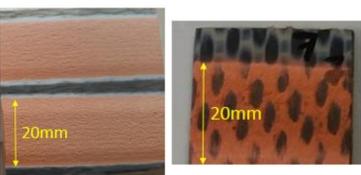
Projet Européen EMLACS (Efficient Manufacturing of Laser Assisted Colds-Sprayed components)

MÉTHODES : APPROCHE, OUTILS, DÉVELOPPEMENT

APPROCHE EXPERIMENTALE

Substrats : Aluminium AW5083 et composites PEEK/Carbone
Poudres : Cuivre, Cuivre-Alumine
Gaz propulseur : 0°C à 600°C, 5-7 bars, 300-500 m/s

Adhésion : Déformation plastique des particules (non fondues) à l'impact avec la surface



Dépôts Cold Spray de cuivre sur Aluminium AW5083 et composite PEEK/Carbone

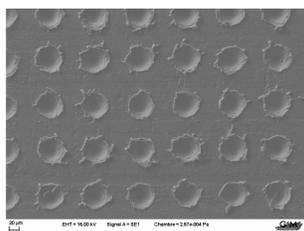
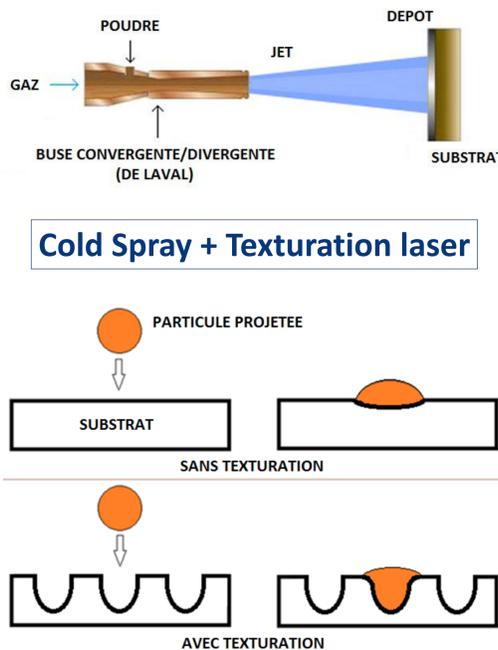


Image MEB d'une texturation laser réalisée sur Aluminium AW5083



APPROCHE NUMERIQUE

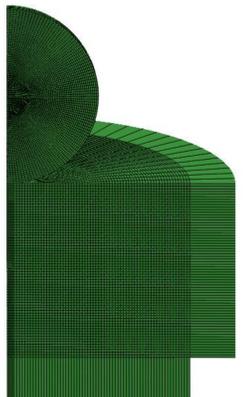
Modélisation **Abaqus/Explicit** de l'impact d'une particule

Equation d'état de **Mie-Grüneisen** (réponse élastique)

$$p - p_H = \Gamma \rho (E_m - E_H)$$

Modèle de plasticité de **Johnson-Cook**

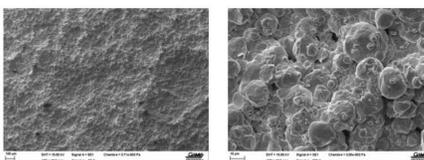
$$\sigma = [A + B \epsilon_p^n] \left[1 + C \ln \left(\frac{\dot{\epsilon}_p}{\dot{\epsilon}_0} \right) \right] [1 - (T^*)^m]$$



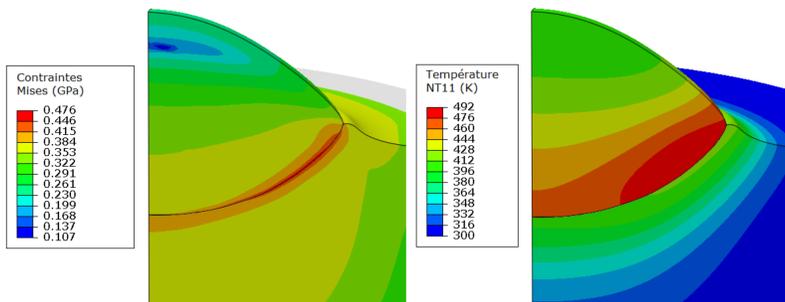
RÉSULTATS

	Référence	Texturation 1	Texturation 2	Texturation 3	Texturation 4	Texturation 5	Texturation 6
Adhérence (MPa)	10,8	17,2 (+60%)	16,3 (+51%)	13,4 (+24%)	19,9 (+84%)	22,2 (+105%)	14,8 (+37%)
Ecart-type	1,6	3,5	3,9	1,2	0,9	0,8	2,1

Caractérisation mécanique par essais de traction adhérence (Pull-Off Test)



Observation MEB d'un dépôt de cuivre sur aluminium



Analyse DRX des contraintes résiduelles dans un dépôt une fois que la simulation comprendra plusieurs particules impactées

Particule de cuivre (20µm) sur un substrat Aluminium à 350 m/s (durée de l'impact : 42 ns)

CONCLUSIONS

- Texturation laser validée** pour améliorer l'adhérence des dépôts (jusqu'à +105%)
- Premiers dépôts** (fins) de cuivre obtenus sur des composites PEEK/Carbone
- Modèle numérique 3D** en développement

PERSPECTIVES

- Modification de la surface des composites** (épaisseur de matrice) pour améliorer le dépôt
- Nouvelles géométries** de texturation en phase de test
- Etude des **contraintes résiduelles** dans un dépôt par DRX
- Intégration des **trous de texturation** dans la simulation Abaqus + **simulation multi-particules**

PARTENARIAT

- Laboratoire IRTES – LERMPS (UTBM)
- CLFA Fraunhofer ILT
- Industrial Laser Systems
- Edgewave
- Dycomet

