

# « Techniques innovantes de mise en forme 3D et de frittage des matériaux céramiques »

une co-organisation du GFC  
et des opérateurs du projet TECH2FAB (Interreg V – FWVL)

Maryse DEMUYNCK – BCRC-CRIBC, Mons (Belgique)



## Objectif

Accélération du processus d'adoption et de transfert de technologies avant-gardistes dans le domaine:

- des traitements de surface par voie sèche
- des technologies de fabrication alternatives de matériaux céramiques et composites
- des technologies de consolidation par frittage

## Intérêt pour les entreprises de la zone frontalière ?

- Besoin de solutions innovantes aux problèmes et défis technologiques
- Technos parfois perçues comme complexes et/ou inabordables
- Indicateurs R&D et innovation en retrait par rapport aux moyennes nationales

## Outputs attendus

- Offrir aux entreprises de la zone un panel de technologies élargi/enrichi
  - du fait de l'association des ressources complémentaires des opérateurs
  - dans une zone de proximité géographique appréciable
- Sensibiliser les entreprises de la zone
  - au potentiel des technologies de chaque UD dans leur niche de marché
  - en utilisant l'opérateur "natif" pour introduire l'opérateur "étranger"
- Démystifier ces technologies perçues comme complexes et/ou inabordables pour une PME
- Adapter l'offre technologique du marché
  - aux spécificités des entreprises de la zone
  - en privilégiant le travail collaboratif transfrontalier
- Nouer des partenariats durables entre opérateurs et entreprises de la zone
  - afin d'accélérer le processus d'adoption de technologies avant-gardistes par ces dernières.



# Unités de démonstration technologique

## UD 1 : Traitements de surface par voie sèche (sous-vide et plasma)

- Complémentarité point de vue upscaling
- Technologies à l'échelle laboratoire et semi-pilote (Materia Nova)
- Technologies à l'échelle pilote (CRITT-MDTS)

## UD2 : Technologies de fabrication alternatives de matériaux céramiques et composites (additives, soustractives et hybrides)

- Complémentarité équipements
- Technologies laser – hybrides/additives-soustractives (CRIBC)
- Stéréolithographie (UVHC)

## UD3 : Technologies de consolidation par frittage

- Complémentarité équipements
- SPS et frittage flash (CRIBC)
- Micro-onde (UVHC)

# Traitements de surface par voie sèche

## Technologie plasma sous-vide et atmosphérique, implantation ionique

- Opérateurs: Materia Nova et le CRITT-MDTS
- Surface = media par lequel un objet interagit avec le monde extérieur
- Interactions diverses: couleur, résistance à l'usure ou à l'impact, affinité avec les liquides ou les gaz, ...
- Modification contrôlée de la surface d'un objet = contrôle de ses interactions avec le monde extérieur
- Exemples:
  - Diminution ou promotion des interactions déjà existantes
  - Apport de nouvelles fonctionnalités → nouvelles interactions
- Actuellement: modifications par ajout, à la surface de l'objet, d'un matériau sous forme de couches minces présentant des propriétés adéquates pour obtenir l'interaction souhaitée
- Technologies plasmas = procédés verts (aucun solvants, rejets très faibles et non toxiques)

# Traitements de surface par voie sèche

## Moyens techniques et compétences

- Plasma atmosphérique
  - Fonctionnalisation, préparation (contrôle de l'énergie de surface)
  - Dépôt de couches organométalliques (SiOx, SiCOx)
  - Métallisation des polymères
- Plasma sous-vide
  - Dépôt de couches hautes qualités pour application tribologique.
  - Dépôt de couches décorative et optique
- Implantation ionique
  - Modification de la tribologie des surfaces sans dépôts (dureté, anti-friction, résistance à l'usure) des métaux, polymères et céramiques

## Moyens d'analyses

- Analyses chimiques (XPS, SIMS, ICP), microscopie et imagerie (SEM, SEM-FEG, TEM, DRX, XRF), tribologie



# Technologies de fabrication alternatives

## Technologies additives, soustractives et hybrides

- Opérateurs: CRIBC et UVHC-LMCPA
- Objectif : mise en forme d'objets céramiques de géométrie complexe par des procédés innovants ou exotiques (fabrication additive ou hybride)
- Exemples :
  - Implants céramiques biocompatibles,
  - Dentisterie (prothèses),
  - Pièces d'horlogerie et de joaillerie,
  - ...
- Les technologies additives et hybrides offrent des avantages significatifs par rapport aux approches conventionnelles (liberté de design, complexité géométrique ...).
- Elles exploitent de manière rationnelle les matières premières et permettent leur recyclage.



# Technologies de fabrication alternatives

## Moyens techniques et compétences

- Usinage hybride soustractif (Fraisage + Laser)
  - Prototypage rapide de pièces techniques céramiques (alumine, zircone, WC/Co...) par usinage en cru 5 axes
- Fabrication additive directe :
  - Réalisation de moules de fonderie en alumine
    - Fusion sélective par laser (SLM)
- Fabrication additive indirecte :
  - Mise en forme d'objets 3D en céramique technique
    - Impression 3D hybride (Binder Jetting & reprise laser)
    - Robocasting hybride (Extrusion & reprise mécanique)
    - Stéréolithographie

## Moyens d'analyses

- Analyses chimiques (ICP, XRF), rugosimétrie sans contact, imagerie (SEM, confocale...), ...

## Technologies de frittage assisté par champ électrique/magnétique

- Opérateurs: CRIBC et UVHC-LMCPA
- Objectif: Benchmark des technologies de frittage assisté par champ électrique (SPS / flash) ou magnétique (micro-ondes)
- Technologies dont les avantages sont reconnus mais qui présentent certaines limitations (non-rédhibitoires)
- Exemples :
  - Cycles thermiques plus courts et températures plus faibles (effets positifs sur microstructure et propriétés finales des matériaux)  
Mais apparition de gradients thermiques
  - Applicables à bon nombre de matériaux (isolants / conducteurs)
  - Densification de pièces de formes complexes
  - Matériaux transparents
  - Modélisation du frittage

## Moyens techniques et compétences

- Frittage SPS / FAST
  - Frittage rapide par pressage uniaxial et chauffage par effet Joule
  - Matériaux céramiques, métalliques ou composites (conducteurs ou isolants)
- Frittage flash (en développement)
  - Frittage rapide (instantané) sous l'effet d'un champ électrique important
  - Frittage sans charge de matériaux céramiques
- Frittage micro-ondes
  - Frittage rapide sous l'effet d'un champ magnétique
  - Frittage de matériaux céramiques ou composites
  - Applicable aux matériaux conducteurs et isolants

## Moyens d'analyses

- Analyses chimiques et minéralogiques (XRF, ICP, XRD, EDX), analyses de microstructure et imagerie (MEB-EDX, microscopie), propriétés physiques (élasticité, tests mécaniques, conductivité, dureté, ... ), comportement frittage

# Programme de la journée

## Matinée

- 10:00 – 10:10 Accueil - Mr le Maire de Maubeuge et de la Présidence de l'UVHC
- 10:10 – 10:25 Présentation générale du projet Tech2Fab (Interreg V – FWVL)  
*Maryse Demuynck - BCRC - Mons*
- 10:25 – 10:45 **Evolution technologique du frittage**  
*Maryse Demuynck - BCRC - Mons*
- 10:45 – 11:05 **Frittage par micro-ondes**  
*Anthony Thuault - LMCPA – Maubeuge*
- 11:05 – 11:35 **Field Assisted Sintering Techniques – SPS et frittage flash**  
*Jean-Pierre Erauw - BCRC – Mons*
- 11:35 – 11:55 **Développement des applications industrielles du chauffage par micro-ondes**  
*Etienne Savary – Innovonde*
- 12:25 – 14:00 Déjeuner à la Mairie de Maubeuge (salle Jean Jaurès)

# Programme de la journée

## Après-midi

- 14:00 – 14:20 Procédés de prototypage appliqués aux céramiques  
*Fabrice Petit - BCRC - Mons*
- 14:20 – 14:40 Stéréolithographie - *Jean-Christophe Hornez - LMCPA - Maubeuge*
- 14:40 – 15:00 Fabrication hybride - *Enrique Juste - BCRC – Mons*
- 15:00 – 15:20 Frittage sélectif par laser (SLS) – Fusion sélective par laser (SLM)  
*Geoffroy Bister – BCRC - Mons*
- 15:20 – 15:40 Fabrication additive de substituts osseux  
*Grégory Nolens - Cerhum - Liège*
- 15:40 – 15:50 Pôle de compétitivité Matikem / Procédé innovant M.O.L.I.N.A  
*Frédéric Merle - Matikem*
- 15:50 – 16:00 Faciliter la mise en réseau des acteurs de la fabrication additive  
*David Ferron - Club Impression 3D et fabrication additive Hauts-de-France*
- 16:00 – 16:20 FabLab : Just Make It !  
*Anthonin Demarbaix - Faculté Polytechnique de Mons*

# Programme de la journée

## Fin de journée (visites sur inscription)

- 16:50 – 17:50 Plateformes frittage par micro-ondes et impression 3D (stéréolithographie)

*LMCPA - Pôle Universitaire de Maubeuge*

*Boulevard Charles de Gaulle, 59600 Maubeuge - France*

OU

- 17:20 – 18:20 Plateformes frittage SPS et mise en forme additive (SLS, SLM) et hybride

*BCRC - 4, avenue du Gouverneur Cornez, 7000 Mons - Belgique*

## Dates à retenir – Ateliers de démonstration (infos à suivre)

- Jeudi 28/09 – UD1 – CRITT-MDTS
- Jeudi 19/10 – UD3 – UVHC
- Jeudi 16/11 – UD2 – CRIBC

Pour plus d'informations sur le projet  
TECH2FAB ou sur nos UD, visitez:  
[www.tech2fab.eu](http://www.tech2fab.eu)



**CRIBC (chef de file)**

info@bcrc.be  
www.bcrc.be  
Mons  
+32 (0)65 40 34 34



**Materia Nova**

tech2fab@materianova.be  
www.materianova.be  
Mons  
+32 (0) 65 55 49 02



**UVHC-LMCPA**

tech2fab@univ-valenciennes.fr  
www.univ-valenciennes.fr  
Maubeuge  
+33 (0) 3 27 51 16 76



**CRITT-MDTS**

tech2fab@critt-mdts.com  
www.critt-mdts.com  
Charleville-Mézières  
+33 (0) 3 24 37 89 89



**Matikem**

contact@matikem.com  
www.matikem.com  
Villeneuve d'Ascq  
+ 33 3 61 76 02 45



**POM Oost-Vlaanderen**

info@pomov.be  
www.pomov.be  
Gent  
+32 (0) 9 267 86 33



**Wallonie**

