



ANF Fab3D métallique

Procédés de dépôts plasma et laser par fil fondu pour l'impression métallique 3D (WAAM et WLAM)

Bourges, 24-25-26 novembre 2025

 COMSOL

 MATEX

 Cemhiti

 PRISME
Technologie Plasmatisée de l'Additivité
Imprimante des Terrains; Métallique, Émergente



 iRDL
Institut de Recherche Dupuy de Lôme
UHR CNRS 6027

 Réseau
Plasmas
Froids

 GREMI //

 CNRS

 Université
d'ORLÉANS



ANF Fab Add Métallique

Présentation

La formation “Procédés de dépôts plasma et laser par fil fondu pour l'impression métallique 3D (WAAM et WLAM)” vise à les technologies émergentes de fabrication additive métallique, en se concentrant sur les procédés WAAM (Wire and Arc Additive Manufacturing) et WLAM (Wire Laser Additive Manufacturing).

Elle aborde les défis scientifiques et techniques de ces technologies, notamment la maîtrise des procédés, l'optimisation des matériaux, l'amélioration des machines, et les aspects réglementaires et sécuritaires.

Le programme est organisé selon les axes suivants:

- Axe 1 : Approche fondamentale : compréhension des phénomènes mis en jeux.
- Axe 2 : Démarche de conception en WAAM/WLAM.
- Axe 3 : Maîtrise du contrôle des pièces, Post-traitement, Retour d'Expérience (REX).
- Axe 4 : Enjeux techniques et sociétaux.

La formation vise également à favoriser les échanges entre différentes communautés de chercheurs et à initier des collaborations pour le développement et l'application de ces procédés innovants.



ANF Fab Add Métallique

Un tour de table ?



- Groupe WhatsApp: **ANF FabAdd**
- En cas de problème: **S.Pellerin, 02 48 27 27 42**



ANF Fab3D Métallique, Bourges, 2025

3



ANF Fab Add Métallique

Les intervenants

M. ALLAUME Pierre-Sylvain, GREMI, Université d'Orléans/CNRS
M. AUGUSTE Pierre, PRINTING Bourges
M. BALIDAS Antoine, Université de Rennes
M. BOLOT Rodolphe, Le Creusot
M. CADIOU Stephen, IRDL, Université de Bretagne Sud (Lorient)
M. DURAND Mathieu, PRINTING Bourges
M. HUGHES Jonathan, MBDA, Bourges
M. LORINET Quentin, PRINTING Bourges
M. MEGEMONT Mathieu, PRINTING Bourges
Mme PELLERIN Nadia, CEMHTI, Université d'Orléans/CNRS (site de Bourges)

M. PELLERIN Stéphane, GREMI, Université d'Orléans/CNRS (site de Bourges)
M. PLAISANT Camille, PRINTING Bourges
M. POISSON Gérard, PRISME, Université d'Orléans (site de Bourges)
M. RABAT Hervé, GREMI, Université d'Orléans/CNRS
M. RAUCH Mathieu, GEM, Université de Nantes / Ecole Centrale Nantes
M. RUDZ Steve, GREMI, Université d'Orléans/CNRS (site de Bourges)
M. SEMMAR Nadjib, GREMI, Université d'Orléans/CNRS
M. TOURNIER Christophe, Gif sur Yvette
M. WARTEL Maxime, GREMI, Université d'Orléans/CNRS (site de Bourges)
....



[ANF Fabb Add | Réunion-Joindre | Microsoft Teams](#)



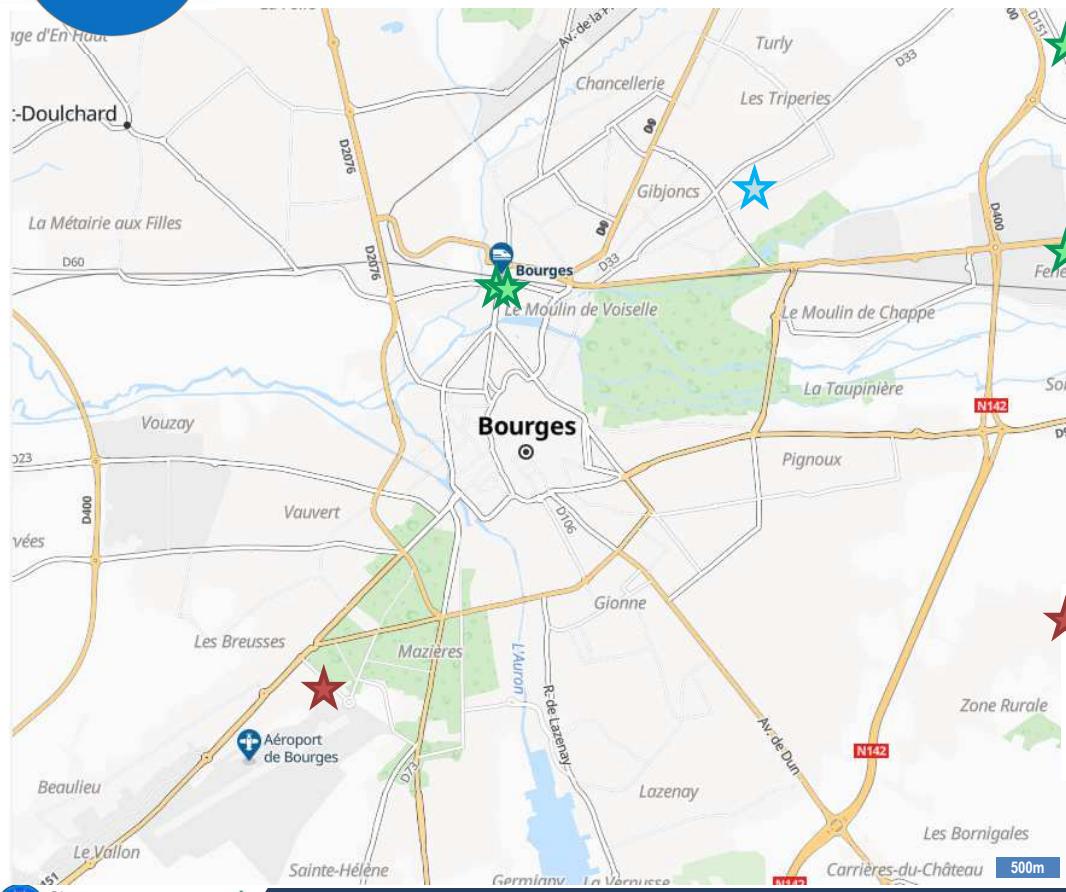
ANF Fab3D Métallique, Bourges, 2025

4



ANF Fab Add Métallique

Info pratiques



LIEU D'HEBERGEMENT:
Hôtel The Originals Access
 2 Pl. du Général Leclerc
 18000 BOURGES

DINERS (et Petit Dej):
Made In Café
 3 Pl. du Général Leclerc
 18000 BOURGES

LIEU DE LA FORMATION:
PRINTING Bourges
 10 rue Joseph le Brix
 18000 BOURGES



ANF Fab3D Métallique, Bourges, 2025

5

ANF Fab Add Métallique

Le Planning



Planning

v12	Lundi	Mardi	Mercredi	v11
8H00				8H00
8h30	ATELIER	Risques / Sécurité (WAAM/WLAM - laser) S. RUDZ, GREMI		8h30
9h00		Modélisation en WAAM S. CADIOU, IRDL	Introduction au post-traitement & Enjeux Les différentes solutions de finition, parachèvement M. MEGEMONT, PRINTING Bourges	9h00
9h30	COURS	PAUSE	« Durabilité » du procédé : impact environnemental! A. BALIDAS, ENS-RENNES	9h30
10h00		Etude de cas: Optimisation topologique d'une pièce de structure (Grp1) C. PLAISANT, PRINTING Bourges	PAUSE	10h00
10h30	ENJEUX SOCIETAUX	Introduction à la modélisation des transferts thermiques / WAAM (Grp2) S. CADIOU, IRDL	Démonstration sur machine / WAAM (Grp1) Q. LORINET, PRINTING Bourges	10h30
11h00			Cinétique thermique en WLAM(Grp2) N. SEMMAR, P.-S. ALLAUME & H. RABAT, GREMI	11h00
11h30		Déjeuner: Plateaux-repas		11h30
12h00	Accueil		Démonstration sur machine / WAAM (Grp2) Q. LORINET, PRINTING Bourges	12h00
12h30	Déjeuner: Plateaux repas		Cinétique thermique en WLAM(Grp1) N. SEMMAR, P.-S. ALLAUME & H. RABAT, GREMI	12h30
13h00	INTRODUCTION FORMATION	Introduction au contrôle des pièces & Facteurs d'influence M. RAUCH, GeM	Applications WAAM WLAM : retour d'expériences J. HUGHES, MBDA (?)	13h00
13h30	Introduction aux technologies de dépôt métallique par laser et plasma S. PELLERIN, GREMI / AAE, Q.LORINET, PRINTING	Etude de cas: Optimisation topologique d'une pièce de structure (Grp2) C. PLAISANT, PRINTING Bourges	Table ronde / Echanges N. PELLERIN, CEMHTI	13h30
14h00		Introduction à la modélisation des transferts thermiques / WAAM (Grp1) S. CADIOU, IRDL	CONCLUSION FORMATION	14h00
14h30	Introduction aux plasmas / App. au WAAM S. PELLERIN, GREMI / AAE	PAUSE		14h30
15h00				15h00
15h30	Présentation générale WAAM / WLAM R.BOLOT, LTm-ICB	Monitoring et Analyse Plasma (spectroscopie optique d'émission) M. WARTEL, GREMI		15h30
16h00	PAUSE			16h00
16h30	Présentation générale WAAM / WLAM R. BOLOT, LTm-ICB	Introduction à la robotique/cobotique G. POISSON, PRISME		16h30
17h00	Démarche de choix et Règles de conception pour la FA métallique P. AUGUSTE, PRINTING Bourges			17h00
17h30	Gestion des trajectoires C. TOURNIER, LURPA			17h30
18h00				18h00
19h30	Diner	Diner amélioré		



ANF Fab3D Métallique, Bourges, 2025

6

Le GREMI

Présentation du Labo

Novembre 2025

Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés
14 rue d'Issoudun 45067 Orléans Cedex 2 France

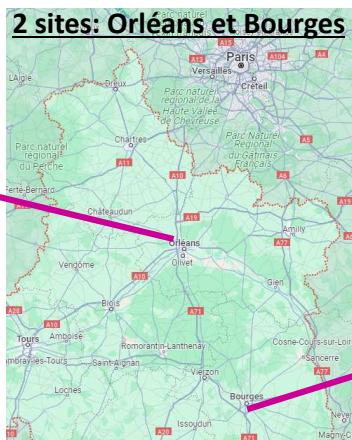


Le GREMI

Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés



Orléans, Bat. Polytech, 2000 m²



Bourges, Bat. Site IUT, 300 m²



Unité mixte CNRS-Université d'Orléans (UMR 7344)
Institut CNRS Ingénierie, DR08

<https://www.univ-orleans.fr/fr/gremi>
Directeur : Stéphane PELLERIN

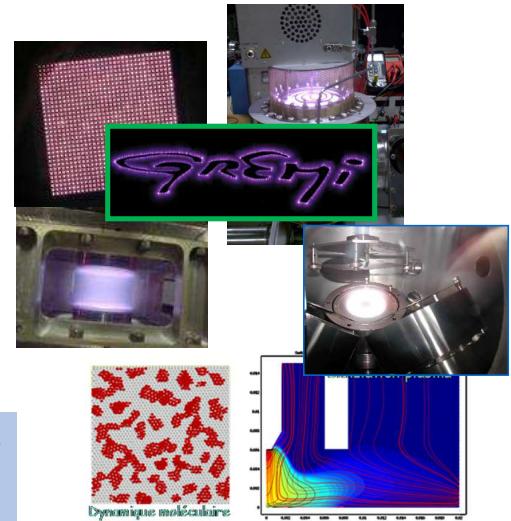
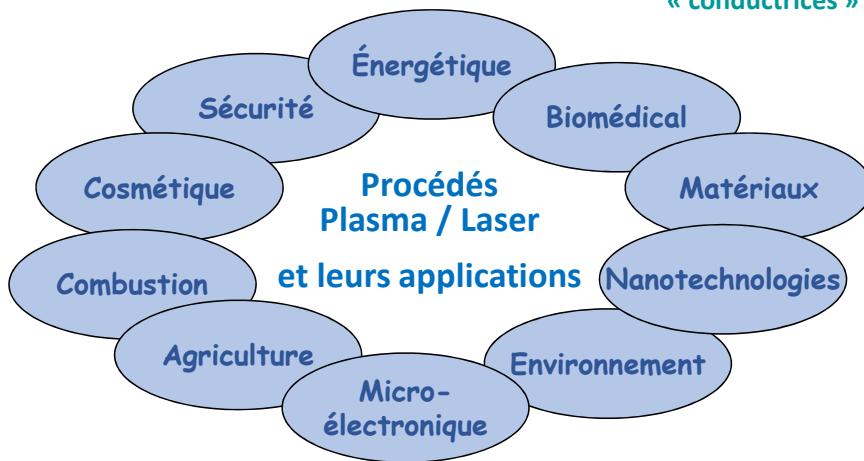
Environ 70 personnes :
40 permanents (7 à Bgs)
30 non-permanents (3 à Bgs)





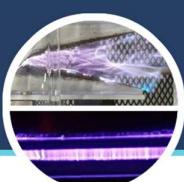
Les décharges, plasmas, lasers comme « transformateurs d'énergie »

→ Exploitation des propriétés thermiques, réactives, radiatives et « conductrices » des plasmas pour diverses applications



Recherches à fort caractère expérimental, avec appui des simulations et/ou modélisations des mécanismes élémentaires et/ou des procédés.

Recherches pluridisciplinaires, en lien fort avec les applications, mais avec étude au niveau fondamental pour comprendre et donc contrôler.



Le GREMI

Physico-chimie, sources et app. des plasmas et lasers



Procédés plasmas et laser

Plasmas BP, HP, arcs, sources d'ions, lasers ns ps fs ...



Interaction plasma (laser)/surface
Croissance de nanomatériaux
Réactivité de surface
Science des dispositifs

Interaction plasma (laser)/surface
Physico-chimie des gaz et des plasmas
Physico-chimie des liquides
Claquages électriques, Plasmas induits par laser

Axe BP

Plasmas & Lasers Basse Pression

- Gravure / Microfabrication
- Pulvérisation plasma
- Synthèse / Fonctionnalisation
- Ablation laser

Axe HP

Plasmas & Lasers Haute Pression

- Interactions PL avec surfaces
- Interaction PL avec les fluides
- Plasmas thermiques
- Structuration/Traitement laser des surfaces

Axe Transversal: Diagnostics, Simulations & Outils numériques

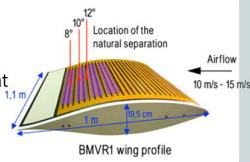
ODD: Environnement; Santé, Bien-être & Sécurité, Transformations numérique & industrielle





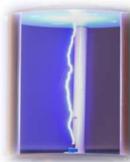
✓ Conversion, gestion de l'énergie

- Matériaux pour les PAC (SOFC, PEMFC), batteries, cellules photovoltaïques, thermoélectricité
- Actionneurs plasma pour le contrôle d'écoulement
- Amélioration de la combustion (stabilisation de flammes par plasma)
- Allumage assisté par plasma (laser, décharge)
- Valorisation des gaz, Hydrogène



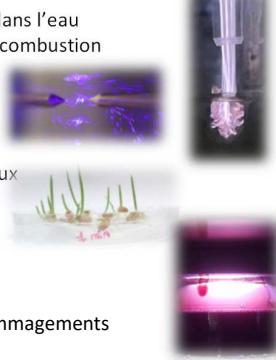
✓ Qualité, fiabilité et sécurité des systèmes

- Matériaux dans des conditions dites extrêmes (MATEX)
- Arcs électriques et ouverture contacts
- Foudre/structures composites
- Déflagration/détonation de mélanges combustibles



✓ Protection de l'environnement

- Traitement des résidus médicamenteux dans l'eau
- Réduction de l'émission de polluants par combustion assistée
- Dépollution par plasma
- Eau activée par plasma
- Traitement de semences par plasma
- Elaboration de capteurs environnementaux
- Microfluidique pour la géologie



✓ Micro-électronique

- Gravure du Ti pour application médicale
- Gravure de matériaux poreux sans endommagements
- Technologies MEMS/NEMS



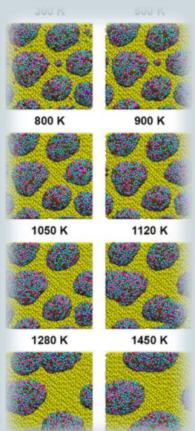
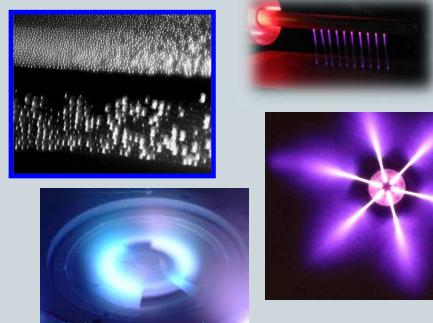
✓ Amélioration des procédés industriels: coût, sécurité, dd...

- Surfaces fonctionnelles et matériaux nanocomposites
- Structuration et traitement de surface par laser



✓ Biologie/Bio-médical

- Traitement cellules cancéreuses par jet plasma
- Diffusion de produits cosmétiques dans la peau assistée par plasma
- Extraction de produits par plasma/laser
- Stérilisation de surfaces, poches par plasmas
- Traitement plasma anti-biofouling
- Couches minces anti-bactériennes
- Elaboration de bio-capteurs



✓ Métrologie, Diagnostic

- Banc de photoluminescence/matières pour le « Random Lasing »
- Pyro/Rélectro-métrie rapide et ZT meter (thermoélectricité)
- Croissance, caractérisation et détection des nanoparticules
- Claquage laser pour l'analyse (LIBS)
- Spectroscopie Optique d'Emission, Diagnostics laser



(10 salles d'expériences, 2 plateformes expérimentales)

Matériels

- ✓ Sources plasma BP, HP, et alimentations
 - Magnétron, Glidarc, DBD, Arcs, Jet plasma etc.
- ✓ Lasers ns, ps, fs.
- ✓ Diagnostics plasma/phase gazeuse:
 - Spectroscopies, Sonde de Langmuir, Analyseurs d'énergie, FTIR, Chromatographie.
- ✓ Caractérisation des matériaux:
 - MEB, AFM, DRX, FTIR etc.
 - Morphologie
- ✓ Bancs de caractérisation
 - Rélectométrie IR, ZTmeter, photoluminescence,
 - Métrologie des poudres, mesures électriques.



Salle propre (C²P²L)

- ✓ Dépot de couches minces et gravure
- ✓ Caractérisation matériaux
- ✓ Photo-lithographie et inkjet
- ✓ Traitements thermiques



Simulation / Modélisation

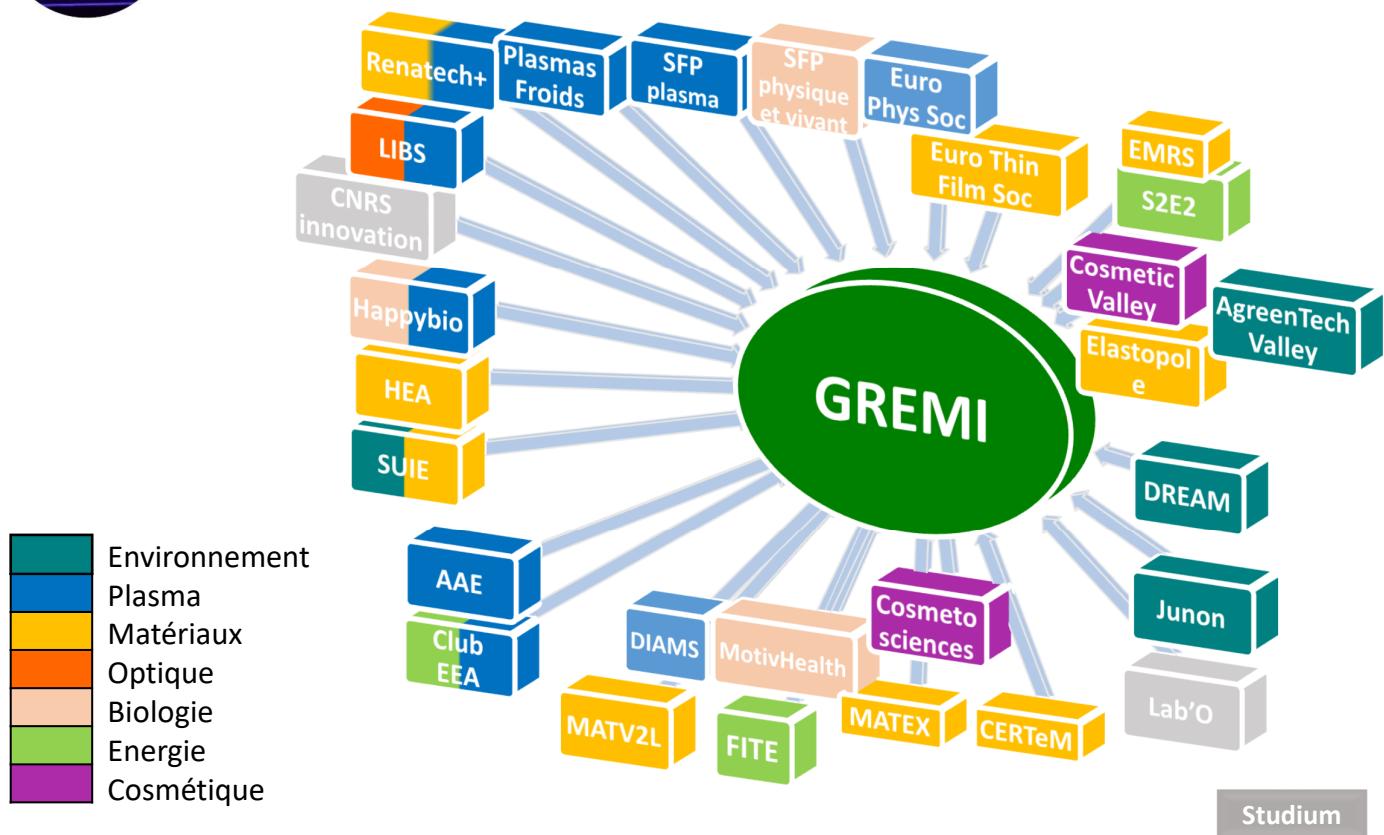
- ✓ Moyens de calcul et codes de simulation

Plateforme Laser femto-seconde

- ✓ Micro-découpe, micro-usinage
- ✓ Gravure, modification de surface



Salle « Bio »



Des questions





Merci pour votre attention !