



## 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



## ANF Fab Add Métallique

### Présentation

La formation “Procédés de dépôts plasma et laser par fil fondu pour l’impression métallique 3D (WAMM 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.



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



# 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

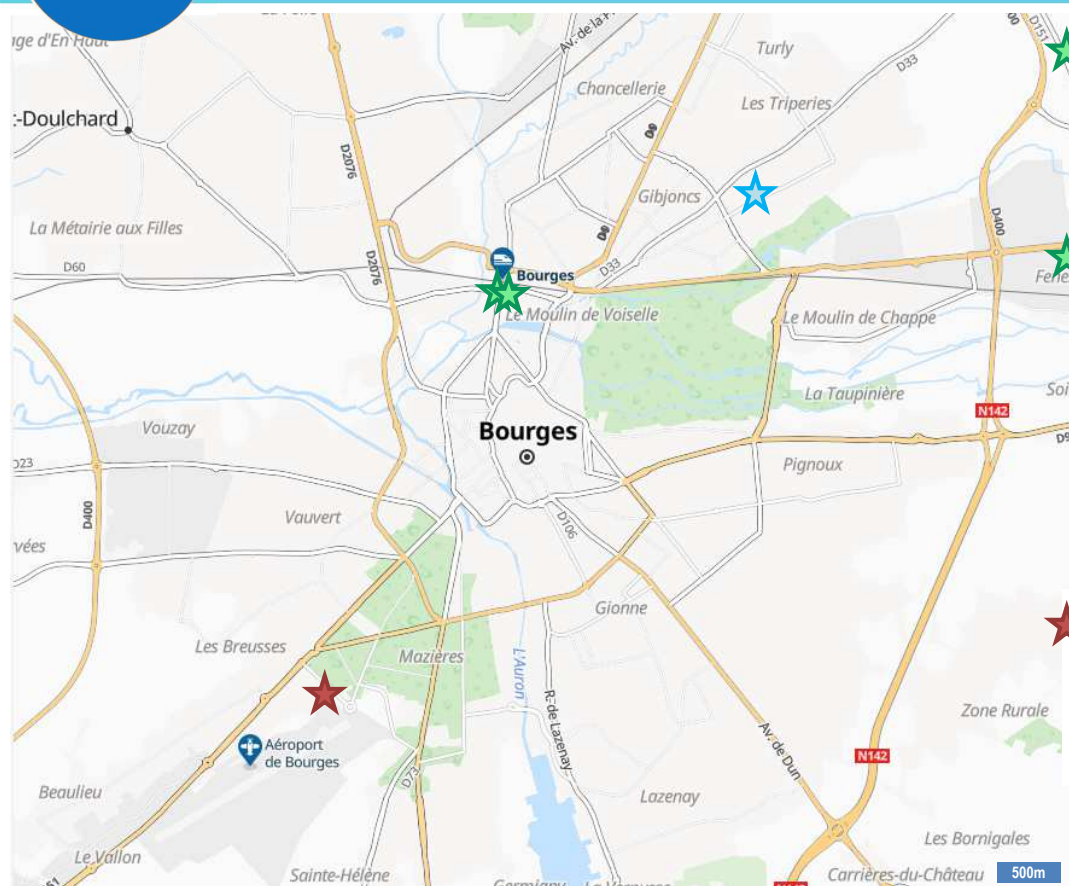
M. TOURNIER Christophe, Gif sur Yvette

M. WARTEL Maxime, GREMI, Université d'Orléans/CNRS (site de Bourges)

....







## ★ 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



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

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

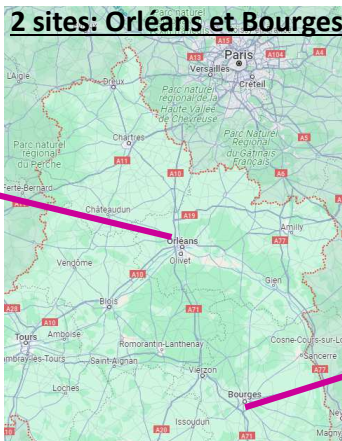
### Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés



Orléans, Bat. Polytech, 2000 m<sup>2</sup>



2 sites: Orléans et Bourges



Bourges, Bat. Site IUT, 300 m<sup>2</sup>



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

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



GREMI - Groupe de Recherches sur l'Energétique des Milieux Ionisés

**Environ 70 personnes :**

40 permanents (7 à Bgs)

30 non-permanents (3 à Bgs)

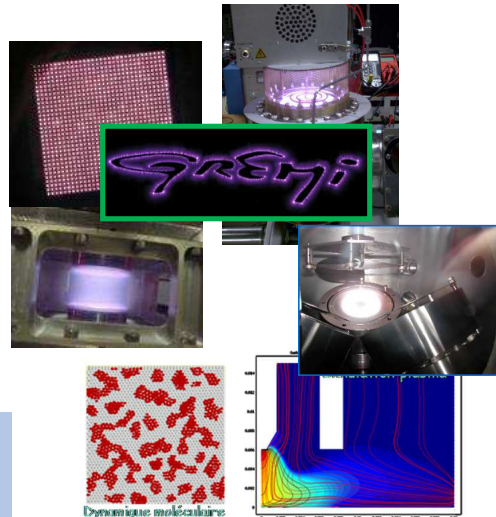
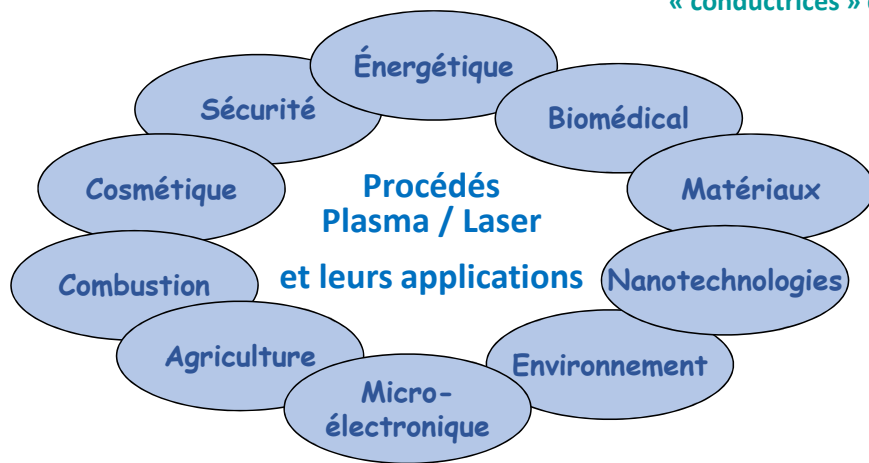






Les décharges, plasmas, lasers comme « transformateurs d'énergie »

→ 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.



### 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

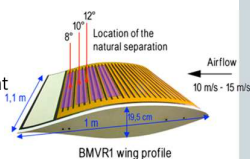
Axe Transversal: **Diagnostics, Simulations & Outils numériques**





## ✓ 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



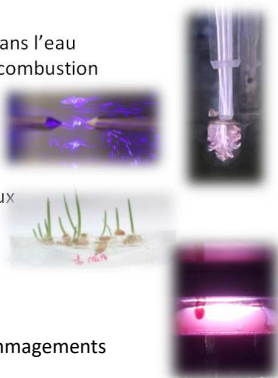
## ✓ Qualité, fiabilité et sécurité des systèmes

- 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

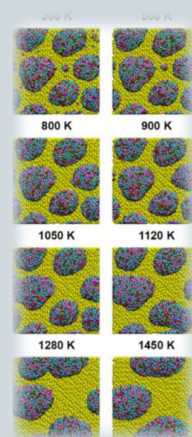
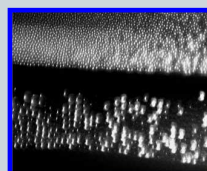
## ✓ Amélioration des procédés industriels: coût, sécurité, dd...

- 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/matériaux pour le « Random Lasing »
- Pyro/Réfecto-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
  - Réflectométrie IR, ZTmeter, photoluminescence,
  - Métrologie des poudres, mesures électriques.

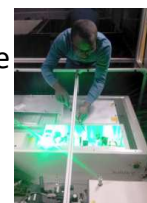


## Simulation / Modélisation

- ✓ Moyens de calcul et codes de simulation

## Plateforme Laser femto-seconde

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

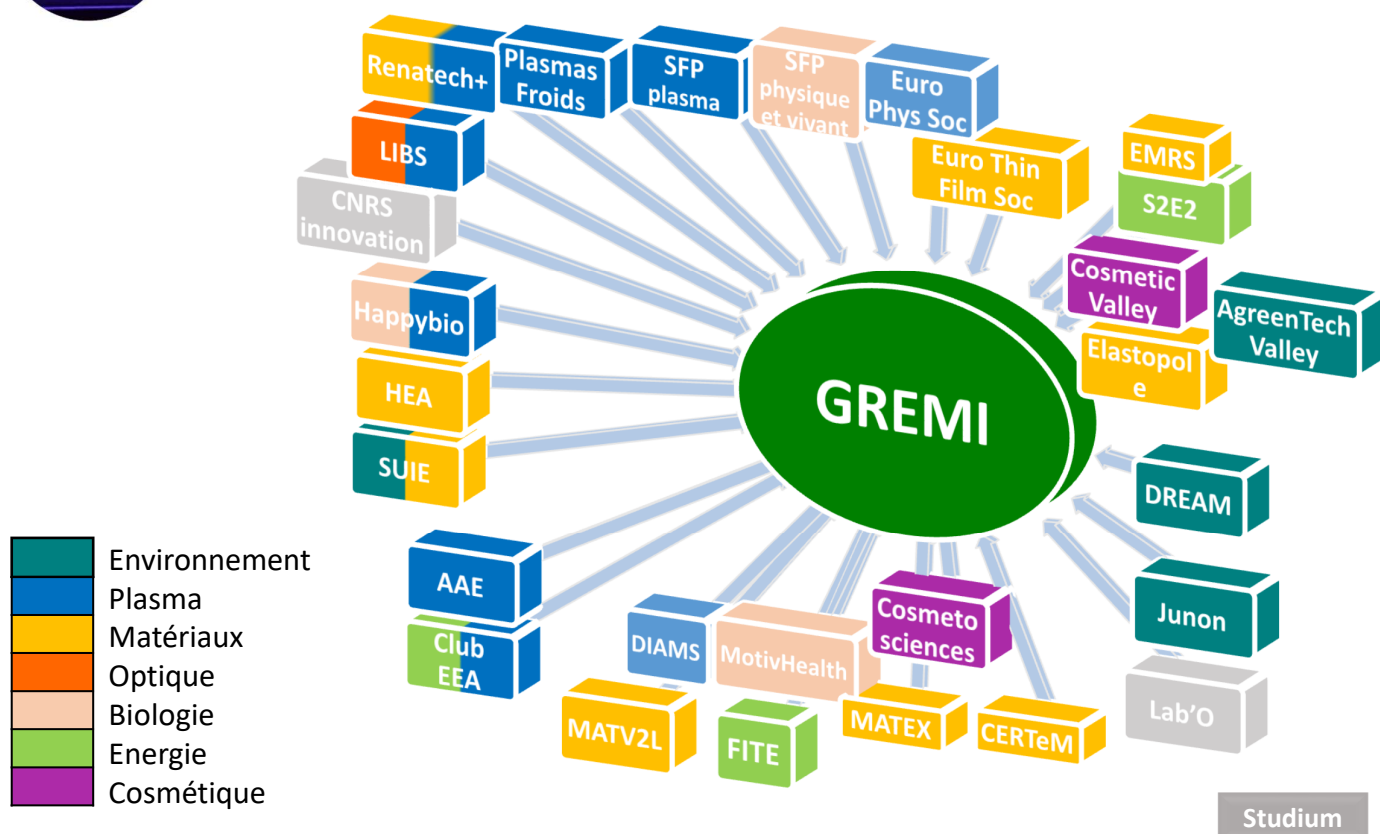


## Salle propre (C<sup>2</sup>P<sup>2</sup>L)

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



## Salle « Bio »



## Des questions





# Merci pour votre attention !



Réseau  
Plasmas  
Froids

GREMI

ANF Fab3D Métallique, Bourges, 2025