



# TECHSHOW

100%  
VIRTUEL

29 juin 2021

## Réseau national de formation de spécialistes en électronique de puissance : GIP-CNFM

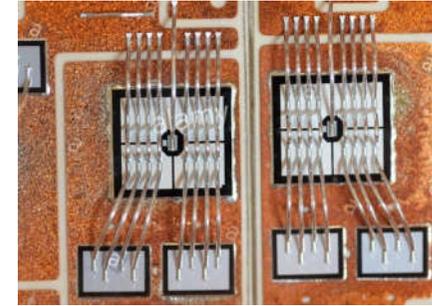


**Prof. Olivier Bonnaud**  
Prof. Émérite Université de Rennes 1 et Supélec  
Directeur général du GIP-CNFM





Plan



- **Constitution du réseau national de formation**
- **Recueil des principales activités, plateformes et réalisations**
- **Électronique de puissance ; domaine d'application**
- **Électronique de puissance au sein du réseau**
- **Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance**
- **Projet de formation d'expert : FEXEPA**



## Coordination Nationale pour la Formation à la Microélectronique et aux Nanotechnologies



Un réseau national de formation mutualisé dans 12 pôles interuniversitaires dont la mission est la formation pratique en microélectronique et nanotechnologies sur des plateformes dédiées en partenariat avec ACSIEL Alliance Électronique

- ACSIEL Alliance Electronique, (membre de la FIEEC et du Comité Stratégique de Filière)
- pôle PACA (PACA), rattaché administrativement à Aix-Marseille Université,
- pôle de Bordeaux (PCB), rattaché administrativement à Bordeaux INP,
- pôle de Grenoble (CIME Nanotech), rattaché administrativement à Grenoble INP,
- pôle de Lyon (CIMIRLY), rattaché administrativement à l'INSA de Lyon,
- pôle de Toulouse (AIME), rattaché administrativement à l'INSA de Toulouse,
- pôle de Paris (CEMIP), rattaché administrativement à Sorbonne Université,
- pôle de Lille (PLFM), rattaché administrativement à l'université de Lille,
- pôle de Limoges (PLM), rattaché administrativement à l'université de Limoges,
- pôle de Montpellier (PCM), rattaché administrativement à l'université de Montpellier,
- pôle d'Orsay (PMIPS), rattaché administrativement à l'université Paris-Saclay,
- pôle de Rennes (CCMO), rattaché administrativement à l'université de Rennes I,
- pôle de Strasbourg (MIGREST), rattaché administrativement à l'université de Strasbourg.





12 Pôles interuniversitaires  
CNFM

Syndicat ACSIEL Alliance  
Electronique

7 salles blanches

Services Nationaux du CNFM :  
mise à disposition de logiciels,  
testeur industriel, plateformes  
de prototypage et de sécurité  
numérique

Fonctionnement en réseau  
avec mutualisation des outils,  
des plateformes et des moyens  
opérationnels

Les investissements cumulés  
des pôles avoisinent les 55M€  
(100M€ en remplacement)

## Stratégie du réseau CNFM de formation : des travaux pratiques innovants



En technologie

En conception

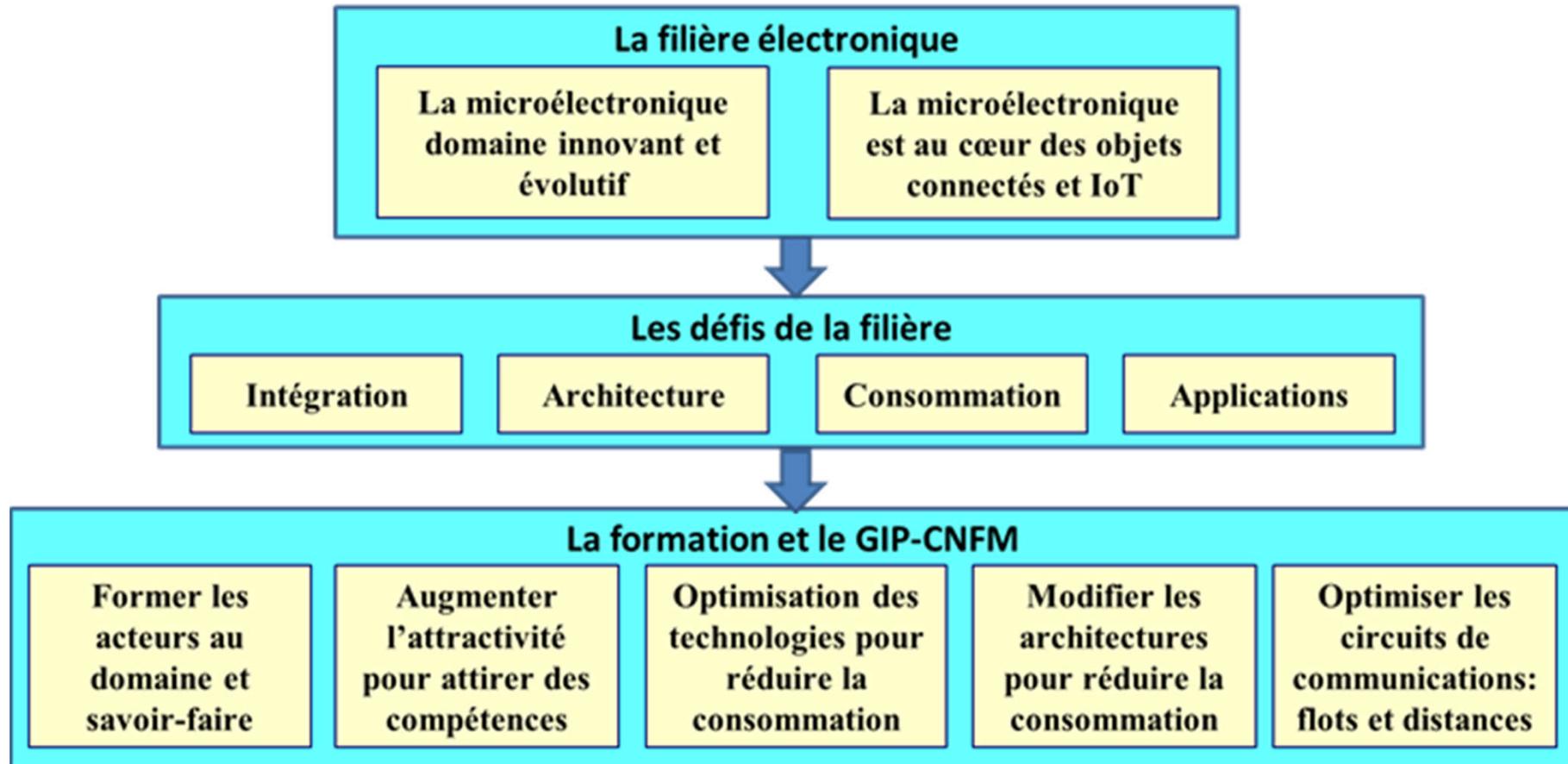


En caractérisation

Pour les lycéens

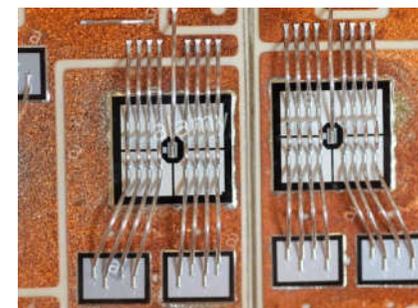


## Stratégie du réseau CNFM de formation : lien étroit avec la Filière électronique





Plan



- Constitution du réseau national de formation
- **Recueil des principales activités, plateformes et réalisations**
- Électronique de puissance ; domaine d'application
- Électronique de puissance au sein du réseau
- Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance
- Projet de formation d'experts : FEXEPA



## Coordination Nationale pour la Formation à la Microélectronique et aux Nanotechnologies

Principales activités, plateformes et réalisations au sein du réseau CNFM par thématique pour la formation initiale, continue, et la sensibilisation

- Technologies silicium et III-V : formation de base
- Nouvelles technologies : nanoélectronique
- Technologies de composants hyperfréquence
- Formation au test industriel et à la sécurité numérique
- Formation à la conception sur les outils des Services Nationaux
- Plateformes de cartes électroniques embarquées
- Électronique rapide haute fréquence et optoélectronique
- Microsystèmes électroniques
- Nouvelles technologies : électronique flexible
- Nouvelles technologies : plastronique
  
- Électronique et composants de puissance au sein du réseau



## Technologies silicium et III-V : formation de base (1)



*Salle de fours en salle blanche pour procédés mémoires MOS à grille à nanocristaux de silicium au pôle CNFM de Toulouse*



*Formation pratique à l'étalement de résine photosensible pour photolithogravure au pôle CNFM de Grenoble*

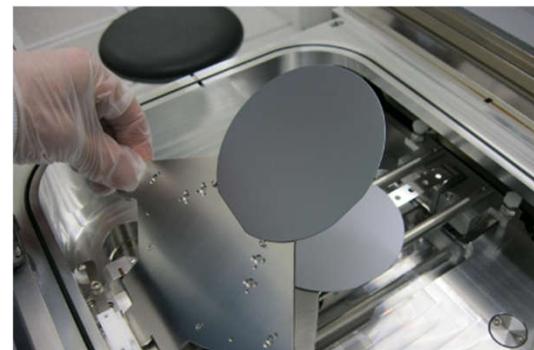
*Four de diffusion/oxydation en technologie silicium pour réaliser des circuits à transistors dans la salle blanche du pôle CNFM de Grenoble*



*Photolithogravure de composants transistors à base de silicium au pôle CNFM de Rennes*



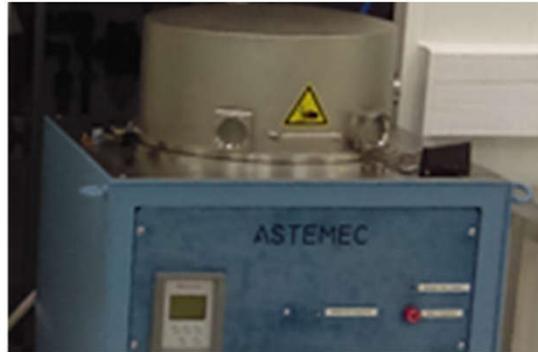
*Microscope électronique à balayage à haute résolution Observation et lithographie électronique à l'AIME au pôle CNFM de Toulouse*



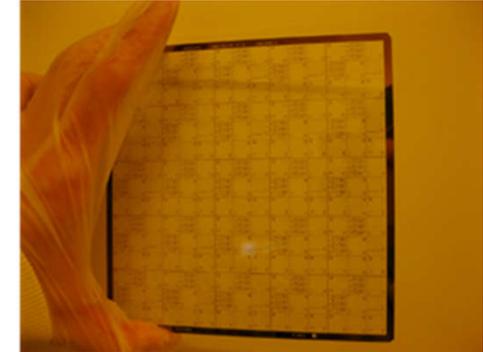
*Réalisation d'une gravure d'oxyde par vapeur de HF en salle blanche au pôle CNFM de Grenoble*

## Technologies silicium et III-V : formation de base (2)

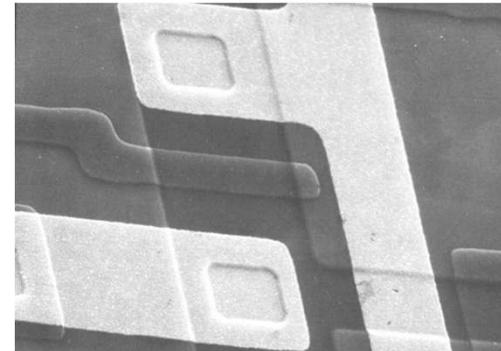
*Banc de pulvérisation cathodique pour dépôts de couches métalliques, d'oxydes et d'isolants au pôle CNFM de Paris-Saclay*



*Masque de photolithographie pour la fabrication en salle blanche de circuits intégrés silicium conçu au pôle CNFM de Grenoble*

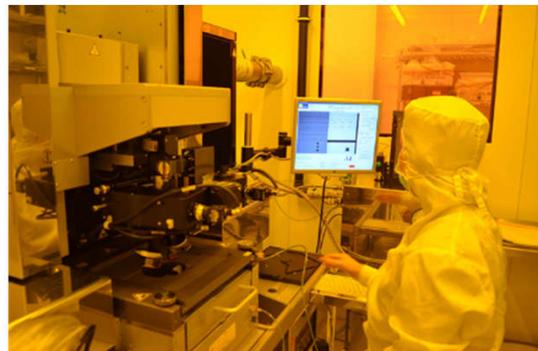


*Technologie microélectronique : canon à électrons pour dépôts de couches métalliques sur composants au pôle CNFM de Rennes*

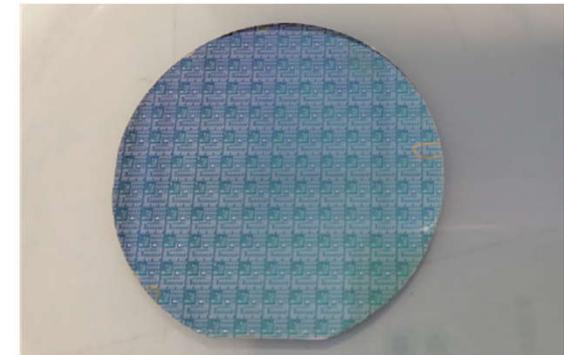


*Réalisation en salle blanche par les étudiants de circuits MOSFET en technologie silicium, ici une porte NOR, au pôle CNFM de Toulouse*

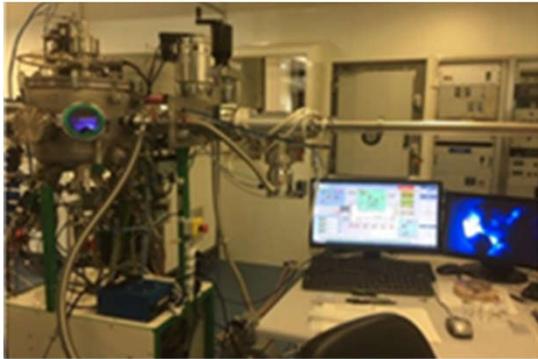
*Technologie microélectronique : machine d'alignement photolithographique dans la salle blanche du pôle CNFM de Grenoble*



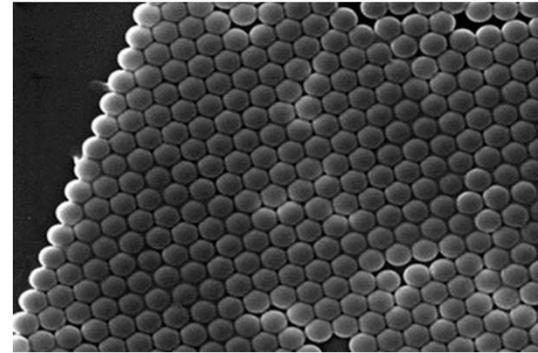
*Plaquette de silicium en fin de fabrication de circuits MOS en salle blanche du pôle CNFM de Grenoble*



# Nouvelles technologies : nanoélectronique (1)

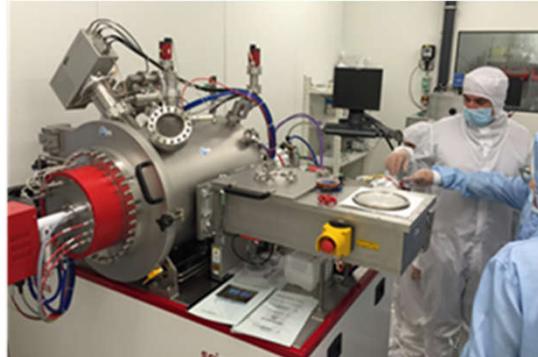


*Banc de dépôt de couches minces par pulvérisation magnétron du pôle CNFM de Paris Ile-de-France pour composants nanométriques.*

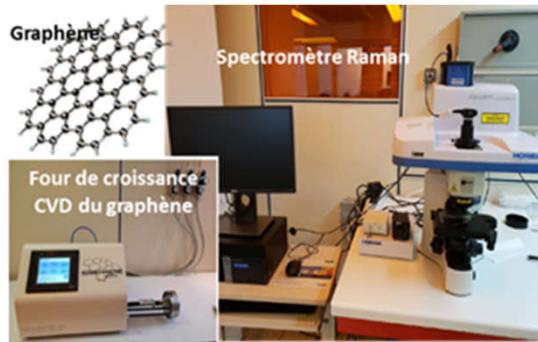
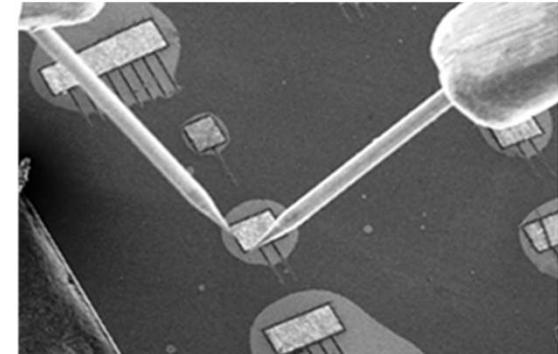


*Contrôle de l'auto-organisation de nanoparticules intervenant dans la fabrication de composants nanométriques au pôle CNFM de Paris Ile-de-France*

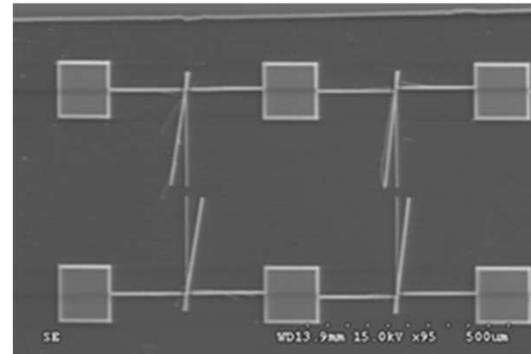
*Banc de gravure par faisceaux d'ions (IBE) pour réalisation de mémoires à base d'oxydes métalliques au pôle CNFM de Grenoble*



*Structure élémentaire à base de nanofils de silicium destinée aux futurs nano-composants réalisée au pôle CNFM de Rennes*



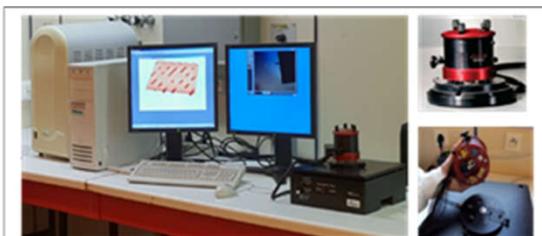
*Nanotechnologies impliquant le graphène, matériaux 2D. Croissance, transfert du film et analyse physique au pôle CNFM de Lille*



*Réalisation et caractérisation de motifs d'analyse des contraintes mécaniques dans des couches d'épaisseur nanométriques pour les futurs composants du pôle CNFM de Paris-Saclay*

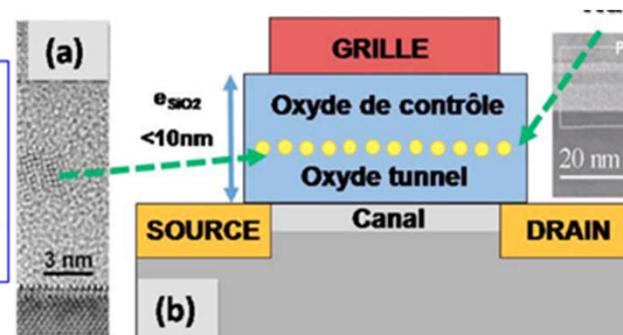
## Nouvelles technologies : nanoélectronique (2)

Caractérisation et analyse de différentes surfaces en mode contact et en mode dynamique à l'échelle nanométrique au pôle CNFM de Lille

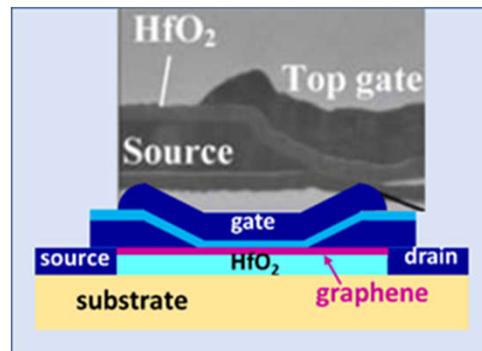


Microscopie en champ proche (AFM – Atomic Force Microscope)

« Nanocrystal Inside » : fabrication de mémoires à bases de nano cristaux de Si au pôle CNFM de Toulouse

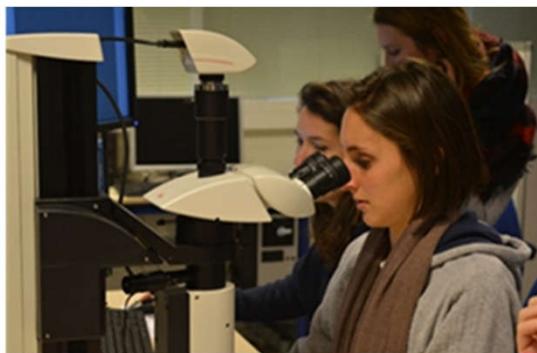


Nano-caractérisation d'objets biologiques individuels sur substrats micro-lithographiés au pôle CNFM de Grenoble

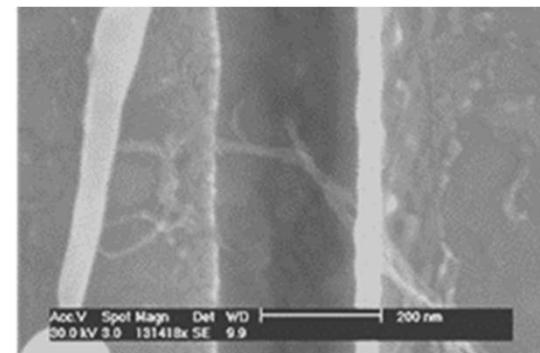


Conception et réalisation d'un transistor élémentaire à base de graphène, matériau 2D, au pôle CNFM de Lille

Plateforme nanomonde d'analyse à l'échelle nanométrique des couches et dispositifs. Utilisée également pour la sensibilisation des jeunes au pôle CNFM de Grenoble



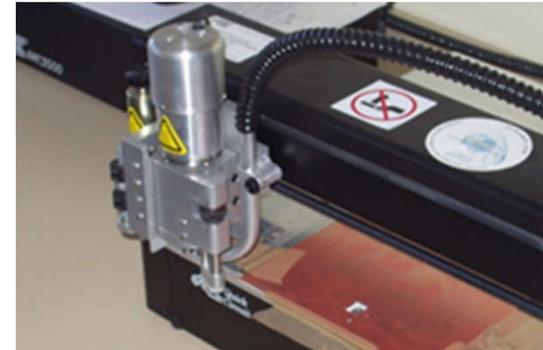
Structure élémentaire à base de nanotubes destinée aux futurs nano-composants réalisée au pôle CNFM de Paris-Saclay



# Technologies de composants hyperfréquence (1)



*Préparation des étudiants à des étapes de procédés de fabrication en salle blanche au pôle CNFM de Lille*

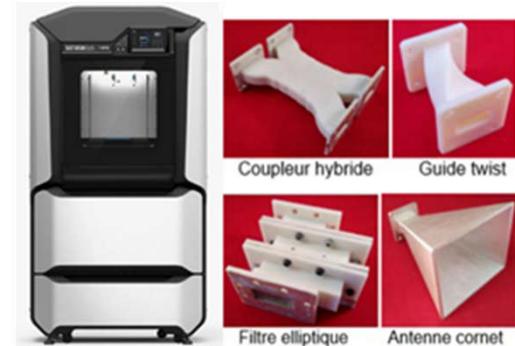


*Conception et réalisation d'antennes RF et de TAG RFID au pôle CNFM PACA*

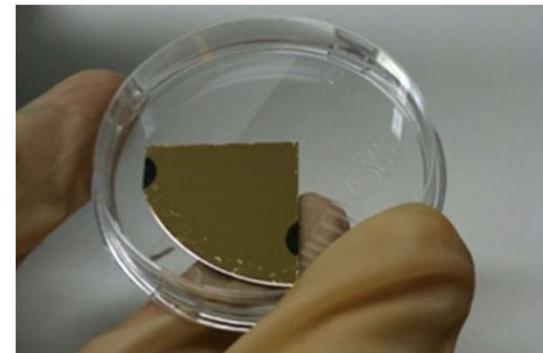
*Clusters de croissance de matériaux composés III-V pour des composants hyper fréquence appliqués aux télécommunications au pôle CNFM de Lille*



*Conception, fabrication et caractérisation de composants microondes volumiques (Impression 3D) au pôle CNFM de Limoges.*



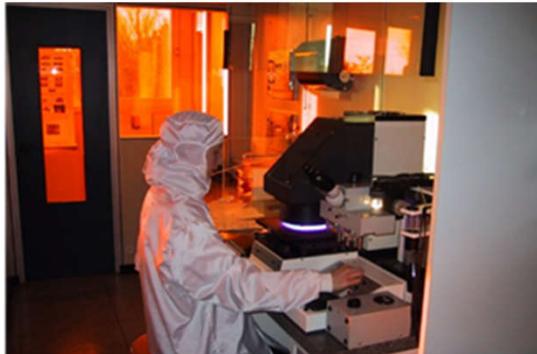
*Bâti de dépôt en salle blanche pour la réalisation de dispositifs haute fréquence au pôle CNFM de Lille*



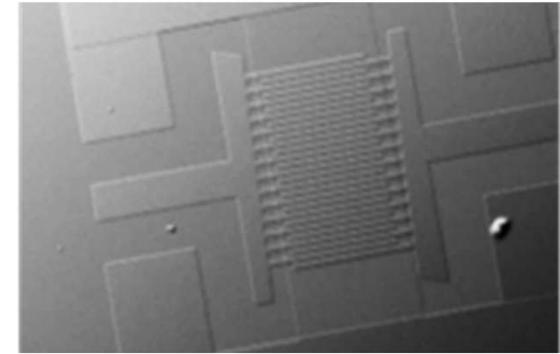
*Réalisation en salle blanche par des étudiants de dispositifs HF sur substrats de GaAs au pôle CNFM de Lille*

## Technologies de composants hyperfréquence (2)

*Photolithogravure de composants rapides appliquée aux transistors hyperfréquence du pôle CNFM de Lille*



*Conception et fabrication d'un circuit à onde acoustique de surface au pôle CNFM de Limoges*

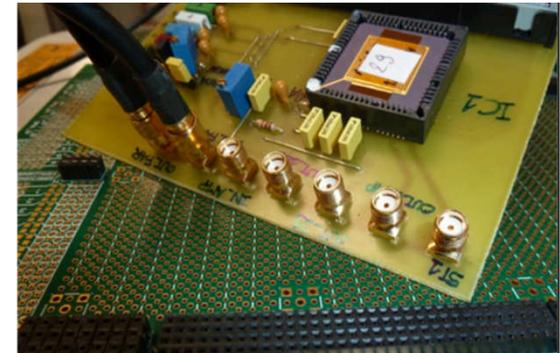


## Formation au test industriel et à la sécurité numérique

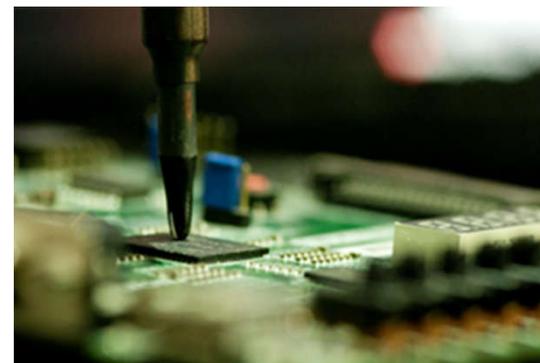
*Testeur de circuits intégrés mixtes (analogiques et numériques) V93000 accessible à distance par l'ensemble du réseau et installé au pôle CNFM de Montpellier*



*Initiation à distance au test de circuits intégrés mixtes à l'aide du testeur V93000 au pôle CNFM PACA*



*Détection et diagnostic de pannes dans un circuit logique à l'aide du testeur industriel V93000 au pôle CNFM de Montpellier*

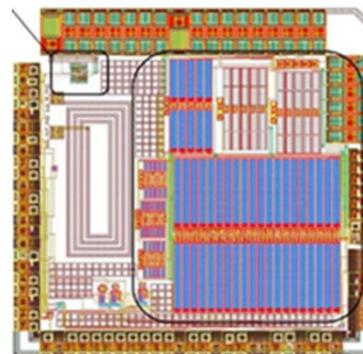


*Analyse électrique de la sécurité numérique des systèmes intégrés sur la plateforme SECNUM du pôle CNFM de Montpellier*

# Formation à la conception sur les outils des Services Nationaux (1)

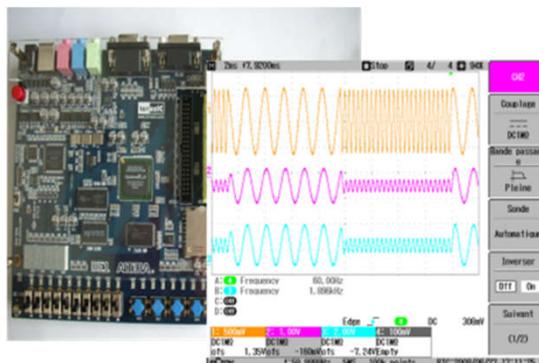


*Salle CAO des Services nationaux du pôle de Montpellier : conception d'un circuit intégré complexe avec les outils de CAO mutualisés*

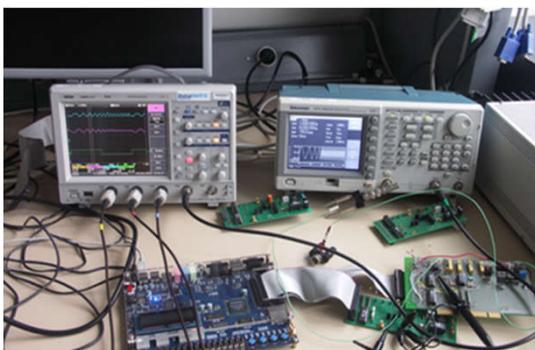
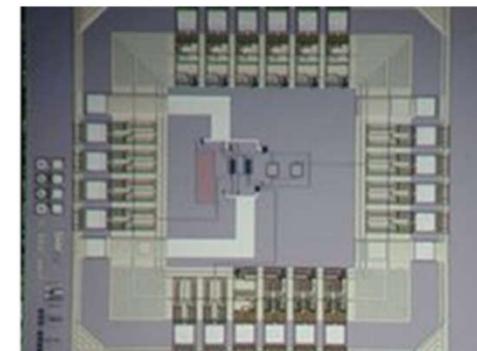


*Conception de circuits de pilotage de capteurs et actionneurs au pôle CNFM de Grenoble*

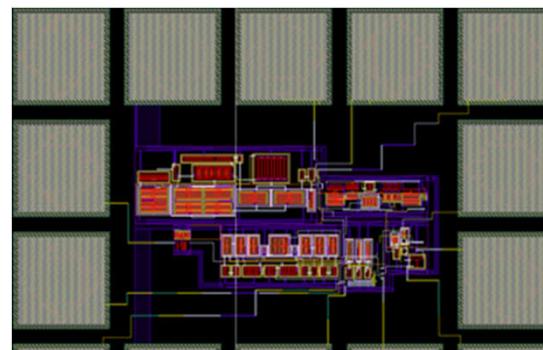
*Découverte du flot de conception microélectronique sur outils CAO au pôle CNFM de Grenoble*



*MEMS en technologie silicium conçu et fabriqué au pôle CNFM de Grenoble*



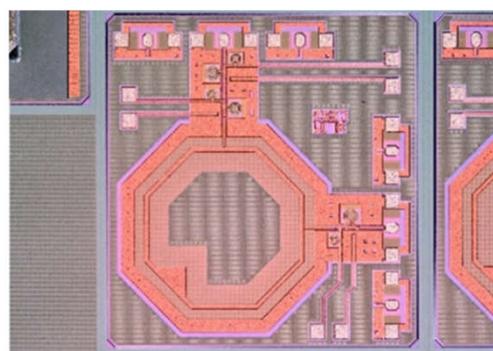
*Conception et réalisation de microprocesseurs, réseaux de neurones, filtres vidéo, au pôle CNFM de Grenoble*



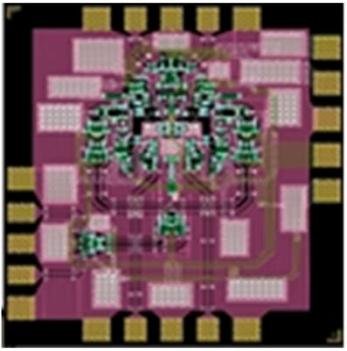
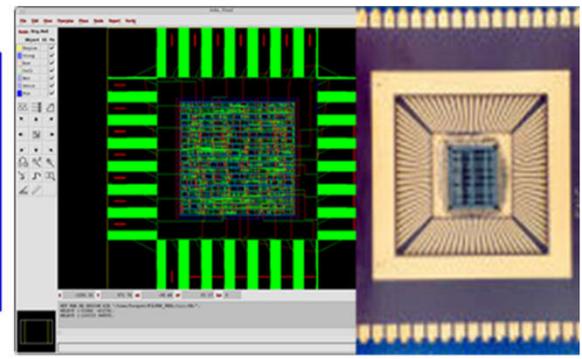
*Conception d'un générateur analogique chaotique intégré faible consommation au pôle CNFM PACA*

# Formation à la conception sur les outils des Services Nationaux (2)

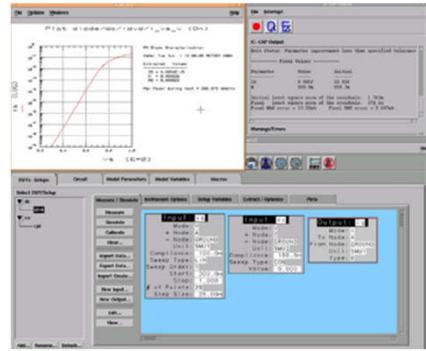
*Conception au pôle CNFM de Limoges d'un circuit intégré radiofréquence à l'aide du logiciel ADS : réalisation technologique au pôle CNFM de Toulouse*



*Conception de circuit numérique intégré : de la description (RTL) au dessin des masques (layout) au pôle CNFM de Grenoble. Réalisation par le CMP*

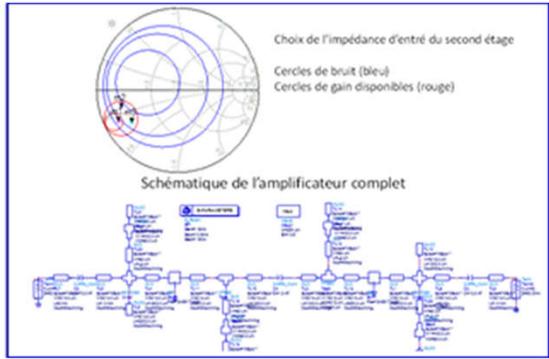


*Conception de circuits intégrés haute fréquence avec la génération de « layout » réalisée au pôle CNFM de Lille*



*Simulation et caractérisation comparatives de composants et de circuits électroniques au pôle CNFM PACA*

*Conception et réalisation du layout d'un amplificateur en technologie hybride à deux étages faible bruit au pôle CNFM de Lille*

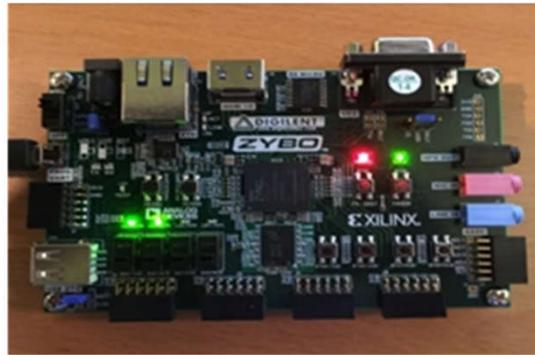


*Conception au pôle CNFM de Limoges d'un circuit intégré analogique radiofréquence en technologie CMOS du pôle CNFM de Toulouse*

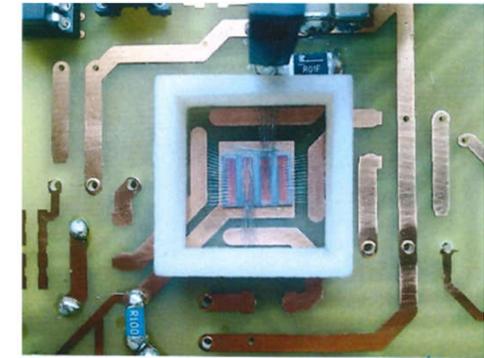


## Plateformes de cartes électroniques embarquées (1)

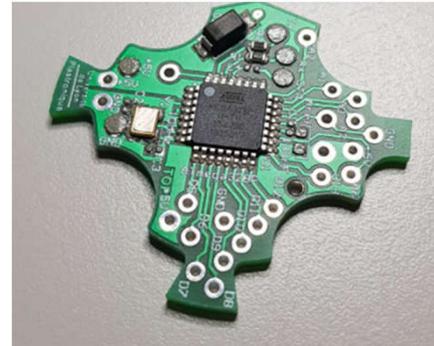
*Système électronique de traitement embarqué pour de la vidéo assistance du pôle CNFM du Grand-Est (Metz)*



*Réalisation de connexions (ou bonding) entre circuit intégré et carte électronique PCB au pôle CNFM de Grenoble*

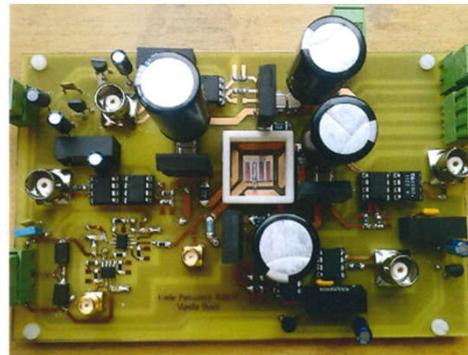


*Carte FPGA Cyclone multi-DSP pour formation à l'électronique embarquée « multi-fonction » du pôle CNFM du Grand-Est (Nancy)*

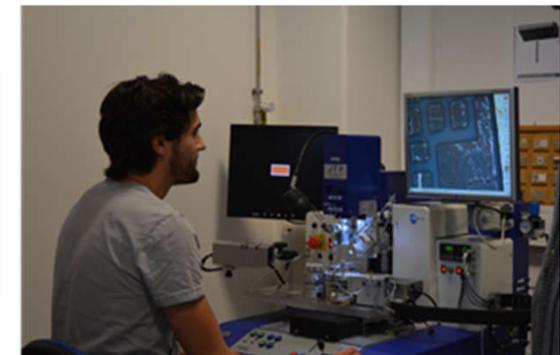


*Nouvelle approche de cartes électroniques en technologie plastronique réalisée au pôle CNFM de Lyon*

*Réalisation de cartes électroniques sur PCB à l'atelier « bonding » du pôle CNFM de Grenoble*



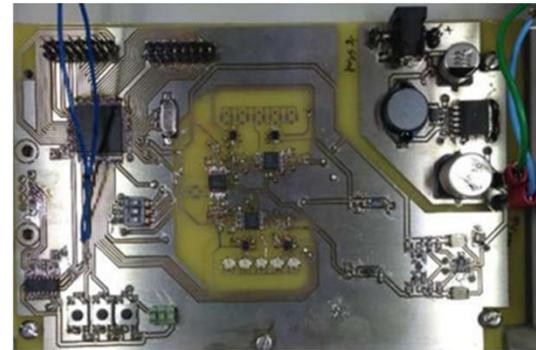
*Réalisation de connexion sur puce (flip chip bonding) sur circuits fabriqués en salle blanche au pôle CNFM de Grenoble*



## Plateformes de cartes électroniques embarquées (2)

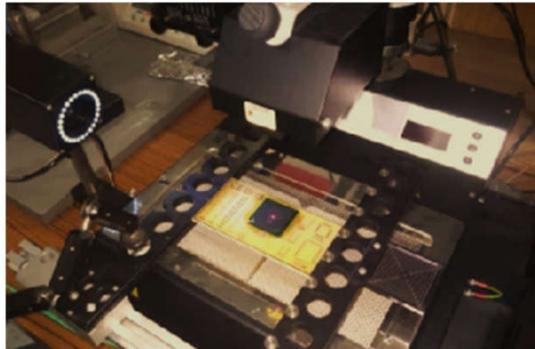


*Caractérisation et linéarisation d'une carte d'un système radiofréquence MIMO avec antenne planaire au pôle CNFM de Lille*



*Prototypage du circuit test piloté par microcontrôleur en technologie conventionnelle 2D CMS au pôle CNFM de Lyon*

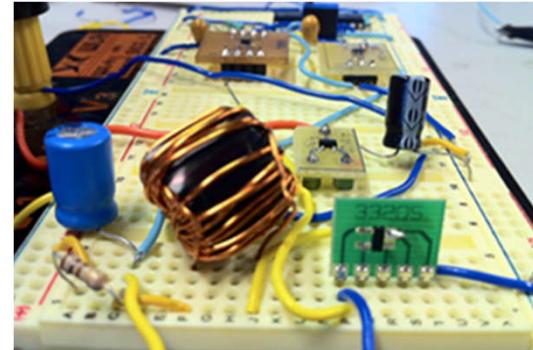
*Formation au packaging par microsoudures de circuits intégrés au pôle CNFM de Grenoble*



*Conception et réalisation d'un objet connecté permettant le contrôle de la distribution d'énergie dans un bâtiment au pôle CNFM PACA*



*Conception d'un dispositif intégré mettant en œuvre des circuits programmables FPGA : plateforme de prototypage et d'électronique embarquée du pôle de CNFM de Grenoble*



*Réalisation d'une interface de récupération de l'énergie électrique issue d'une micro-source telle qu'une biopile à bactéries au pôle CNFM de Lyon*

# Électronique rapide haute fréquence et optoélectronique (1)

*Étude de composants microondes multiports par analyse de réseau vectorielle : mesure des paramètres S au pôle CNFM de Limoges*



*Conception, fabrication et caractérisation d'un système hybride d'émission et de réception à 7 GHz au pôle CNFM de Lille*

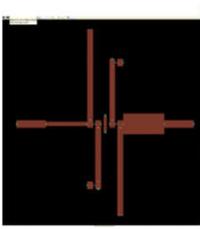


Couplage d'antennes

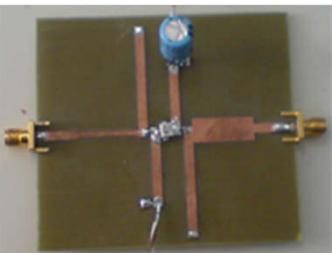


Vue interne d'un répéteur

*Ingénierie RF : étude d'éléments d'une liaison GSM au pôle CNFM de Lille*



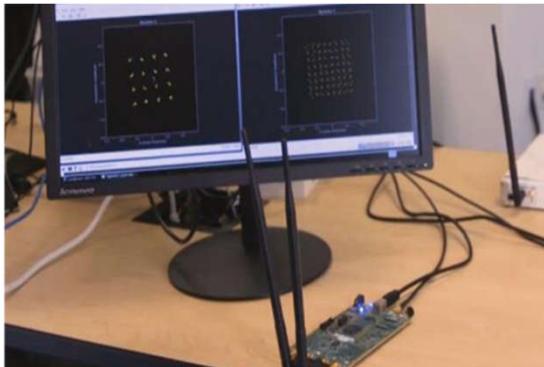
Conception CAO de l'amplificateur



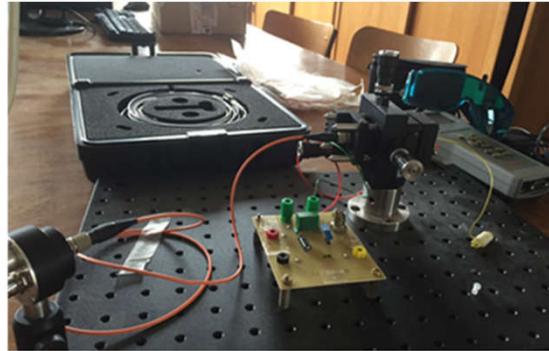
Réalisation de l'amplificateur de puissance microonde

*Conception, réalisation et caractérisation d'un amplificateur de puissance microonde au pôle CNFM de Limoges*

*Test de circuits RF/optiques sur plateforme radiologique au pôle CNFM de Grenoble*



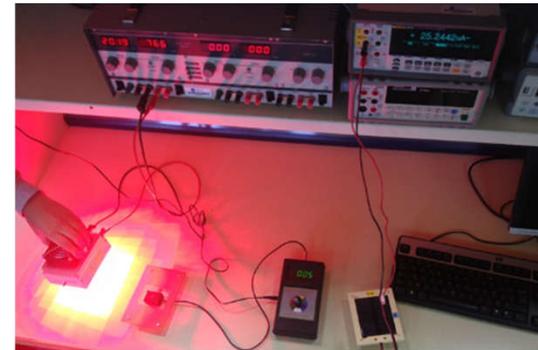
*Analyse et caractérisation de composants optoélectroniques (fibres, connecteurs, bancs de couplage) au pôle CNFM de Paris-Ile de France*



## Électronique rapide haute fréquence et optoélectronique (2)

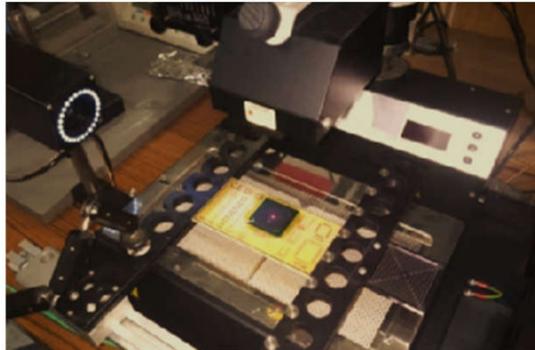


*Caractérisation et linéarisation d'une carte d'un système radiofréquence MIMO avec antenne planaire au pôle CNFM de Lille*

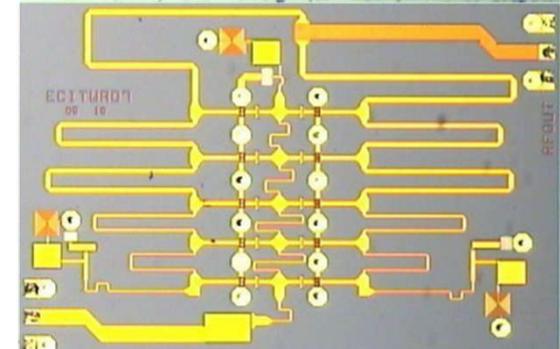


*Mesure par photocourant de la sensibilité des cellules optoélectroniques entre 400 et 940 nm, au pôle CNFM de Lille*

*Formation au packaging par microsoudures de circuits intégrés au pôle CNFM de Grenoble*



*Amplificateur radio-fréquence : analyse dans les plans d'accès des grilles et de drains d'un amplificateur distribué au pôle CNFM de Paris Ile-de-France*

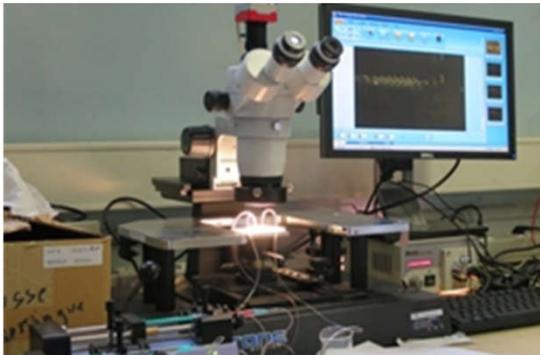


*Conception d'un dispositif intégré mettant en œuvre des circuits programmables FPGA : plateforme de prototypage et d'électronique embarquée du pôle de CNFM de Grenoble*

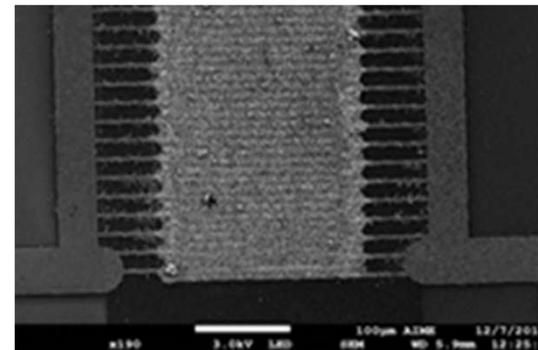


*Électronique haute fréquence : étude de la localisation dans un bâtiment d'objets à faible coût au pôle CNFM de Lille*

# Microsystèmes électroniques (1)

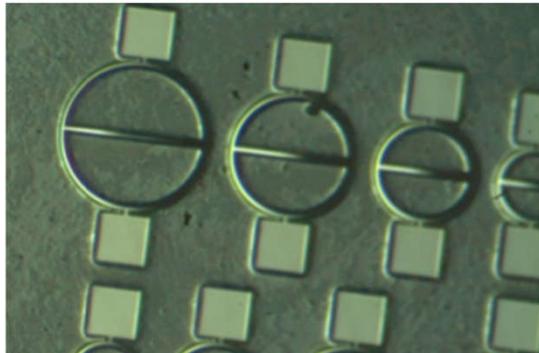


*Analyses de circuits MEMS microfluidiques avec écoulements aux échelles micrométriques réalisées au pôle CNFM Paris-Saclay*

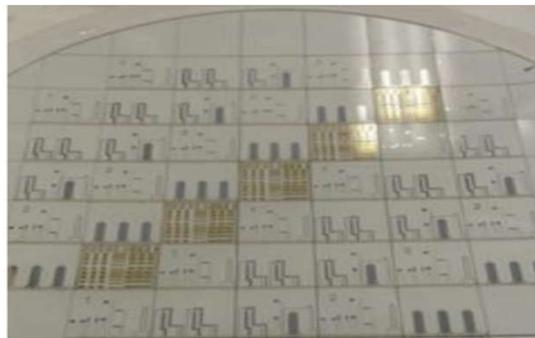
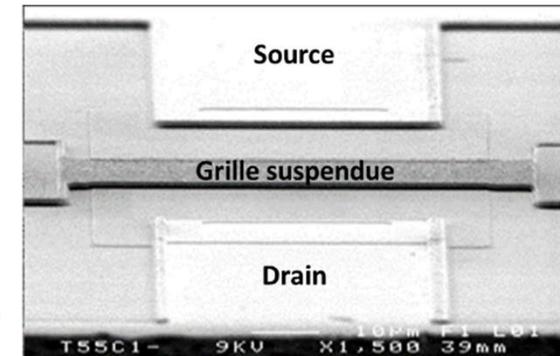


*Capteur de gaz en technologie silicium réalisé au pôle CNFM de Toulouse*

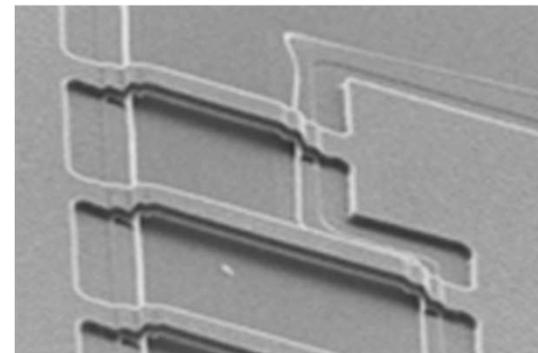
*Matériau pour les nanotechnologies : étude des contraintes dans les matériaux en films minces déposés par pulvérisation cathodique au pôle CNFM Paris-Saclay*



*Transistor film mince en silicium polycristallin destiné à des capteurs chimiques et biologiques et réalisé au pôle CNFM de Rennes*



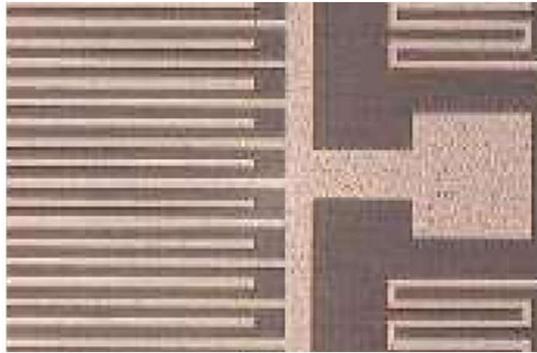
*Conception et réalisation d'un mini laboratoire sur puce d'analyse de l'eau au pôle CNFM de Paris-Ile-de-France*



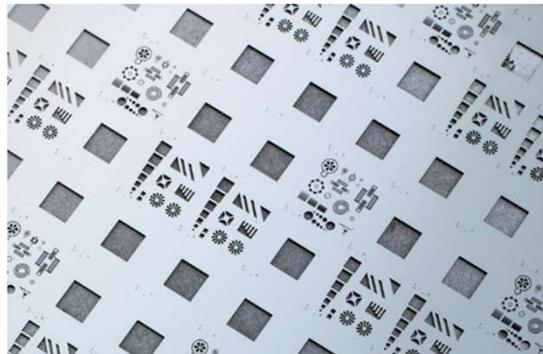
*Conception et réalisation de structures MEMS en pont en technologie silicium au pôle CNFM de Toulouse*

## Microsystèmes électroniques (2)

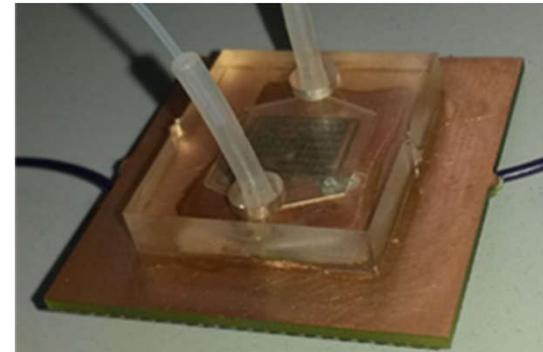
*Capteur d'humidité capacitif avec électrodes inter-digitées en aluminium réalisé au pôle CNFM de Rennes*



*Conception et réalisation d'un banc d'électrophysiologie au pôle CNFM de Bordeaux*

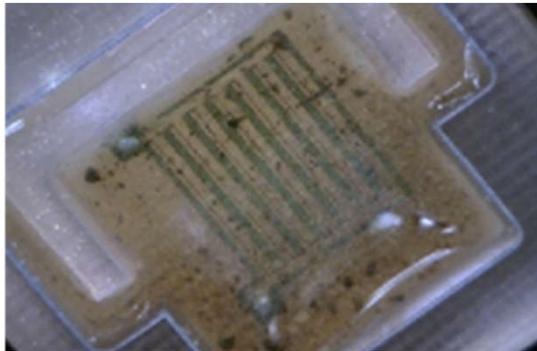


*Réalisation de motifs MEMS en technologie silicium dans la salle blanche du pôle CNFM de Grenoble*

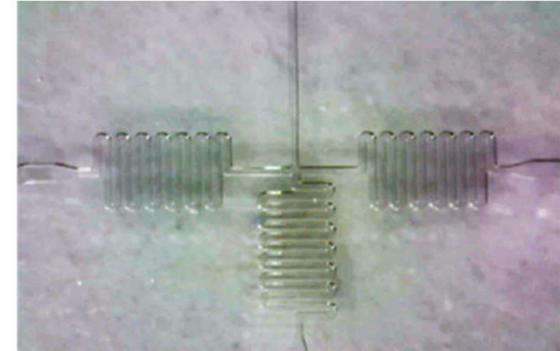


*Système sur puce impliquant la microfluidique au pôle CNFM de Grenoble*

*Conception, fabrication et analyse d'un laboratoire sur puce (Lab-on-Chip) au pôle CNFM du Grand-Est*



*Dispositif microfluidique conçu, fabriqué et caractérisé au pôle CNFM de Toulouse*

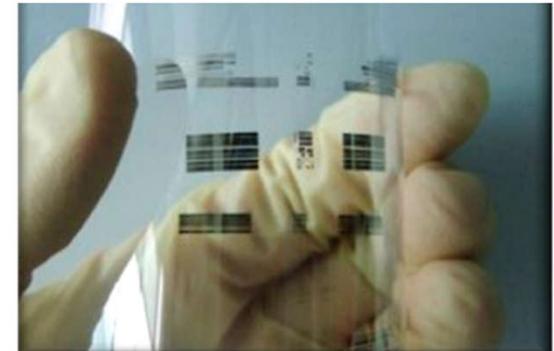


# Nouvelles technologies : électronique flexible (1)

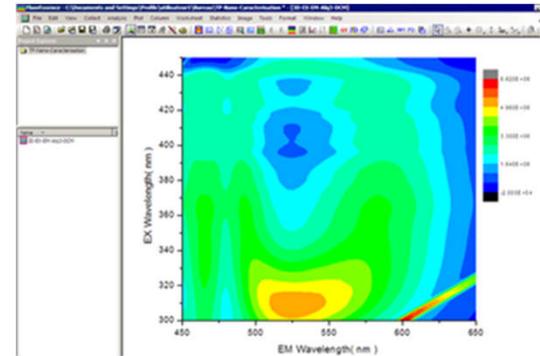
*Sorbonne de préparation de composants organiques pour applications optoélectronique et photovoltaïque au pôle CNFM de Bordeaux*



*Fabrication de structures passives sur support souple par impression jet d'encre au pôle CNFM de Lille*



*Banc de dépôt de couches minces par PECVD pour l'électronique flexible du pôle CNFM de Rennes*

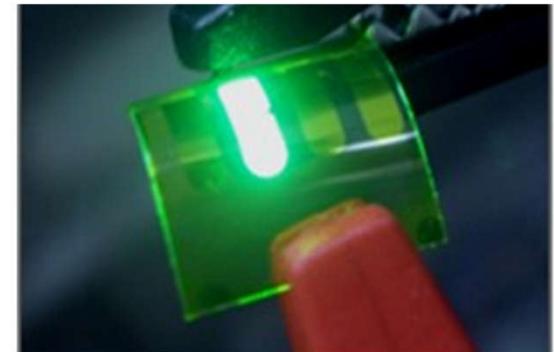


*Caractérisations optoélectroniques de semi-conducteurs organiques au pôle CNFM de Paris Ile-de-France*

*Bâti de dépôts de films organiques pour une électronique flexible au pôle CNFM de Rennes*



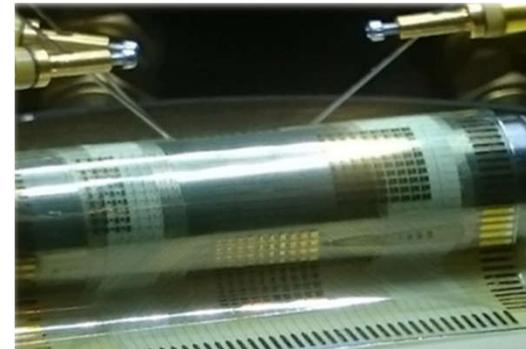
*Conception et fabrication de diodes électroluminescentes organiques sur substrat flexible au pôle CNFM de Bordeaux*



## Nouvelles technologies : électronique flexible (2)



*Réalisation en salle blanche de dispositifs électroflexibles au pôle CNFM de Lille*

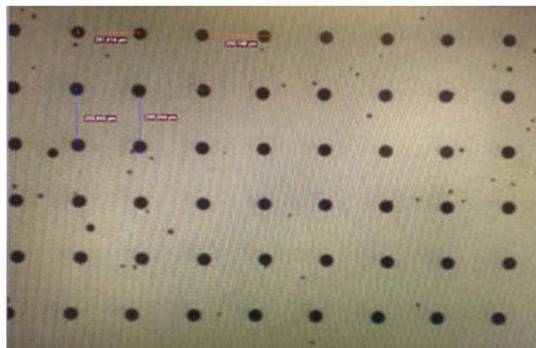


*Transistors sur substrats flexibles et caractérisations électriques sous déformation mécanique au pôle CNFM de Rennes*

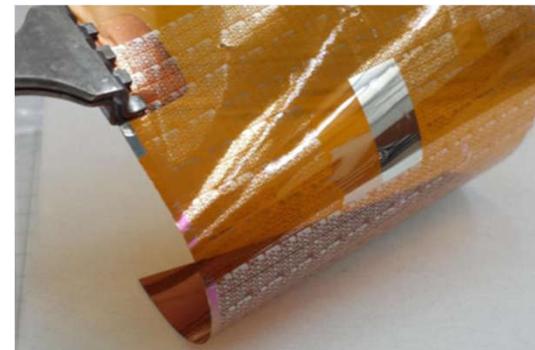
*Bâti de dépôts de films organiques pour la réalisation d'OLED au pôle CNFM de Paris Ile-de-France*



*Circuit radio-fréquence réalisé sur substrat flexible au pôle CNFM de Lille*



*Réalisation par impression d'un réseau de points destiné à des composants optoélectroniques organiques au pôle CNFM de Paris Ile-de-France*



*Conception et fabrication d'un circuit électronique sur substrat flexible pour application médicale au pôle CNFM de Rennes*

# Nouvelles technologies : plastronique



*Conception par CAO  
mécanique et électronique  
d'un objet plastronique  
3D au pôle CNFM de  
Lyon*

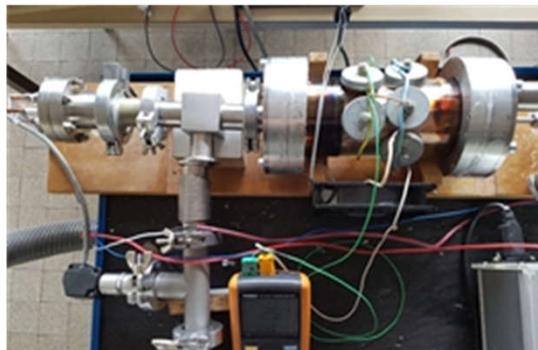
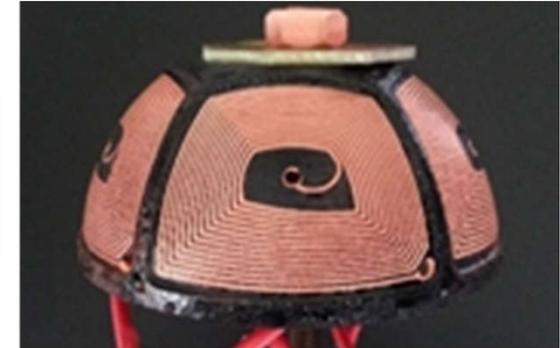


*Réalisation de dispositifs  
en technologie  
plastronique avec  
insertion de puces  
intégrées au pôle  
CNFM de Lyon*

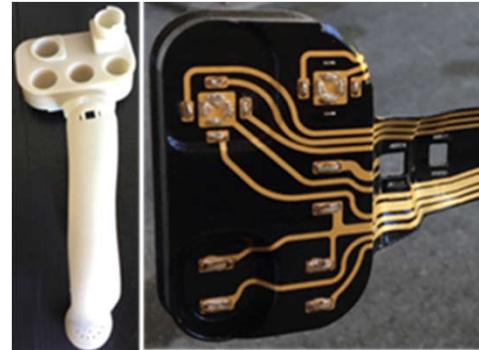
*Banc de réalisation de  
couches minces par  
dépôts d'encre pour  
dispositifs plastroniques  
du pôle CNFM de Lyon*



*Conception, réalisation et  
test de dispositifs  
plastroniques au pôle  
CNFM de Lyon*



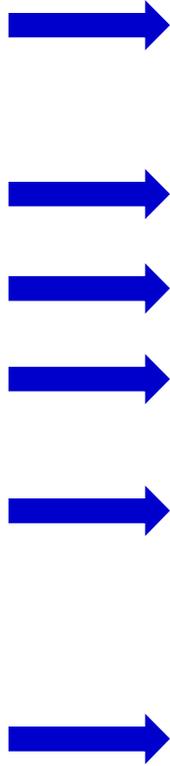
*Banc de dépôt métallique  
par sputtering sur  
échantillon 3D de la  
plastronique sous champs  
électrique et magnétique  
tournant mis au point au  
pôle CNFM de Lyon.*



*Réalisation d'une métallisation  
d'une surface polymère 3D par  
texturation laser de la surface  
(appliquée à la plastronique) au  
pôle CNFM de Lyon*

# Activités, plateformes et réalisations, au sein du réseau CNFM pour la formation initiale, continue, et la sensibilisation

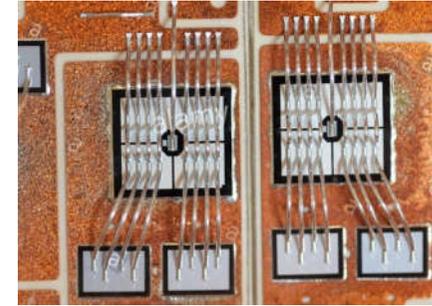
Thématiques relatives à la puissance



Spécialités porteuses des domaines de la microélectronique et des nanotechnologies réparties en 5 catégories	
Thématiques	Catégories
Composants microélectroniques silicium et III-V	Composants
Composants nanostructurés en couches minces	
Nanoélectronique, intégrée silicium	
<b>Composants de puissance, silicium, SiC, GaN</b>	
Microtechnologie, capteurs, MEMS, NEMS	
Électronique analogique et numérique	Circuits
Electronique HF,RF et microonde	
<b>Electronique de puissance</b>	
Electronique spatiale	
<b>Fiabilité électronique et des composants</b>	Conception (CAO)
Electronique organique, couches minces	
<b>Conception de circuits et systèmes</b>	Systèmes électroniques
Conception sécurisée numérique	
Test des composants et circuits	
<b>Systèmes électroniques de puissance</b>	
Systèmes sur puces, biopuces	
Systèmes électroniques embarqués	Systèmes hétérogènes vers les applications
Systèmes de télécommunication	
Systèmes hétérogènes, micro-assemblages	
<b>Systèmes de gestion de l'énergie</b>	
Capteurs intégrés intelligents , objets connectés	
Optoélectronique, photonique	Systèmes hétérogènes vers les applications
Bioélectronique et systèmes pour la santé	
Plastronique	

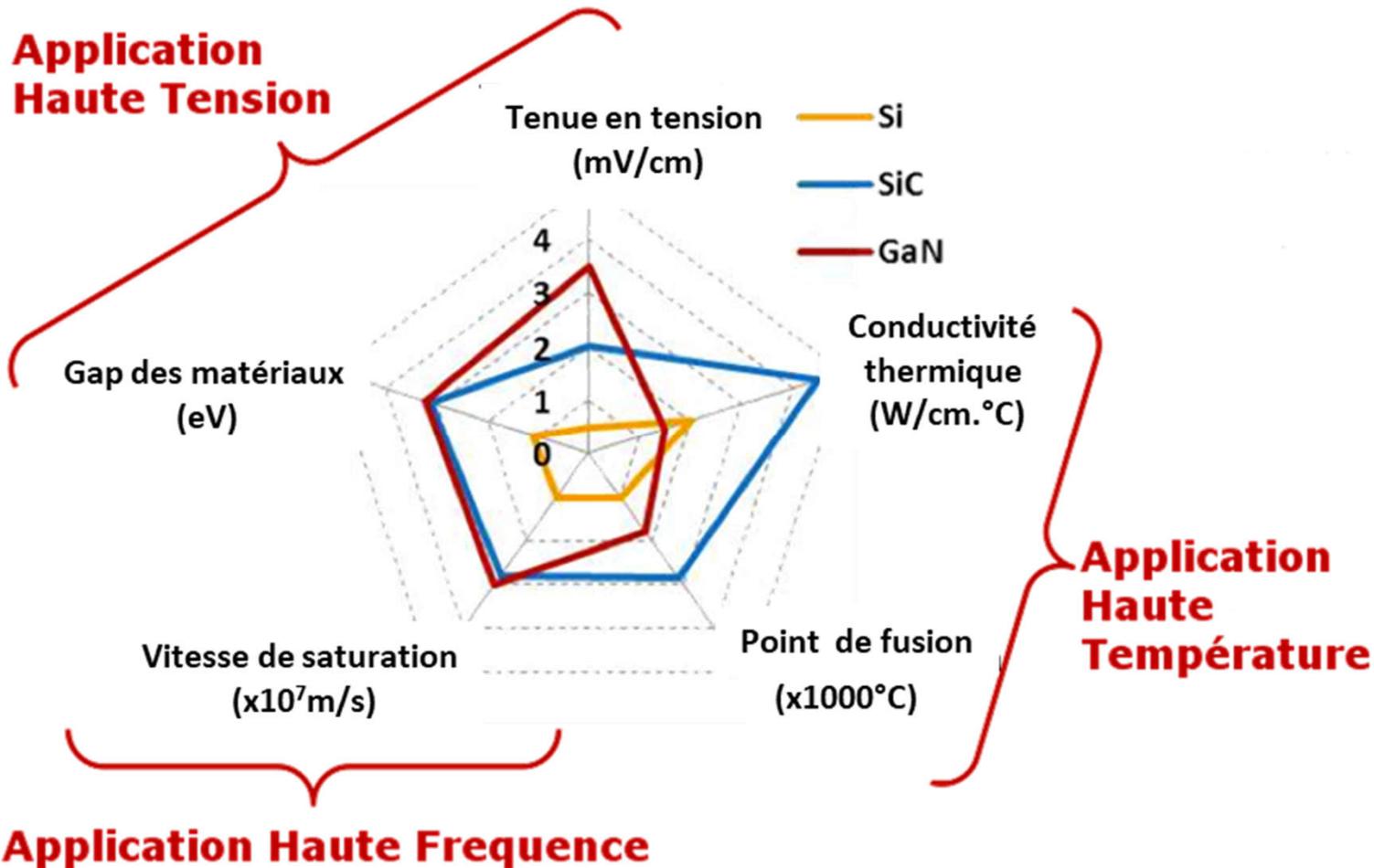


Plan

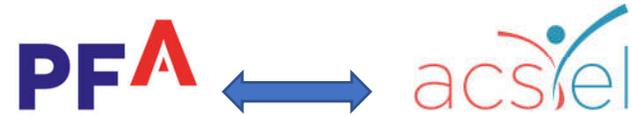


- Constitution du réseau national de formation
- Recueil des principales activités, plateformes et réalisations
- **Électronique de puissance ; domaine d'application**
- Électronique de puissance au sein du réseau
- Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance
- Projet de formation d'experts : FEXEPA

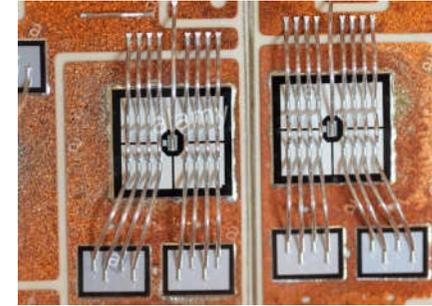
## Électronique de puissance : domaine d'application



Les 3 grands domaines d'application de l'électronique de puissance et les 5 paramètres principaux caractérisant les propriétés physiques et électriques des matériaux. La formation doit inclure dans ses programmes la maîtrise de ces paramètres.



Plan

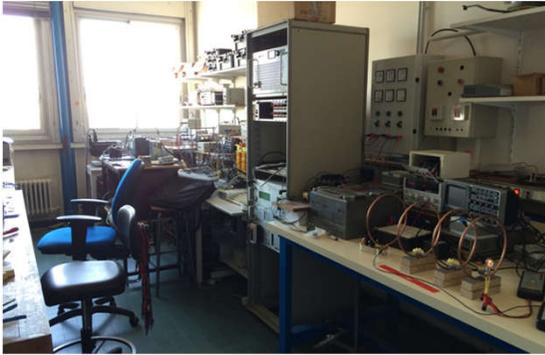


- Constitution du réseau national de formation
- Recueil des principales activités, plateformes et réalisations
- Électronique de puissance ; domaine d'application
- **Électronique de puissance au sein du réseau**
- Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance
- Projet de formation d'experts : FEXEPA

# Électronique et composants de puissance au sein du réseau

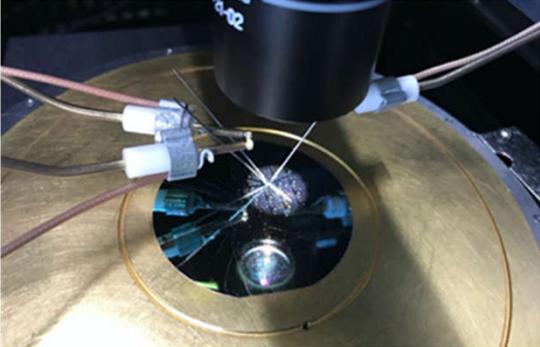


*Plateforme d'application des composants de puissance aux systèmes de conversion et contrôle de l'énergie au pôle CNFM de Lyon*

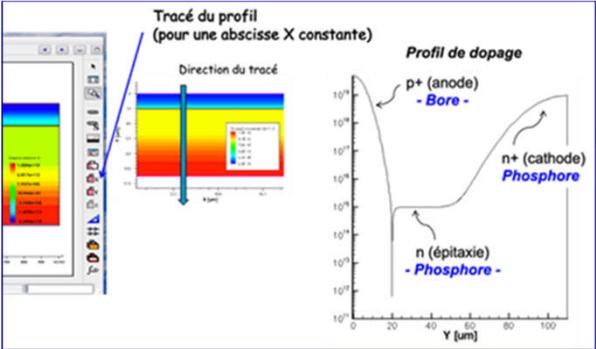
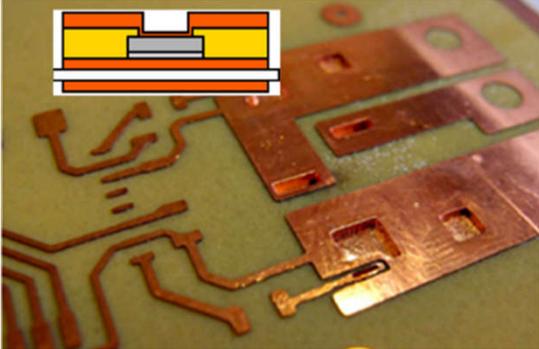


*Banc de caractérisation de circuits électroniques de puissance au pôle CNFM de Lyon*

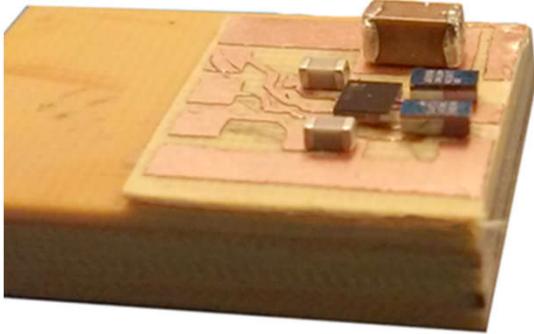
*Caractérisation électrique sous-pointes de composants haute tension sur banc dédié du pôle de CNFM de Lyon*



*Enfouissement de transistors de puissance dans un substrat pour des interconnexions double face au pôle CNFM de Lyon*

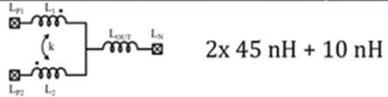
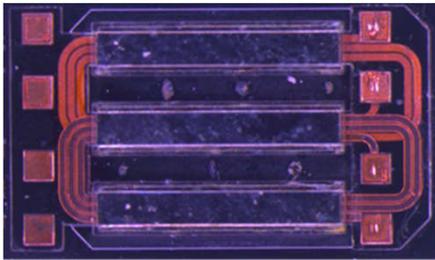


*Conception par TCAD d'une diode haute tension de protection périphérique au pôle CNFM de Lyon*

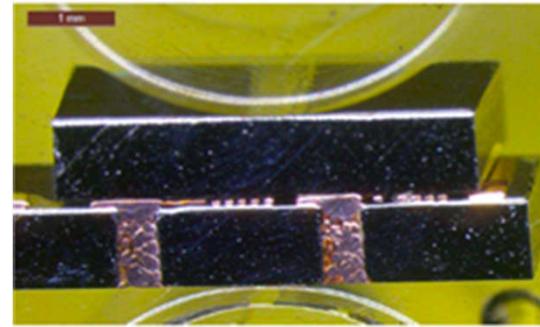


*Le convertisseur (flyback résonant) nouvelle génération à base de deux transistors (GaN), au pôle CNFM de Lyon*

# Électronique et composants de puissance au sein du réseau



*Fabrication additive d'une inductance et d'un transformateur de puissance, appliquée à un convertisseur multiphasé à haute fréquence conçu fabriqué et testé au pôle CNFM de Lyon*

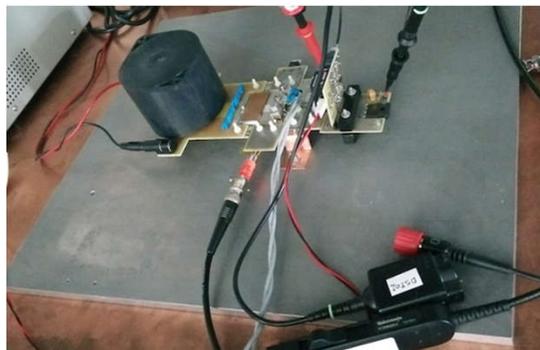
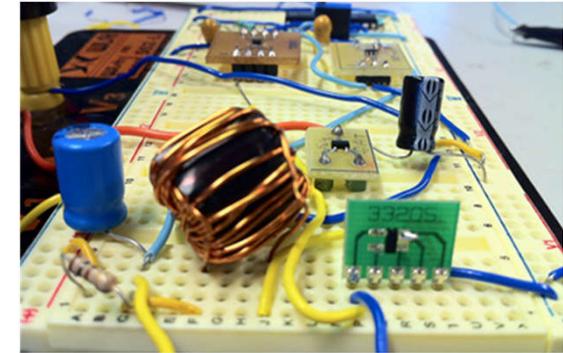


*Inductance double face à base de matériau magnétique réalisée au pôle CNFM de Lyon*

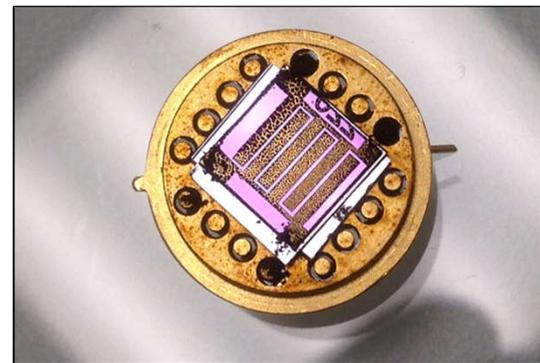
*Banc de test de composants de puissance 1200V – 100 A double impulsion au pôle CNFM de Lyon*



*Réalisation d'une interface de récupération de l'énergie électrique issue d'une micro-source au pôle CNFM de Lyon*



*MOSFET SiC de puissance sous test, tension max 1200V, courant ma 100A au pôle CNFM de Lyon*



*Fabrication et caractérisation d'une super-capacité pour stockage d'énergie au pôle CNFM de Toulouse*

## Électronique et composants de puissance au sein du réseau

### Éléments de contenu d'une formation adaptée

- Connaissance approfondie des composants et modules à semiconducteur à grand gap (SiC, GaN,.)
- Principe de la mise en œuvre des composants et modules et comportement en commutation
- Problématique de la commande de grille des composants de puissance
- La conversion DC/DC 48V-12V
- Le chargeur embarqué 400V
- Le (super) chargeur de station 1200V
- Problématique des composants haute-tension

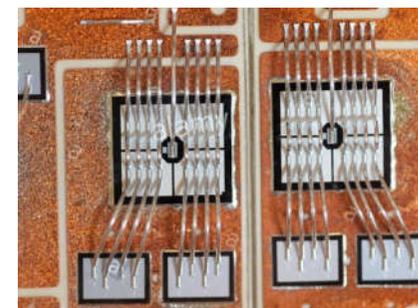
### Savoir et savoir-faire assurés par le réseau CNFM

Toutes ces connaissances doivent être accompagnées d'une formation pratique développant un savoir-faire indispensable à leur mise en œuvre dans la filière automobile.

Cette pratique peut être assurée par le réseau CNFM sur ses différentes plateformes.



Plan



- Constitution du réseau national de formation
- Recueil des principales activités, plateformes et réalisations
- Électronique de puissance ; domaine d'application
- Électronique de puissance au sein du réseau
- **Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance**
- Projet de formation d'experts : FEXEPA



## Formation pour la Filière automobile - Électronique de Puissance

### Moyens de l'offre de formation

- Mobilisation des enseignants-chercheurs et chercheurs directement impliqués dans les thématiques
- Accueil des apprenants sur les plateformes du réseau pour les activités expérimentales
- Mobilisation d'équipements de mesure utilisés en formation et en recherche autour des composants et des convertisseurs (physico-chimie, électrique, thermique)
- Mobilisation des moyens logiciels dédiés aux composants et convertisseurs : simulation et conception de composants élémentaires, de circuits élémentaires
- Mobilisation de plateformes de réalisation et de tests centrées sur les dispositifs dédiés à l'automobile tels que commandes, convertisseurs, chargeurs, électronique embarquée, etc.



## Formation pour la Filière automobile - Électronique de Puissance

### Public concerné

- Niveau technicien : montage et test de circuits électroniques et cartes, contrôle des composants élémentaires nouveaux
- Niveau ingénieur : découverte et spécialisation sur les composants grand gap
- Niveau ingénieur : perfectionnement sur les nouveaux convertisseurs DC/DC haute tension, les chargeurs, les mises en œuvre de systèmes
- Niveau ingénieur et docteur : conception de nouveaux circuits et fonctions à l'aide d'outils de CAO industriels

### Moyens complémentaires nécessaires à la formation pour répondre aux exigences des applications à l'automobile

- Acquisition de composants représentatifs des technologies, des calibres et du packaging associé (Si, SiC, GaN)
- Acquisition de cartes d'adaptation aux équipements de caractérisation de composants de puissance (haute tension, fort courant, forte puissance)
- Implémentation de bancs de mesures dédiés
- Acquisition et mise en service de démonstrateurs de convertisseurs
- Acquisition des matériels et composants dédiés aux cartes conçues par les apprenants dans le cadre d'une activité projet (formation pratique avancée)

## Formation pour la Filière automobile - Électronique de Puissance Formation continue au sein du réseau sur les plateformes

**Objectifs : répondre aux besoins des entreprises en Emplois et en Compétences**

Former aux métiers en tension, nouveaux et en perpétuelle évolution



Se former avec le CNFM pour rester **employable, performant et à la pointe du progrès tout au long de sa vie professionnelle** et contribuer à la **compétitivité** de son entreprise ; formations alliant **savoirs et savoir-faire** pour Acquérir/Renforcer des compétences ou Assurer une reconversion!

Structuration du guichet national d'entrée de la formation continue ; <http://web-pcm.cnfm.fr/formation>

- Formation Continue existante : courte, par apprentissage (alternance), diplômante



**Services de  
Formation  
Continue**

- Formation Continue sur demande

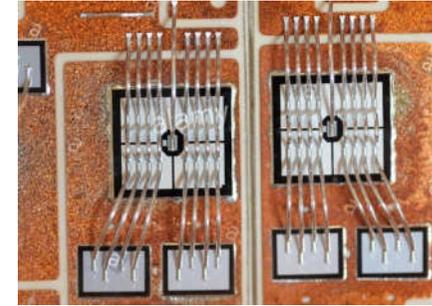


- Thématique, Durée, Date, Lieu
- Equipe pédagogique et moyens
- Validation





Plan



- Constitution du réseau national de formation
- Recueil des principales activités, plateformes et réalisations
- Électronique de puissance ; domaine d'application
- Électronique de puissance au sein du réseau
- Formation pour la Filière automobile en Électronique de Puissance
- **Projet de formation d'experts : FEXEPA**



# Projet du GIP-CNFM

Prof. B. Allard, Prof. O. Bonnaud



## Formation des Experts en Électronique de Puissance pour l'Automobile : FEKEPA

### Description / périmètre technique :

Formations initiale, continue et en alternance d'experts en électronique de puissance pour l'automobile – connaissance, compétences et savoir-faire en :

- composants et modules à semiconducteurs à grand gap (SiC, GaN),
- La mise en œuvre en commutation de ces composants et dispositifs,
- augmentation de la densité de puissance des convertisseurs.

### Produits / technologies / solutions :

- Formation théorique, formation pratique et au savoir-faire sur la conception, la fabrication et le test des composants de puissance à grand gap et des convertisseurs à forte densité de puissance. Activités pratiques sur bancs dédiés et évolutifs.

### Principales difficultés / challenges :

- Adaptation des cursus courts et longs et des formateurs dans un délai raisonnable.
- Mise en place d'une alternance avec des entreprises.
- Accroître l'attractivité des étudiants scientifiques dans cette spécialité. Le défi sera de former plusieurs centaines d'étudiants au cours des 3 prochaines années avec cette expertise (techniciens, ingénieurs, masters).

### Principaux livrables & niveau de maturité visé (TRL)

- Environ 300 étudiants formés en vue d'une expertise sur la faisabilité technologique des composants grand gap et des convertisseurs ayant des caractéristiques adaptées aux applications automobiles / TRL 3 - 4

### Partenaires recherchés :

- **Etablissements universitaires formant des ingénieurs et docteurs en électronique de puissance (reseau CNFM)**
- **Laboratoires de recherche spécialisés dans le domaine des composants et circuits de puissance (AMPERE, G2ELAB, LAPLACE, SATIE)**
- **Equipementiers en électronique de l'industrie automobile**

### Démarrage projet : Juin/2021

**Durée projet : 36 mois**

**Budget projet : 1,43 M€** consommables

(composants), moyens de caractérisation, bancs de test dédiés, test et validation des composants et convertisseurs

Thèmes	COMPACTITE : Réduction de 40% (à considérer: le facteur de forme)	RENDEMENT : Amélioration de x% (à discuter avec les experts)	COÛT : Amélioration de 20% (Attention: niveau système à considérer)	REFROIDISSEMENT : Limiter / se passer de refroidissement liquide	STANDARDISATION : Favoriser l'émergence et l'utilisation de standards (y compris hors automobile)	COMPETITIVITE FILIERE et Localisation Nationale
Formation d'experts et spécialistes en électronique de puissance	Introduction du concept dans la formation	Mise en œuvre des concepts dans la formation	Introduction de l'analyse de la valeur en séminaires dédiés	Introduction du concept et des modèles dans la formation	Introduction du concept dans la formation	Formation au niveau national dans le cadre du réseau CNFM

# FIN