



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

Depuis 80 ans, nos connaissances  
bâtissent de nouveaux mondes

DOSSIER DE PRESSE - PARIS – 2 AVRIL 2019

## Visite de presse de l'Institut Jean Lamour (CNRS/Université de Lorraine)



© Solorem

### Contacts presse

---

**CNRS** | Priscilla Dacher | T +33 1 44 96 46 06 | [priscilla.dacher@cnrs.fr](mailto:priscilla.dacher@cnrs.fr)

**Université de Lorraine** | Fanny Lienhardt | T +33 6 75 04 85 65 | [fanny.lienhardt@univ-lorraine.fr](mailto:fanny.lienhardt@univ-lorraine.fr)

## SOMMAIRE

---

<b>A propos de l'Institut Jean Lamour</b>	<b>p. 3</b>
<b>Programme de visite</b>	<b>p. 4</b>
<b>Accueil par Thierry Belmonte, directeur du laboratoire</b>	<b>p. 5</b>
<b>L'impression 3D au service de la lutte anti-contrefaçon</b>	<b>p. 6</b>
<b>Des appareils sur-mesure pour alléger les alliages métalliques et étudier leurs propriétés</b>	<b>p. 8</b>
<b>Un logiciel spécialisé dans l'analyse d'images, pour détecter et suivre de multiples objets sur une vidéo</b>	<b>p. 10</b>
<b>Le « tube », sorte de jeu de Lego pour les chercheurs en science des matériaux</b>	<b>p. 11</b>
<b>Des capteurs sans fil à base d'ondes élastiques de surface imprimables sur la peau</b>	<b>p. 14</b>
<b>Les principaux partenaires</b>	<b>p. 15</b>

### **Sélection de photos disponibles libres de droit – planche contact**

(ces visuels sont utilisables sur demande, libres de droit sous réserve d'indiquer les crédits).

Et d'autres visuels également sur le site de la photothèque du CNRS : <https://bit.ly/2CMWYto>

## A propos de l'Institut Jean Lamour

---

**L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine spécialisée en science des matériaux. Ses travaux de recherche vont de la conception du matériau jusqu'à ses applications industrielles.**

Grâce à la fusion en 2009 de cinq laboratoires nancéiens, l'IJL rassemble toutes les compétences dans le domaine de la science des matériaux en une palette très large de thématiques : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

Le décloisonnement et l'interdisciplinarité y sont favorisés par des axes de recherche transverses, qui font travailler ensemble les 23 équipes en réponse à un certain nombre d'enjeux sociétaux, parmi lesquels :

- la fusion thermonucléaire comme nouvelle source d'énergie,
- les nouveaux matériaux pour la production, la conversion et le stockage de l'énergie,
- les nano-matériaux pour l'informatique et les télécommunications, la mémoire et l'affichage vidéo, la chimie et la catalyse, le biomédical, etc.,
- le développement de nouveaux alliages métalliques avec une signature énergétique réduite,
- le développement de matériaux issus du vivant (mousses d'isolation par exemple) ou pour le vivant (résines et composites pour l'odontologie, entre autres) et de dispositifs d'aide au traitement ou au diagnostic en matière médicale (capteurs de biomarqueurs du cancer du poumon, par exemple),
- la mise en lumière des propriétés d'un certain nombre de matériaux par la modélisation et la simulation numérique.

### **Les quatre départements de recherche scientifique de l'IJL :**

#### **Physique de la matière et des matériaux (P2M)**

Les multicouches magnétiques, ces empilements à l'échelle du nanomètre, intègrent la plupart des systèmes embarqués : smartphone, PC portables voire véhicules automobiles aujourd'hui truffés d'une multitude de capteurs. C'est une des spécialités du département.

#### **Chimie et physique des solides et des surfaces (CP2S)**

La transition énergétique, c'est maintenant ! Le développement de nouveaux capteurs solaires, de modules thermoélectriques, de piles à combustible, de catalyseurs, de matériaux et de procédés toujours plus performants et plus vertueux constitue des objets de recherche pour les équipes du département.

#### **Science et ingénierie des matériaux et métallurgie (SI2M)**

Un véhicule automobile, c'est 75% de matériaux métalliques. L'alléger sans nuire à la sécurité, c'est à la fois limiter sa consommation d'énergie et réduire l'émission de gaz à effet de serre ! Le département travaille sur cette problématique de l'allègement dans l'automobile, l'aéronautique, etc., en cherchant à faire évoluer les procédés d'élaboration et les microstructures des alliages pour augmenter leurs propriétés mécaniques.

#### **Nanomatériaux, électronique et vivant (N2EV)**

Le département accompagne notamment la montée en puissance des nanotechnologies de la santé. Il a par exemple contribué à la mise au point d'un dispositif d'assistance destiné aux chirurgiens qui interviennent sur l'oreille interne. À la base de ce micro-capteur, un nanomatériau fait maison dont l'onde de surface permet de s'assurer en cours d'opération que les vibrations se propagent bien le long des osselets de l'oreille.

**Contact communication IJL | Caroline Barjon | T +33 7 78 78 29 13 | [caroline.barjon@univ-lorraine.fr](mailto:caroline.barjon@univ-lorraine.fr)**

## PROGRAMME

---

**7h38 : Départ du train vers Nancy**, arrivée à Nancy à 9h19

**9h45 : Arrivée à l'Institut Jean Lamour : accueil et introduction**

*En présence notamment de son directeur, Thierry Belmonte, directeur de recherche CNRS*

**10h15-11h15 : L'impression 3D au service de la lutte anti-contrefaçon**

Découvrez les matériaux conçus par cette équipe de recherche technologique, qui peuvent être utilisés dans des dispositifs anti-contrefaçon.

*Avec Samuel Kenzari, ingénieur de recherche CNRS*

**11h15-12h15 : Des appareils sur-mesure pour alléger les alliages métalliques et étudier leurs propriétés**

- Machine de traction-compression couplée à un four

Cet assemblage unique permet de réaliser des essais sur divers alliages métalliques en les chauffant : leur comportement mécanique en fonction de la température, de la microstructure et de la vitesse de sollicitation est ainsi étudié, en vue de potentielles applications pour les industries automobile et aéronautique.

- Four portatif pour analyse *in situ* sur un synchrotron

Ce nouvel appareillage a été spécialement développé par le laboratoire pour suivre les évolutions microstructurales en temps réel des alliages métalliques.

*Avec Benoît Denand, ingénieur d'études CNRS et Sabine Denis, professeur à l'Université de Lorraine*

**12h15-12h45 : Un logiciel spécialisé dans l'analyse d'images, pour détecter et suivre de multiples objets sur une vidéo**

*Avec Romain Baude et Mikaël Desecures, cofondateurs d'Apres solutions, la start-up à l'origine de ce logiciel*

**12h45-14h15 : Buffet, temps d'échanges avec les chercheurs, interviews**

**14h15-16h15 : Le « tube », sorte de jeu de Lego pour les chercheurs en science des matériaux**

- Une plateforme unique au monde pour concevoir de nouveaux matériaux à l'échelle atomique

*Avec Stéphane Mangin, professeur à l'Université de Lorraine, responsable scientifique du tube, et Danielle Pierre, ingénieure d'études CNRS, responsable technique du tube*

- Une partie dédiée au transfert de technologie

Focus sur le partenariat avec la société Viessmann, un fabricant de systèmes de chauffage, afin de réduire les coûts de maintenance des panneaux solaires thermiques (dans le cadre du Labcom ANR Solaris)

*Avec Fabien Capon, maître de conférences à l'Université de Lorraine, Aurélien Didelot, ingénieur au sein du Labcom et Nicolas Portha, responsable production et développement couches solaires chez Viessmann*

**16h15-17h15 : Des capteurs sans fil à base d'ondes élastiques de surface imprimables sur la peau**

*Avec Cécile Floer, doctorante et Omar Elmazria, professeur à Polytech Nancy - Université de Lorraine*

**17h20 : Départ vers la gare, 18h16 : Départ du train de la gare de Nancy**, arrivée à Paris à 19h56

## Thierry Belmonte, directeur de l'Institut Jean Lamour

---



**Thierry Belmonte** est, depuis janvier 2018, directeur de l'Institut Jean Lamour (IJL), laboratoire de recherche en science des matériaux du CNRS et de l'Université de Lorraine. Agé de 51 ans, Thierry Belmonte est directeur de recherche CNRS. Il a débuté sa carrière au sein du Laboratoire de science et génie des surfaces, qui a fusionné en 2009 avec 4 autres laboratoires pour former l'Institut Jean Lamour (IJL). Il a accompagné la création de l'IJL en tant que directeur adjoint de 2009 à 2012. Diplômé de l'Ecole nationale supérieure d'électrochimie et d'électrometallurgie de Grenoble (ENSEEG), Thierry Belmonte a obtenu un doctorat en Génie des procédés de l'Institut national polytechnique de Grenoble avant de rejoindre Nancy.

Spécialiste des plasmas froids, Thierry Belmonte a reçu la médaille de bronze du CNRS en 2002 pour ses travaux visant à décrire les modifications de la surface d'un matériau au contact d'un plasma froid. Acteur reconnu

dans le domaine des nanosciences par plasma, Thierry Belmonte étudie les décharges électriques dans les liquides cryogéniques afin de synthétiser de nouvelles formes de nanoparticules pour des applications liées à l'énergie. Il est notamment l'inventeur d'un procédé de fabrication additive par plasma (Procédé Discribe) permettant de déposer en 3D des multi-matériaux avec des résolutions inégalées à ce jour.

## L'impression 3D au service de la lutte anti-contrefaçon

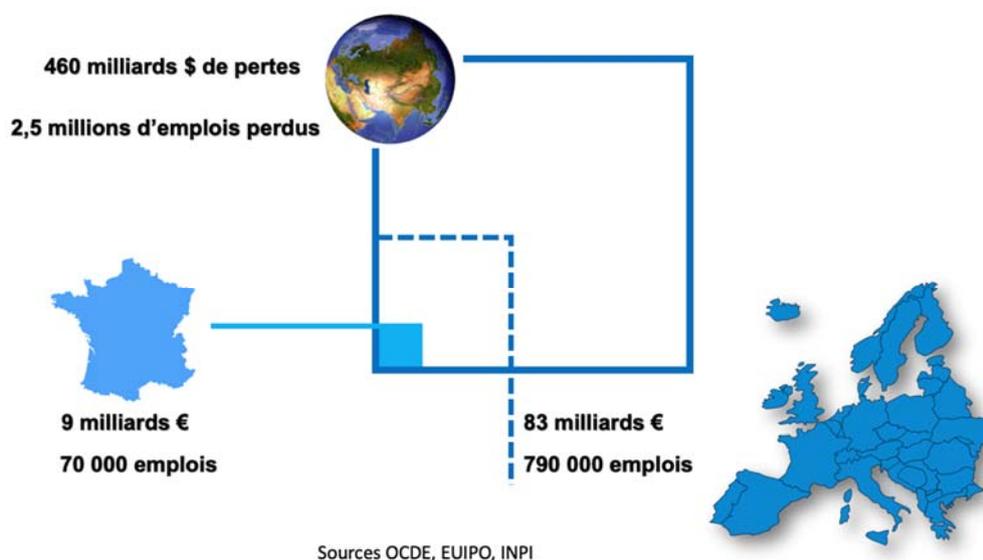
L'équipe de recherche technologique « Matériaux et procédés additifs » (MPA) axe ses travaux sur la recherche exploratoire et le développement de nouveaux matériaux orientés vers les secteurs applicatifs de la fabrication additive (impression 3D/4D) et couplés à une logique d'innovation et de transfert technologique.

### Nouveaux matériaux et protection SAM (Signature & authentification des matériaux)

La recherche et le développement de ces matériaux sont issus à la fois d'un besoin exprimé par un industriel de la fabrication additive confronté à la nécessité de marquer sa production et à l'impossibilité, a posteriori, d'authentifier certaines familles de matériaux complexes développées au laboratoire.

Ainsi, l'idée de créer les matériaux SAM (Signature et authentification des matériaux), pour lutter contre la contrefaçon, est née en 2016.

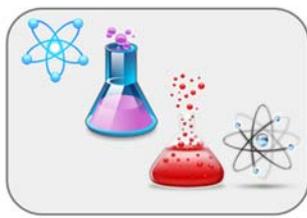
La contrefaçon en quelques chiffres :



Les technologies additives (imprimantes 3D) et toute la chaîne numérique amont sont aujourd'hui aptes à reproduire très précisément des composants dans leur forme et finition. Ceci ouvre une nouvelle porte à la contrefaçon par des équipements de plus en plus accessibles.

Au-delà de l'impact économique et de la dégradation de l'image de marque des entreprises, la non-maîtrise des propriétés physico-chimiques des matériaux employés dans la contrefaçon peut conduire à des non-conformités et des défaillances potentiellement lourdes de conséquences.

Ces nouveaux matériaux SAM s'intègrent parfaitement dans les moyens de lutte anti-contrefaçon par authentification forte.



Elaboration des matériaux anti-copie, anti-contrefaçon



Enregistrement des structures uniques



Authentification et Validation

Ils sont caractérisés par leurs signatures cristallographiques uniques non déchiffrables après leur élaboration. Aucune méthode de caractérisation ne permet aujourd'hui de déterminer précisément leur composition. Ainsi, **chaque matériau peut être utilisé comme une empreinte UNIQUE dans un objet considéré, comme un ADN de synthèse ou une empreinte digitale.**

Enfin, ces matériaux peuvent être adaptés et mis en forme par de nombreuses technologies (impression 3D, injection, etc.). Ils peuvent aussi être envisagés comme additifs pour être utilisés en tant que traceurs anti-contrefaçon dans des peintures, ou encore comme "étiquettes sécurisées" pour l'habillement, les chaussures, les emballages, etc. Finalement, l'utilisation de ces matériaux peut être utile pour lutter efficacement contre la contrefaçon dans tous les secteurs applicatifs qui en sont victimes.



**Samuel Kenzari** a obtenu son doctorat en Science et ingénierie des matériaux de l'Institut national polytechnique de Lorraine en 2006. Ingénieur de recherche CNRS depuis 2012, il travaille à l'Institut Jean Lamour, à Nancy, où il est responsable de l'équipe de recherche technologique Matériaux et procédés additifs (MPA) et de la Plateforme d'élaboration additive en cours de création. Son activité est pleinement centrée sur la recherche et le développement de nouveaux matériaux pour des applications technologiques dans le domaine de la fabrication additive. Cette activité a donné lieu à une quinzaine de brevets en lien avec la fabrication additive, dont trois sous contrat d'exploitation avec une PME locale pour commercialiser des nouveaux matériaux désormais connus sous la dénomination commerciale PAQc®. Samuel Kenzari a reçu en 2014 le Prix régional du chercheur décerné par la région Lorraine.

## Des appareils sur-mesure pour alléger les alliages métalliques et étudier leurs propriétés

---

L'allègement est aujourd'hui une problématique particulièrement importante en métallurgie pour répondre aux défis sociétaux que sont économies d'énergie, préservation des ressources et protection de l'environnement, notamment dans les transports automobile et l'aéronautique. Elle est centrale dans les activités du département « Science et ingénierie des matériaux et métallurgie » de l'IJL comme dans le LabEx DAMAS (cofondé avec le Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux (CNRS/Univ de Lorraine/Arts et Métiers Paristech) situé à Metz) qui vient d'être renouvelé pour cinq ans.

Il existe deux voies pour alléger : soit remplacer les alliages métalliques existants par des alliages plus légers de haute résistance, soit augmenter les propriétés mécaniques des alliages existants. Dans les deux cas, il est nécessaire d'étudier le comportement des alliages lors de sollicitations thermiques et mécaniques proches de celles subies par le matériau dans les procédés de fabrication et de traitements des pièces industrielles. Ainsi, à l'IJL, sont conçus et développés des instruments uniques et originaux comme la **machine de traction-compression haute température** et le **four portatif pour l'analyse *in situ* sur synchrotron**.

### **Machine de traction-compression couplée à un four**

Cet assemblage unique permet de réaliser des essais sur divers alliages métalliques en les chauffant : leur comportement mécanique en fonction de la température, de la microstructure et de la vitesse de sollicitation est ainsi étudié, en vue de potentielles applications pour les industries automobile et aéronautique.

L'appareil fonctionne sous vide ou balayage de gaz pour limiter l'oxydation des alliages. Les essais réalisés permettent d'étudier les interactions entre les contraintes/déformations et les évolutions microstructurales des alliages au cours de traitements thermiques. Ils permettent aussi d'obtenir des données pour alimenter les simulations numériques. Ainsi, par exemple, sont étudiées expérimentalement et simulées numériquement les évolutions microstructurales, les propriétés mécaniques et les contraintes résiduelles lors de traitements thermo-chimiques de cémentation et de carbonitruration d'aciers pour mieux comprendre le rôle du carbone et de l'azote.

Ces travaux ont notamment permis d'augmenter les performances mécaniques des pignons de boîtes de vitesse et ainsi d'alléger les véhicules (partenariats avec AscoMétal et PSA).

### **Four portatif pour analyse *in situ* sur un synchrotron**

Le four transportable sur grands instruments (European Synchrotron Radiation Facility à Grenoble, Desy à Hambourg, Spring-8 au Japon, etc.) a été entièrement conçu et développé à l'IJL. Cet appareil possède depuis fin 2018 un brevet international du fait de ses performances uniques. Combiné à un rayonnement synchrotron, il permet d'obtenir simultanément, au cours d'un cycle thermique contrôlé, des mesures de résistivité électrique et de diffraction des rayons X donnant accès à la nature cristallographique des phases et à leurs états de contrainte. Ceci grâce notamment à la rotation continue de l'échantillon instrumenté. Ces résultats sont particulièrement importants pour le développement de nouveaux alliages et de nouvelles microstructures.

Dans le domaine de l'aéronautique par exemple, réduire la masse de l'aéronef passe par l'augmentation importante de l'utilisation des alliages de titane en remplacement de l'acier et des alliages base nickel. Actuellement, les températures de certaines pièces (mât de réacteur, tuyère de nacelles, disque de compresseur, etc.) dépassent les 600°C sur de longues durées d'exposition, ce qui nécessite le développement de nouvelles solutions matériaux pour répondre aux problématiques d'oxydation, de vieillissement, de tolérance aux dommages ainsi que de tenue mécanique à plus haute température. Dans ce cadre, l'IJL a démarré le projet ANR ALTITUDE avec des partenaires industriels tels que Safran, Airbus, l'Onera et Timet pour développer un nouvel alliage de titane pour des applications hautes températures.



**Benoît Denand** est ingénieur d'études CNRS depuis 2005. Au sein de l'Institut Jean Lamour (IJL), il est responsable d'une plateforme constituée de huit dilatomètres et machines d'essais thermomécaniques permettant de suivre *in situ* les transformations de phases d'alliages métalliques par dilatométrie et résistivité électrique sous sollicitations thermiques et/ou thermomécanique.

Il conçoit par ailleurs des instruments scientifiques en lien avec les thématiques de recherche de son équipe de rattachement. Il est par exemple le principal inventeur d'un four portatif pour analyse *in situ* sur synchrotron, dont un dépôt de brevet international a été obtenu. Il est aussi fortement impliqué dans les projets de recherche portés par l'équipe comme dans l'ANR ECUME, où il débute une thèse dans le cadre de ses activités à l'IJL.

**Sabine Denis** est professeur à l'Université de Lorraine et directrice du Département « Science et ingénierie des matériaux et métallurgie » de l'IJL. Elle travaille sur les couplages transformations de phases - contraintes internes lors des traitements thermiques et thermochimiques des alliages métalliques, et a développé de nombreuses collaborations académiques et industrielles. Elle est aussi directrice adjointe du Labex DAMAS (Design des alliages métalliques pour l'allègement des structures) et membre du bureau du Réseau national métallurgie (RNM) qui rassemble la communauté nationale académique et industrielle de la métallurgie.



## Un logiciel spécialisé dans l'analyse d'images, pour détecter et suivre de multiples objets sur une vidéo

---

Hébergée dans les locaux de l'IJL, APREX solutions est une start-up issue de travaux de recherche du laboratoire et qui bénéficie du conseil scientifique de deux chercheurs de l'IJL. Le premier logiciel d'analyse d'images créé par ses deux fondateurs intègre un algorithme développé à l'IJL.

APREX solutions conçoit des algorithmes et des logiciels pour des applications de développement, optimisation, contrôle et sécurisation de procédés dans des installations industrielles. Son objectif est de contribuer à la transition vers l'industrie 4.0 pour une meilleure rationalisation et une sécurisation accrue de la production.

Le projet APREX a été sélectionné en décembre 2016 par l'Incubateur Lorrain pour être accompagné sur les phases de structuration de l'offre et de l'entreprise en particulier. En novembre 2017, la société APREX sas a été créée à Nancy et a réalisé sa première vente du logiciel APREX TRACK R&D auprès d'un laboratoire de l'Université de San Diego, Californie. A ce jour plusieurs publications dans des revues scientifiques internationales, 3 thèses et un bon nombre de communications en conférences font référence à APREX TRACK R&D.

Installée dans les locaux de l'IJL depuis avril 2018, APREX solutions a remporté en juin 2018 la finale Grand Est du concours Start-up Connexion, organisé par le CNRS, l'AEF et le Réseau national des collèges doctoraux. Après un travail de sécurisation et de fiabilisation du logiciel, les deux entrepreneurs ont créé le logiciel APREX TRACK C&M destiné aux industriels.



**Romain Baude** est Docteur en physique et ingénierie des plasmas. Après un diplôme d'ingénieur en fusion nucléaire dans le cadre du projet ITER, il continue sa spécialisation en instrumentation et en particulier sur l'imagerie jusqu'en 2017 à l'Université de Toulouse et d'Aix-Marseille. En avril 2017, il cofonde APREX solutions.

**Mikaël Désécures** est ingénieur en fusion nucléaire et Docteur en physique. Il a effectué sa thèse et un post-doctorat à l'Institut Jean Lamour sur l'étude des interactions plasma-surface et des procédés de dépôt. Au cours de ses travaux il a développé de nouvelles techniques de diagnostic ainsi que des logiciels d'analyse de données. En avril 2017, il cofonde d'APREX solutions.



## Le « tube », sorte de jeu de Lego pour les chercheurs en science des matériaux

---

### Une plateforme unique au monde pour concevoir de nouveaux matériaux à l'échelle atomique

Les nanomatériaux sont bien connus pour avoir d'extraordinaires propriétés électriques, magnétiques, optiques, thermiques, catalytiques ou/et une forte résistance mécanique, ce qui offre de grandes opportunités pour construire des capteurs pour mesurer, ou surveiller diverses propriétés physiques, chimiques et biologiques. De multiples formes de nanomatériaux, tels que les nanotubes, les nanoparticules, les films minces, les hétérostructures sont largement étudiées et beaucoup reste à comprendre.

Au cours des dix dernières années, en Lorraine, la communauté scientifique des matériaux a particulièrement investi dans la croissance, la structuration et la caractérisation des systèmes multi-matériaux avec un contrôle à l'échelle nanométrique. En effet à cette échelle, il est possible d'atteindre les longueurs critiques de nombreux phénomènes physiques. Les phénomènes qui se produisent alors à cette échelle de longueur intéressent les physiciens, les chimistes, les biologistes, les ingénieurs électriques et mécaniques et les informaticiens, faisant de la recherche fondamentale en nanotechnologie, une activité de pointe en science des matériaux.

Le tube DAUM (dispositif de dépôt et d'analyse sous ultravide de nanomatériaux) développé dans le nouveau bâtiment de l'Institut Jean Lamour permet l'interconnexion sous ultravide de moyens d'élaboration, d'analyse et de nano-structuration et d'équipements environnants de caractérisation de matériaux à l'échelle nanométrique (microscopes, FIB, liquéfacteur, lasers).

Sa longueur (70 mètres) est unique en Europe et se décompose en 40 mètres dédiés à la recherche et 30 mètres au transfert de technologie. 28 enceintes y sont actuellement connectées.

D'un montant total de **13 millions €**, il a été financé par l'Union européenne (via le FEDER), l'Etat, la région Grand Est et la Métropole du Grand Nancy.

Cet outil permet de répondre aux problématiques actuelles de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée dans le domaine des nanomatériaux en couplant des techniques de structuration multi-matériaux à des approches d'analyses multidimensionnelles.



**Danielle Pierre** est ingénieure CNRS en élaboration de matériaux en couches minces. Après avoir assuré pendant près de 15 ans le développement et l'exploitation d'une enceinte d'épitaxie par jet moléculaire, elle propose, en 2006, la réalisation d'un outil alliant élaboration et caractérisation de matériaux à l'échelle atomique, tout en gardant ces matériaux sous ultravide. En 2012, elle fonde et dirige la plateforme de Dépôts et d'analyses sous ultravide de nanomatériaux (DAUM) de l'IJL. Et en 2018 elle se voit décerner la médaille de Cristal du CNRS pour sa contribution, aux côtés des chercheurs, à l'avancée des savoirs et des découvertes scientifiques dans le domaine des nouveaux matériaux pour l'avenir.

© Christophe Cossin / Ville de Nancy

Professeur à l'Université de Lorraine depuis 2008, **Stéphane Mangin** est responsable de l'équipe Nanomagnétisme et électronique de spin de l'IJL. C'est le responsable scientifique du projet « Tube ». Il est également co-fondateur d'un laboratoire international de Nanoélectronique à l'université de Californie, San Diego. Membre du comité scientifique de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Stéphane Mangin a été nommé « fellow » de l'American Physics Society (APS) et membre senior de l'Institut Universitaire de France.



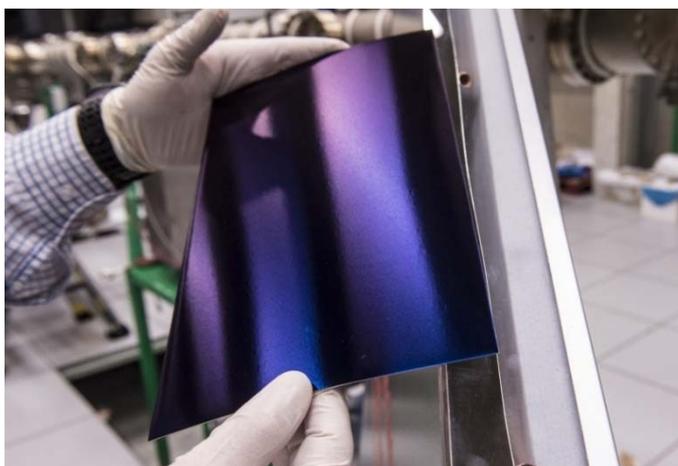
### Partie dédiée au transfert de technologie

Focus sur le partenariat avec la société Viessmann, un fabricant de systèmes de chauffage, afin de réduire les coûts de maintenance des panneaux solaires thermiques.

Implantée sur le tube dans la zone de 30 mètres réservée au transfert de technologie, la machine semi-industrielle de dépôt par pulvérisation cathodique est utilisée dans la cadre du laboratoire commun ANR SOLARIS (Solutions appliquées à la recherche d'innovations solaires).

Développé avec le fabricant de systèmes de chauffage, Viessmann, ce « LabCom » de l'ANR porte sur les capteurs solaires dits thermiques. La vocation première de ces capteurs est la conversion de l'énergie solaire en chaleur directement exploitable pour la production d'eau chaude sanitaire, le chauffage domestique, ou les réseaux de chaleurs. L'action de SOLARIS depuis 2014 a permis le développement, le transfert à l'échelle industrielle, ainsi que la commercialisation de solutions solaires thermiques innovantes.

L'objectif est de **redynamiser le marché du solaire thermique avec les nouvelles fonctions solaires et plus particulièrement une nouvelle génération de capteurs thermochromes** mise sur le marché depuis fin 2016 sous le nom de Vitosol 200 FM. Le capteur intègre une nouvelle couche sélective fonctionnant sur un système vanadium dopé à l'aluminium ThermProtect© permettant une régulation thermique passive (brevet WO 2014140499 A1). La couche solaire est développée en plusieurs étapes : dans un premier temps, les dépôts à l'échelle du laboratoire  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  permettent la compréhension et l'optimisation du matériau, puis la machine semi-industrielle permet l'upscaling des couches. Des prototypes à l'échelle  $\frac{1}{2}$  sont assemblés à partir d'échantillons au format A4, puis testés à l'IJL ainsi que sur le site de test de Viessmann Faulquemont.



Couche sélective d'oxyde de vanadium au format semi-industriel  
© Hubert Raguét / CNRS Photothèque



**Fabien Capon** est maître de conférences à l'Université de Lorraine, et membre de l'équipe « Propriétés optiques et électriques des couches minces pour l'énergie de l'IJL. Ses travaux portent sur la croissance et l'étude des films minces et plus particulièrement la thermochromie et la régulation thermique. Son activité a été marquée par plusieurs contrats de collaboration de recherche avec la société Viessmann Faulquemont SAS qui ont favorisé l'émergence en 2014 du laboratoire commun SOLARIS dont il est le coordinateur scientifique. En 2017, il a reçu avec David Mercs le prix Yves Rocard de la Société française de physique.

Docteur en Sciences et ingénierie des matériaux, **Aurélien Didelot** a effectué sa thèse à l'IJL dans le cadre d'un contrat CIFRE financé par la société Viessmann de 2014 à 2017. Il a ensuite travaillé pendant un an et demi à l'usine de production Viessmann pour continuer le développement et l'amélioration de la couche thermochrome mise au point dans le cadre du laboratoire commun SOLARIS. Il occupe actuellement un poste d'ingénieur de recherche à l'IJL dans le cadre de la consolidation du LabCom.



**Nicolas Portha** est ingénieur couches minces métalliques. De 2011 à 2014, il a eu en charge chez Viessmann Faulquemont SAS l'amélioration du process de la machine de dépôt par pulvérisation cathodique et a contribué aux premiers essais sur le nouvel absorbeur thermochrome. En 2017, il a pris la responsabilité de la production et du développement des couches solaires chez Viessmann.

## Des capteurs sans fil à base d'ondes élastiques de surface imprimables sur la peau

---

L'équipe « Micro et nano-systèmes » développe des capteurs à ondes élastiques de surface (SAW). Ces capteurs présentent l'avantage d'être passifs (batteryless) et interrogeables à distance (wireless). Utilisés à haute fréquence, ils sont aussi de petite taille et peuvent être combinés à un système d'interrogation radio de faible coût et à des antennes, offrant ainsi de nouvelles perspectives pour les mesures sans fil et/ou d'identification RF (RFID).

Plus encore, un choix approprié des matériaux constitutifs permet d'utiliser les dispositifs SAW dans des environnements hostiles, généralement interdits aux capteurs conventionnels dotés d'une électronique embarquée. Une installation en milieux radiatifs, corrosifs, à très hautes températures (> à 500 °C) ou encore à pressions élevées (jusqu'à plusieurs milliers de bars) devient alors possible. Enfin, la technologie Waveguiding Layer Acoustic Wave (WLAW), qui consiste à ajouter deux couches de matériaux sur le dispositif SAW, permet de supprimer le besoin d'encapsulation (packageless). Elle autorise ainsi une miniaturisation extrême du capteur et ouvre la voie à de nouvelles applications notamment dans le domaine biomédical (capteurs implantables, « tattoo ») ou sur le marché de l'loT (Internet of Things), actuellement en pleine croissance. En effet, en plus de la fonction d'identification, des informations sur l'environnement du capteur (température, pression, humidité, etc) ou sur les conditions de transports et de stockage des produits, sont de plus en plus recherchées.

C'est dans ce contexte qu'une **nouvelle classe de dispositifs directement « tatoués » sur la peau a été imaginée**. Fixés de manière harmonieuse (i.e. adaptés mécaniquement) sur le corps humain, ces dispositifs peuvent s'étirer, se plier, se tordre ou se conformer à n'importe quelle forme. Ils font actuellement l'objet de nombreux travaux au sein de l'équipe.



**Omar Elmazria** est professeur à l'Université de Lorraine. Il effectue sa recherche au sein de l'équipe « Micro et nano-systèmes » de l'IJL et son enseignement à Polytech Nancy. Membre émérite de l'Institut universitaire de France (IUF), il a été professeur invité à Simon Fraser University (Colombie-Britannique, Canada), à l'Institut d'acoustique de l'Académie des sciences de Chine (Beijing) et à Central Florida University. Ses recherches actuelles portent sur les dispositifs à ondes élastiques de surface (SAW) pour les systèmes de communication et les applications capteurs. Il gère actuellement plusieurs projets financés par l'ANR, la DGA, l'ISITE Lorraine Université d'Excellence ou la SATT SAYENS visant le développement de la technologie de capteurs sans fil pour des applications industrielles et biomédicales.

**Cécile Floer** est doctorante au sein de l'équipe « Micro et nano-systèmes ». Diplômée en 2016 de l'ENSEM, une école d'ingénieurs spécialisée en électricité et en mécanique, elle travaille aujourd'hui sur le développement d'un capteur de température basé sur le principe des ondes élastiques de surface pour des applications biomédicales. Ses travaux ont été récompensés par une bourse de recherche de l'Association française des femmes diplômées des universités (AFFDU). Elle a également été élue membre de l'AdCom (comité administratif) de la société internationale IEEE UFFC (Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control) pour la période 2018-2020.



## Les principaux partenaires

---

Le bâtiment de l'Institut Jean Lamour et une partie de ses équipements scientifiques ont été cofinancés par :



**UNION EUROPÉENNE**  
Fonds Européen de Développement Régional



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**



L'Institut Jean Lamour est membre de :

