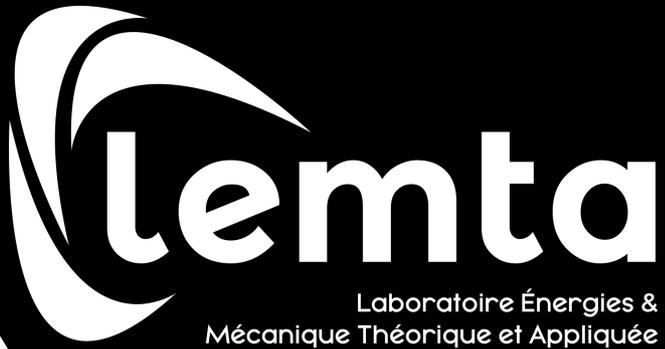


Laboratoire Énergies & Mécanique Théorique et Appliquée



Rapport  
d'activité

2021



# Sommaire



**3**

**Mot du directeur**

**4**

**Chiffres clés**

**5**

**La recherche**

**6**

**Nos équipes & nos compétences**

**11**

**La plateforme Métro'NRJ**

**14**

**Nos projets de recherche**

**22**

**Nos évènements**

**25**

**Nos chercheurs à l'honneur**

**26**

**Les soutenances de thèses**

**28**

**Dans les médias**

**29**

**Vie du labo**

**30**

**Concours photo MécaPixel**

## Le mot du Directeur

Le LEMTA a été créé il y a presque 50 ans et regroupe aujourd'hui 187 collaborateurs : chercheurs, doctorants, post-doctorants, personnels d'appui à la recherche.

Historiquement, notre laboratoire a toujours conduit des actions de recherche dans les domaines de la mécanique et de l'énergie. Nos chercheurs combinent désormais leurs savoir-faire et leurs connaissances avec l'objectif clair de contribuer à la recherche et à l'innovation sur les énergies et la transition énergétique.

Nos spécialistes associent leurs compétences complémentaires en transfert de chaleur et de masse, en mécanique des fluides, des sols, des polymères, en génie électrique, en systèmes électrochimiques ou en Imagerie par Résonance Magnétique. Nous couplons ces compétences dans des approches multi-physiques aux différentes échelles, de la matière aux systèmes énergétiques.

Nos efforts se concrétisent cette année avec notre implication dans les grands projets du Plan d'Équipement Prioritaire de Recherche, nos succès sur les appels à projets à l'ANR ou à l'Europe, le soutien de nos tutelles sur nos projets, ou encore nos nombreux partenariats académiques et industriels. Vous retrouvez nos principaux faits marquants de l'année 2021 dans ce rapport d'activité, accompagnés d'une synthèse de nos compétences en recherche et un clin d'œil sur la vie du laboratoire.



**Pascal Boulet**

# Chiffres clés

**23**

Contrats de recherche

**3**

Nouveaux projets ANR

**2**

Nouveaux projets UE

**78**enseignants  
chercheurs**187**

effectif total

**78**doctorants et  
postdoctorants**31**

personnels d'appui

**1**Plateforme  
météorologique  
**Méto'NRJ****84**publications  
internationales**6**soutenances  
de thèse

# La recherche au LEMTA

Le LEMTA est un laboratoire de recherche en science de l'ingénierie, unité mixte de recherche commune à l'Université de Lorraine et au CNRS (UMR 7563). Spécialisé dans le domaine de la mécanique et de l'énergie, il est l'un des 7 laboratoires du Pôle Énergie Mécanique Procédés Produits de l'Université de Lorraine. Il est également membre de la Fédération Jacques Villermaux et de l'Institut Carnot ICEEL.

## Thématiques de recherche

Nos disciplines de base concernent la mécanique des fluides, des solides, des sols, les transferts de chaleur et de masse, le génie électrique et les systèmes électrochimiques. Le LEMTA met en œuvre une recherche associant les sciences fondamentales et appliquées, des approches disciplinaires et pluri-disciplinaires avec une stratégie résolument tournée vers la transition énergétique. Nous sommes structurés en trois groupes de recherche et une équipe transverse sur l'IRM et ses applications pour l'énergie. Ces recherches sont mises en œuvre par l'action collective de 187 personnes apportant leur soutien et leur engagement à la recherche.

## Des équipements sur mesure

L'ensemble de nos thématiques de recherche s'appuie sur le développement de techniques de mesure innovantes, avec 9 plateaux métrologiques que nous avons réunis en 1 plateforme unique Métro'NRJ. De nombreux équipements expérimentaux sont mis en œuvre : PIV, thermographie infrarouge, vélocimétrie laser, fluorescence induite par laser, rhéo-optique, diffusion de la lumière, thermographie et imagerie multispectrale pour les hautes températures, ou encore IRM et RMN. La modélisation et la simulation numérique sont associées à ces activités expérimentales pour concevoir et caractériser les matériaux, dispositifs et systèmes qui répondront aux enjeux énergétiques de demain.

## Des partenariats industriels et académiques privilégiés

Nos chercheurs collaborent avec de nombreux partenaires institutionnels, centres de recherche et industriels. Ouvertes sur le plan international, nos équipes sont impliquées dans de multiples coopérations avec des laboratoires européens ou mondiaux. Parmi nos partenaires privilégiés figurent notamment Saint Gobain Recherche, le CSTB, l'INRS, avec lesquels nous avons construit des laboratoires communs ou des accords cadres. Nos collaborations industrielles nous lient également à d'autres grands noms de l'industrie parmi lesquels : Airbus, ArcelorMittal, Air liquide, Bosch, EDF, General Electric, Safran, Schneider Electric, Total, Valeo, Vallourec ou encore Dantec Dy-namics, CEA, IRSN, Fives Cryo etc. Le LEMTA participe également à de grands projets européens et à de nombreux programmes de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

# Nos équipes

Le LEMTA est composé de 12 équipes réparties en 3 groupes de recherche + 1 équipe transverse

## MILIEUX FLUIDES RHÉOPHYSIQUE

Écoulements de poudres  
et de suspensions

Rhéologie de matériaux  
nano-microstructurés

Transfert dans les fluides

Fluides et écoulements  
complexes dans l'industrie  
et la nature

## ÉNERGIE ET TRANSFERTS

Modélisation du  
rayonnement & des  
écoulements

Transport de l'énergie  
dans les matériaux,  
interfaces et  
nanostructures

Mécanique des sols,  
géotechnique

Feux

Acoustique

## VECTEURS ÉNERGÉTIQUES

Hydrogène, systèmes  
électrochimiques

Gestion de la chaleur

Gestion de l'énergie  
électrique

# Groupe MILIEUX FLUIDES, RHÉOPHYSIQUE

## Étudier la matière dans tous ses états

Les activités de recherche, ancrées sur nos compétences historiques en mécanique, s'appliquent à différents milieux, principalement aux fluides mais aussi aux solides. Des approches multi-échelles sont utilisées pour décrire leur comportement et les modéliser.

En milieux fluides, ce groupe étudie les phénomènes de transfert interfaciaux de chaleur et de masse entre fluides et parois solides tout en prenant en compte les changements d'état : évaporation, condensation, solidification. Il développe aussi des recherches pour les écoulements à phases dispersées incluant les interactions turbulence/particules, la dynamique des milieux granulaires et suspensions de particules actives ainsi que la stabilité et la transition vers la turbulence des fluides à rhéologie complexe.

En milieux solides, les équipes s'intéressent aux matériaux polymères ou aux matériaux composites à matrice polymère.

Les travaux menés sont à la fois théoriques, expérimentaux et numériques. Le groupe développe des techniques de mesures innovantes pour modéliser :

**Les mécanismes de transfert de chaleur et de masse dans les gouttelettes et dans les sprays**

**Les comportements des fluides complexes dans des écoulements réactifs**

**Les liens entre microstructures et comportement macroscopique en mécanique des suspensions et milieux granulaires**

**Les liens entre les nano/microstructures et le comportement à l'échelle macroscopique pour obtenir une description fine des propriétés (thermo)mécaniques des matériaux polymères et composites solides**



# Groupe ÉNERGIE ET TRANSFERTS

## Transferts de chaleur et de matière

Les activités du groupe sont consacrées à l'expérimentation, la modélisation et la simulation numérique de systèmes mettant en jeu le transfert de chaleur et de masse.

Le groupe développe des travaux de recherche théoriques et appliqués, pour une très grande variété d'applications et d'échelles, du microscopique au gigascopique, avec pour objectif une meilleure compréhension des phénomènes liés aux transferts d'énergie.

Parmi les activités phares du groupe Energie et Transferts, on trouve des applications dans les domaines suivants :

- l'inflammation, la **propagation des feux** et la lutte contre les incendies
- la modélisation et la **caractérisation des sols**
- la modélisation et la caractérisation des **matériaux nano et micro-structurés** pour l'énergie,
- les écoulements réactifs dans les milieux poreux complexes tels que les **réservoirs souterrains**,
- la **propagation du rayonnement** dans les milieux semi-transparents,
- la **caractérisation acoustique** des parois à relief et l'évaluation des performances des appareils auditifs



Étude des feux de façades sur maquette  
"Laser, wind and fire" © Simon Becker

# Groupe VECTEURS ÉNERGÉTIQUES

## Utiliser de nouvelles énergies performantes et renouvelables

Les activités du groupe s'appliquent aux trois vecteurs énergétiques : chaleur, hydrogène et électricité. L'idée centrale qui structure ce groupe est d'aborder des problématiques transverses qui concernent 2 familles d'applications principales :

- **Les micro-réseaux d'énergie multi-sources et multi-vecteurs**
- **L'optimisation du fonctionnement et/ou l'accroissement de la durée de vie des composants et systèmes énergétiques**

Les micro-réseaux d'énergie multi-sources et multi-vecteurs sont des systèmes à puissance et autonomie limitées avec de fortes contraintes de fiabilité et de disponibilité. Leur fonctionnement optimal repose sur une bonne intégration des caractéristiques des éléments de production, de conversion et de stockage de l'énergie.

Quelle que soit leur nature – thermique ou électrochimique –, les convertisseurs énergétiques sont en forte interaction avec le système dans lequel ils sont intégrés : dans certains cas, ils imposent une architecture adaptée à leur fonctionnement, dans d'autres cas ils doivent s'adapter à leur environnement énergétique.

Le groupe Vecteurs Energétiques cherche à tirer le meilleur parti de cette intégration pour aborder les axes suivants :

- **Réduire ou limiter les sollicitations du système qui affectent la durée de vie de ses composants, ou accroître la durée de vie par la mise en place d'une architecture du système plus adaptée**
- **Augmenter les performances des éléments de conversion par une meilleure adéquation des sources d'énergie et du réseau**
- **Déterminer les propriétés thermiques des systèmes y compris leur fonction de transfert**



# Équipe transverse IRM POUR L'INGÉNIERIE

## Observer les écoulements et les transferts à travers la matière opaque avec la RMN

La RMN est un outil efficace pour sonder les matériaux opaques, souvent complémentaire des autres métrologies utilisées au laboratoire, elle permet d'obtenir des informations sur la structure et la dynamique depuis l'échelle moléculaire - spectroscopie RMN - jusqu'à l'échelle millimétrique - imagerie IRM.

Notre équipe IRM pour l'Ingénierie apporte son savoir-faire et ses équipements à l'ensemble des équipes de recherche pour permettre l'étude de systèmes fluides au sein de milieux poreux, de fluides à rhéologie complexe, d'écoulements, de matériaux pour l'énergie, etc.



*Vue en coupe d'un spectromètre RMN 200 MHz  
© Lemta*

# La plateforme Métro'NRJ

Le LEMTA a regroupé ses moyens expérimentaux dans une plateforme métrologique, organisée en 9 plateaux techniques : la plateforme Métro'NRJ. Nos chercheurs y développent des techniques de mesure particulièrement innovantes. Cette plateforme offre, tant en interne qu'en externe, un ensemble de dispositifs expérimentaux et des moyens humains au service de la recherche et de nos partenaires industriels.

**CARACTÉRISATION THERMIQUE ET OPTIQUE DES MATÉRIAUX ET SYSTÈMES**  
Déterminer les propriétés physico-chimiques et thermiques des matériaux complexes dans des conditions thermiques extrêmes de flux et de température à l'aide de techniques de mesure multi-échelles

**DIAGNOSTICS LASER ET TRANSFERTS**  
Concevoir des techniques de mesure optique qui reposent sur l'interaction rayonnement/matière et la diffusion de la lumière

**MÉCANIQUE DES SOLS**  
Associer les facteurs environnementaux au développement d'essais avancés en mécanique des sols et géotechnique

**HYDROGÈNE ET SYSTÈMES ÉLECTROCHIMIQUES**  
Étudier les performances et les conditions de vieillissement des piles à combustible et des électrolyseurs en analysant les phénomènes de transferts de charge, de chaleur et de matière

# La plateforme Métro'NRJ

...suite

## MICROGRID MULTIVECTEURS

Penser et développer des architectures de puissance optimales au service de l'efficacité énergétique et de la qualité du réseau électrique tout en tenant compte de 3 facteurs clés : durabilité, disponibilité et fiabilité

## SCIENCES DES INCENDIES

Étudier les feux et la réaction au feu des matériaux pour comprendre le rayonnement thermique des flammes et les mécanismes d'inflammation, de propagation et d'extinction.

## RHÉOLOGIE FLUIDE

Observer les fluides complexes tels que les gels, les milieux granulaires, les poudres, les émulsions, les suspensions de particules y compris actives, pour définir les lois de comportement qui les caractérisent à l'aide de méthodes optiques en particulier

## RHÉOLOGIE SOLIDE

Étudier les propriétés thermomécaniques des matériaux polymères et composites pour connaître leur comportement dans différentes conditions au moyen d'essais mécaniques couplés à des méthodes optiques

## SPECTROSCOPIE ET IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

Observer et mesurer des écoulements, des températures et des vitesses dans des milieux opaques avec les méthodes RMN et IRM.

**Notre point fort :**  
**concevoir**  
**des techniques**  
**expérimentales**  
**uniques**  
**et sur mesure**

## 3 nouveaux projets ANR

### **BIOCIDES | Nouvelle stratégie de remédiation du biocolmatage en milieu poreux : application à la géothermie**

D'ici à 2028, la part de la géothermie dans le mix énergétique sera doublée. Atteindre cet objectif ambitieux nécessite d'optimiser l'efficacité des installations dont l'un des problèmes majeurs concerne la circulation des fluides géothermiques dans les sols. Les microorganismes évoluant dans ces milieux poreux forment des biofilms qui se développent dans les pores, les colmatent et entraînent une réduction du débit de production. Pour y remédier, des agents biocides sont injectés mais se révèlent peu efficaces.

Le projet BIOCIDES propose une approche expérimentale couvrant un large spectre d'échelles d'espace et de temps pour enrichir les connaissances fondamentales des mécanismes de biocolmatage et leur remédiation en milieu poreux. Les méthodes issues des sciences de base et maîtrisées par le consortium, résolument pluridisciplinaire, permettront de déterminer de nouveaux indicateurs d'efficacité de traitement de biocides en milieu poreux et de limiter ainsi leur impact environnemental.

Projet multidisciplinaire en collaboration avec le LCPME et l'IFPEN

Coordonné par le LEMTA, il est porté par Nicolas LOUVET et Jean-Christophe PERRIN.

### **CONVINCES | Influence de la convection dans des suspensions de Matériaux à Changement de Phase microencapsulés pour des applications urbaines de génie civil**

L'objectif du projet CONVINCES est d'étudier des systèmes réversibles, refroidissant pendant les vagues de chaleur / réchauffant pendant le givrage dans des lieux urbains stratégiques via l'écoulement d'une suspension de matériaux à changement de phase microencapsulés (mPCM) dans la couche drainante. Les Matériaux à Changement de Phase MCP présentent un grand intérêt dans les applications liées à la gestion thermique, notamment le stockage/destockage de l'énergie via la chaleur latente dégagée (ou absorbée) lors du changement de phase. Coordonné par Christel MÉTIVIER, ce projet réunit un consortium de 5 laboratoires : LEMTA, ICube, CERTES, Université Gustave Eiffel et Cerema.

## 3 nouveaux projets ANR

...suite

### Projet FIREPLUME | Simulation numérique d'urgence de panaches incendie, de l'identification des sources à leur dispersion

Ce projet propose l'analyse et la caractérisation de la source de l'incendie en termes d'émissions toxiques et la quantification de son impact. L'objectif principal est d'apporter des réponses scientifiques relatives à des questions opérationnelles et technologiques en développant une plateforme de prévision des conséquences d'un incendie industriel et de réponse d'urgence, basée sur la simulation.

Piloté par le laboratoire CORIA à Rouen, ce projet regroupe le LEMTA, l'INERIS et le SPE de l'Université de Corse. Il a pour but de définir les agents polluants dans un incendie industriel et d'étudier leur dispersion dans l'atmosphère.

L'équipe Feux du LEMTA intervient pour caractériser les feux et évaluer la quantité de fumée produite par l'incendie. Elle apportera son expertise sur la simulation numérique des feux et son expérience en matière d'Intelligence Artificielle appliquée aux sciences de l'incendie



## 2 nouveaux projets européens

### ESFR Simple

### European Sodium Fast Reactor

### Safety by Innovative Monitoring, Power Level flexibility and Experimental research

Le projet européen ESFR SIMPLE vise à remettre en question la conception actuelle du réacteur rapide européen au sodium (ESFR) afin d'en améliorer la sécurité et l'économie par la mise en œuvre de technologies innovantes.

Dans la continuité du projet européen ESFR SMART (Safety Measures Assessment and Research Tools) qui se termine en 2022, les équipes du LEMTA, déjà engagées dans le précédent consortium, ont participé au montage de ce nouveau projet.

En s'appuyant sur les connaissances acquises lors du projet SMART, l'objectif est de développer une nouvelle version de réacteur à neutrons rapides (RNR) mais modulaire et de petite taille appelée ESFR-SMR (Small Modular Reactor).

Au LEMTA, nous travaillons depuis 15 ans sur la sûreté des réacteurs de type REP (réacteur à eau pressurisée) constituant le parc actuel, mais également sur ceux du futur en collaboration avec le CEA. Dans ce projet, nous étudierons deux aspects distincts :

- l'aide à la conception du plateau récupérateur qui est un dispositif destiné à contenir le corium si un accident devait mener à la fusion du cœur (Michel GRADECK & Nicolas RIMBERT, équipe "Transferts dans les fluides")
- les propriétés thermophysiques du combustible à hautes températures (Benjamin RÉMY, équipe "Gestion de la chaleur")



## 2 nouveaux projets européens

...suite

### MG-Farm

#### Smart stand-alone micro-grids as a solution for agriculture farms electrification



LEAP-RE (Long-term Europe-Africa Partnership on Renewable Energy), cofinancé par l'Union européenne dans le cadre d'Horizon 2020, vise à accroître l'utilisation des énergies renouvelables grâce à un ensemble équilibré de projets de recherche, de démonstration et de transferts de technologies sur les deux continents. Suite à son appel à projets lancé en janvier 2021, le LEMTA fait partie des propositions sélectionnées avec son projet MG-FARM « Les micro-réseaux autonomes intelligents comme solution pour l'électrification des exploitations agricoles », porté par Serge PIERFEDERICI, au côté de Lotfi BAGHLI du GREEN .

L'Algérie et le Maroc ont des plans ambitieux pour moderniser le secteur agricole dans le but d'assurer la sécurité alimentaire, d'accroître et de diversifier les exportations. En raison des rôles importants de l'énergie et de l'eau dans le développement de l'agriculture, la réalisation de ces objectifs dépend fortement du développement durable. Ce projet concerne le développement de micro-réseaux intelligents basés sur les énergies renouvelables pour soutenir le développement durable des trois secteurs : énergie, eau et agriculture.

L'objectif principal est d'adapter le système au profil de charge et aux stratégies de stockage des pratiques agricoles modernes et durables et de répondre aux besoins typiques tels que le pompage, l'irrigation et le refroidissement. En outre, le processus entre la production, la distribution et le stockage de l'électricité et de l'eau sera optimisé, par exemple en identifiant d'autres sources d'énergie renouvelable et d'eau, mais aussi en utilisant des réservoirs et des chambres de refroidissement comme moyens de stockage. Les possibilités d'utilisation locale de l'énergie excédentaire produite dans le micro-réseau au cours des différentes saisons, par exemple dans les fermes ou les habitations voisines, seront explorées ainsi que les conditions idéales de connexion au réseau national. Cela permettrait l'injection de puissance ou la mise en place de différents services au réseau (par exemple, la restauration de la fréquence ou de la tension du réseau) à la demande à l'aide d'un système de stockage tampon.

# PEPR-H2 | Programmes & Équipements

## Prioritaires de Recherche "Hydrogène Décarboné"

17

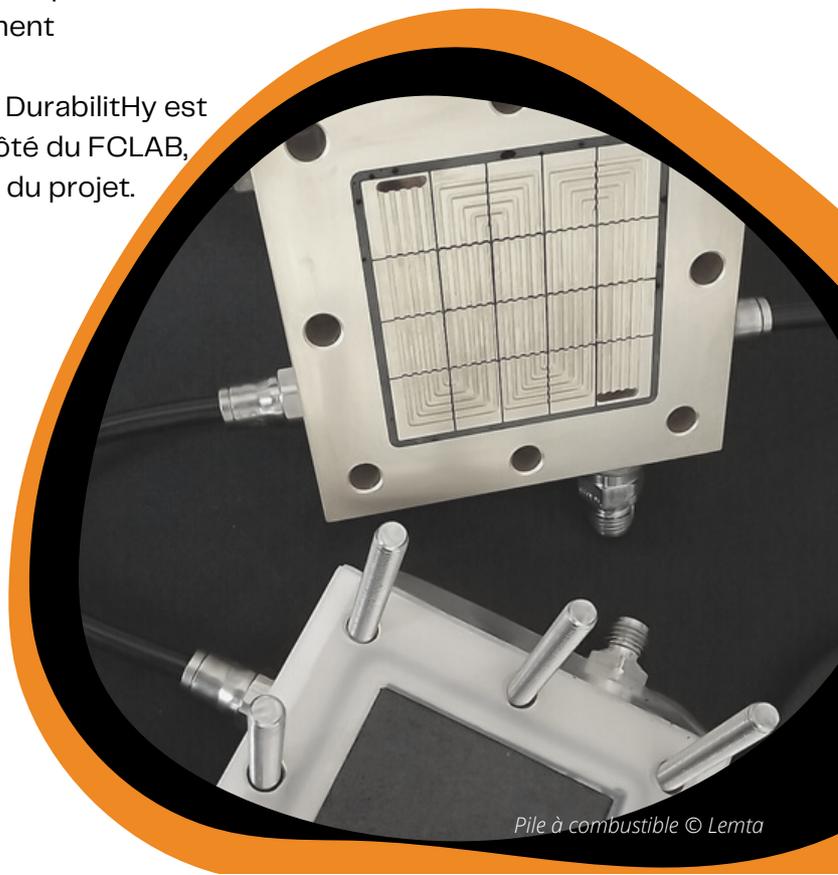
Outils de structuration de la recherche nationale dans des domaines scientifiques jugés prioritaires, le PEPR-H2 répond aux objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie, à travers la mise en place d'une filière hydrogène décarbonée à l'aide de plusieurs types de projets et instruments de financement complémentaires.

Le LEMTA contribue au PEPR-H2 par l'intermédiaire de l'EquipPEX+ DurabilityHy et du projet PEMFC95. Le projet PEMFC95 a pour objectif principal de parvenir à faire fonctionner durablement une pile à combustible de type PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) à une température de 95°C. Confié à un consortium dont l'expertise, les compétences et les équipements sont reconnus mondialement, il est porté par le LEMTA à Grenoble et regroupe 9 laboratoires académiques et 3 laboratoires du CEA pour une durée de 5 ans. Dans ce projet, le LEMTA est responsable des tests liés au vieillissement des assemblages membrane-électrodes, en utilisant les cellules segmentées et les bancs d'essais automatisés développés par le laboratoire depuis de nombreuses années.

Les EquipPEX+ sont des programmes d'investissement d'équipements de haute qualité gérés par l'ANR.

Prévu pour une durée d'environ 8 ans, l'EquipPEX+ DurabilityHy est porté par le laboratoire LAPLACE à Toulouse, au côté du FCLAB, de FEMTO-ST, de l'IMFT et du LEMTA partenaires du projet.

Il permettra au LEMTA d'acquérir un nouvel imageur type IRM [projet également soutenu par le Pôle EMPP et la Région Grand Est] et de continuer à faire évoluer les bancs hydrogène de son groupe de recherche "Vecteurs Énergétiques". Aux côtés de laboratoires qui travaillent essentiellement à l'échelle de systèmes électrochimiques complets et de grande taille (LAPLACE, FCLAB et FEMTO-ST), le LEMTA et l'IMFT ont mis en avant leur capacité à réaliser des travaux plus fondamentaux à l'échelle de la cellule électrochimique élémentaire et de ses composants : membranes, électrodes et couches de diffusion.



# Autres projets phares 2021

## **Programme ASTRID : Projet VERGLAS | Développement d'un nouveau système de lutte contre le givrage des avions basé sur un actionneur plasma**

Dans ce projet, la stratégie consiste à intensifier les transferts de chaleur entre le plasma et le givre en agissant à la fois sur le matériau et l'actionneur plasma. Dans ce cadre, le LEMTA apportera ses compétences en développement de diagnostics optiques pour caractériser les différents mécanismes de transferts de chaleur et de masse entre le plasma, la glace et le matériau. Ces résultats inédits permettront d'orienter par la suite l'élaboration de nouveaux matériaux et la configuration du plasma favorisant la conversion électrothermique. Le nouveau concept ainsi optimisé sera éprouvé en conditions aéronautiques givrantes à l'aide des installations de DGA EP. Sur le long terme, VERGLAS vise à apporter une contribution au programme européen EURODRONE en proposant une nouvelle technologie de protection contre le givrage.

Porté par le LEMTA et coordonné par Alexandre LABERGUE, ce projet réunit un consortium composé de l'Institut Jean Lamour, l'Institut Pprime et le centre de DGA EP.

## **Projet AUDACE | Auto-Diagnostic Après un Choc Engommageant**

Dans le cadre de la modernisation de la gestion des ponts du territoire national, AUDACE est lauréat de l'appel à projets « Ponts connectés » piloté par Cerema.

Pour rendre la maintenance des ponts plus sûre, plus efficace et moins coûteuse, de nouvelles méthodes et outils sont indispensables.

Le LEMTA et SNCF Réseau (gestionnaire de ponts) sont partenaires de ce projet coordonné par SISGEO, spécialiste du développement d'instrumentation des ouvrages de génie civil. Porté par Adel ABDALLAH de l'équipe Mécanique des sols – géotechnique au LEMTA, ce projet prend en charge spécifiquement le développement des modèles de traitement des données basés sur l'Intelligence Artificielle. AUDACE a débuté en mai 2021 pour une durée de 2 ans.

# Autres projets phares 2021

...suite

## Projet interdisciplinaire MITI CNRS

(Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires)

### Projet FAME | Fabrication d'Assemblages Membranes Electrodes

Le projet FAME s'inscrit dans le cadre de la valorisation du CO<sub>2</sub> par une approche plus respectueuse de l'environnement en utilisant des catalyseurs biologiques. Il a pour objectif la construction de cellules électrochimiques originales capables d'assurer l'électrocatalyse enzymatique du CO<sub>2</sub> grâce à un assemblage membrane électrodes à enzymes issu de la technologie des électrodes pour piles à combustibles. Ce projet exploratoire réunit les compétences et savoir-faire des chercheurs de l'équipe Hydrogène et Systèmes Électrochimiques, Feina XU et Gaël MARANZANA au côté de Christophe INNOCENT de l'IEM à Montpellier. Ce projet a débuté fin mars 2021 suite à l'obtention du soutien financier de la MITI du CNRS et a été reconduit en 2022..

## Région Grand Est | FRCR Projet HyPE

(Fonds Régional de Coopération pour la Recherche)

Le 18 mars 2021 a eu lieu la réunion de lancement du projet FRCR HyPE (2021–2024) porté par l'IJL et regroupant une dizaine de laboratoires du Grand Est. Ce projet vise à articuler les compétences et les équipements des différents partenaires autour d'axes thématiques pluridisciplinaires complémentaires centrés sur la compréhension des mécanismes aux interfaces sur toute la chaîne de l'hydrogène de la production par électrolyse jusqu'à la reconversion en électricité et chaleur dans les piles à combustible. Au sein du LEMTA, les équipes Hydrogène et systèmes électrochimiques et IRM participent à 3 volets du projet :

- la production de l'hydrogène par l'électrolyse PEM en mettant en œuvre les matériaux électrocatalytiques développés dans le cadre du projet,
- le stockage et la compression de l'hydrogène sur différents matériaux carbonés,
- la production d'électricité dans des piles à combustible à base de catalyseurs sans métaux nobles fabriqués par les partenaires du projet.

# Autres projets phares 2021

...suite

## ActiMic : Actionneur haute vitesse connecté aux Microgrids

Ce projet s'intéresse au pilotage des machines synchrones à aimants permanents (MSAP), à vitesse de rotation élevée. Ces moteurs électriques ont une densité de puissance élevée et sont fréquemment utilisés dans les applications embarquées comme les voitures ou les avions

Il repose sur la complémentarité de 2 équipes de recherche du GREEN et du LEMTA. La thématique « pilotage des moteurs à haute vitesse » pour les différentes applications industrielles, est un domaine de recherche porté par le GREEN. La thématique « microgrid embarqué » utilisé dans les applications avioniques, les trains et les véhicules électriques est un domaine de recherche développé et étudié au LEMTA.

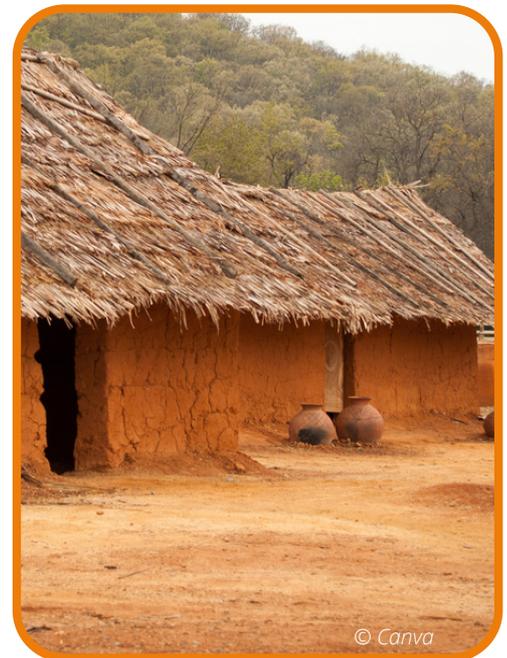
Ce projet soutenu par le Pôle EMPP permet donc de développer une étude commune d'un actionneur électrique connecté sur un microgrid DC en considérant les problématiques associées à une vitesse de rotation élevée des machines électriques ainsi que celles liées aux interactions entre la commande de l'actionneur et les éléments passifs d'un microgrid.

## Évaluation des coefficients d'absorption acoustique du poto-poto

En 2021, l'équipe Acoustique a initié une collaboration avec le département de Physique de l'Université de Yaoundé au Cameroun sur une thématique portant sur l'évaluation de l'absorption acoustique de murs constitués de terre et de végétation locales.

Des travaux ont porté cette année sur l'évaluation des coefficients d'absorption acoustique d'un nouvel éco-matériau, le poto-poto, en vue de son utilisation pour le traitement acoustique des locaux.

Le poto-poto est un matériau naturel constitué de deux matériaux : la terre mouillée et malaxée sous forme d'adobe et les fibres de bambou.



# Partenariat à l'international

## Partenariat de recherche international officialisé avec la Thaïlande En collaboration avec le GREEN



Initiée il y a près de 20 ans par les chercheurs du GREEN, la coopération scientifique avec l'Université Thaïlandaise « King Mongkut's University of Technology North Bangkok » implique le LEMTA depuis 2018. Si le thème scientifique initial est l'énergie électrique en général, la coopération concerne particulièrement l'électronique de puissance, les piles à combustible, les machines électriques et se tourne actuellement vers les entraînements électriques pour la mobilité électrique, l'hydrogène comme vecteur énergétique ainsi que les micro-réseaux d'énergie, thématique dans laquelle le LEMTA est impliqué, ainsi que l'électronique de puissance appliquée à la gestion de l'énergie électrique dans les systèmes électrochimiques.

Plusieurs projets communs ont été menés au fil des ans, notamment des projets PHC (Partenariat Hubert Curien) et des thèses de doctorat pour jeunes chercheurs thaïlandais.

Cette collaboration a été officialisée le 23 octobre 2021 par la signature d'un IRP (International Research Partnership) entre l'Université de Lorraine et l'Université thaïlandaise KMUTNB.

La signature s'est déroulée 100% en ligne en raison des conditions sanitaires.

# Évènements

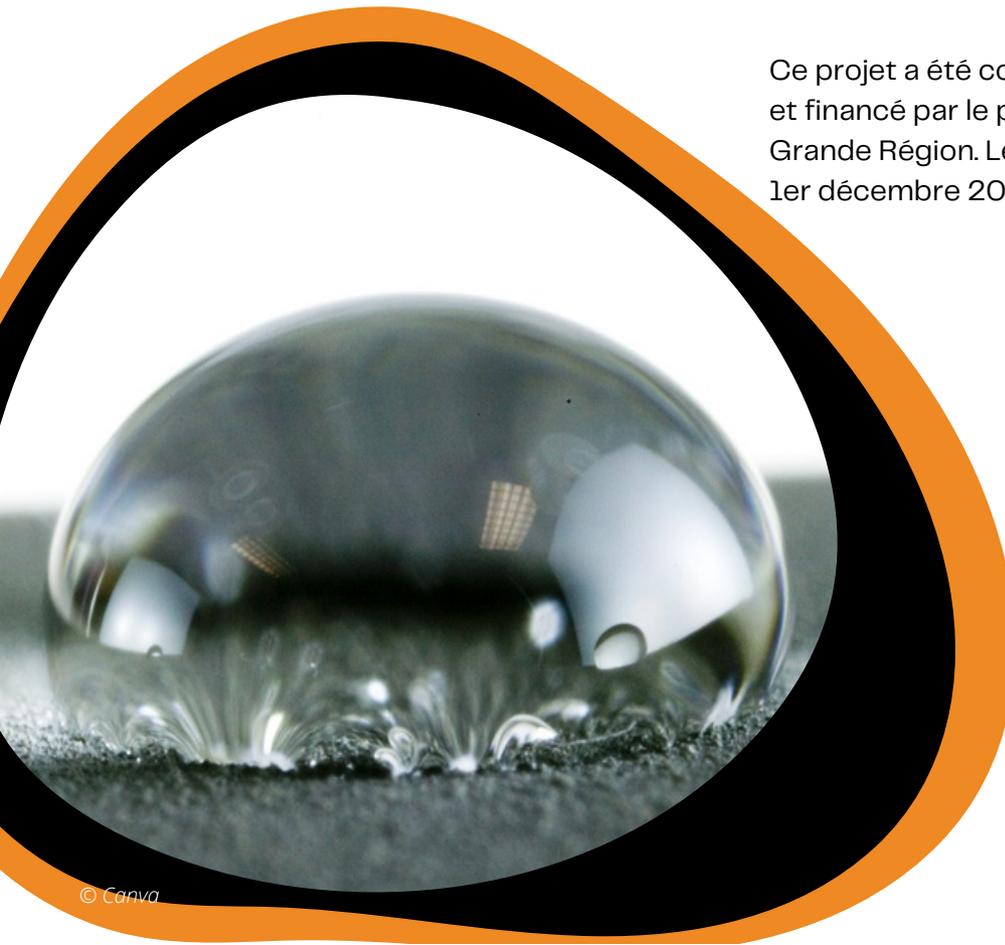
## **Symposium de clôture du projet Européen PowderReg (2017 – 2021)**

### **Fédérer les expertises transfrontalières pour mieux comprendre le comportement des écoulements de poudres dans l'industrie**

Lancé en 2017 à l'initiative de Sébastien Kiesgen De Richter, le projet européen PowderReg avait pour objectif de promouvoir le développement d'une filière transfrontalière de recherche d'excellence dans le domaine de la rhéologie des milieux granulaires. Ce projet consistait à caractériser les poudres et les milieux granulaires dans l'industrie pour comprendre leur comportement dans différentes conditions. Il a permis d'optimiser les procédés de mise en œuvre des poudres en proposant des solutions innovantes pour faciliter leur approvisionnement, leur stockage et leur traitement.

Ce projet a été coordonné par l'Université de Lorraine et financé par le programme européen Interreg VA Grande Région. Le symposium de clôture s'est tenu le 1er décembre 2021 à Pont-à-Mousson.

A cette occasion, le consortium composé de cinq universités de la Grande Région (Universités de Lorraine, de la Sarre, de Liège, du Luxembourg, de Kaiserslautern) et des partenaires industriels (NovaCarb, Granutools) s'est réuni pour présenter les derniers résultats afin d'établir le bilan des réalisations, comme la création d'un démonstrateur, équipement mutualisé à disposition des industriels de la Grande Région.



# Évènements

...suite

## 30èmes Journées du GDR Feux à Paris

L'équipe Feux est membre actif du GDR Feux du CNRS depuis sa création en 2005. Dans ce cadre, elle a organisé, en 2021, deux journées de rencontres dont les 30èmes Journées du GDR Feux à Paris qui ont rassemblé 85 participants.

Ces rencontres sont l'occasion, pour l'ensemble des acteurs s'intéressant à la sécurité incendie (de l'opérationnel au chercheur académique), de partager leurs expériences dans le domaine et d'identifier les verrous scientifiques et techniques de cette filière.



© Lemta

## International Summer School "Hydrogen Nancy"

Organisée depuis 2018 par le LEMTA en alternance avec l'institut FEMTO-ST de Belfort, l'École d'été internationale « Hydrogen Nancy » labellisée FCLAB s'est tenue en juillet 2021 [en distanciel] pour la 2ème fois. Sous l'impulsion des équipes Hydrogène Systèmes Electrochimiques et Gestion de l'Énergie Électrique du LEMTA, avec l'appui d'Heathcliff DEMAIE, chargé de projets Hydrogène-énergie de Lorraine Université d'Excellence (LUE), cette école a porté sur différents systèmes électrochimiques tels que les piles à combustible (PEMFC, borohydrure, alcalins...), les électrolyseurs, les compresseurs électrochimiques et les batteries à flux continu, avec leur apport dans la conception, le dimensionnement et la gestion des microgrids.

Ce format d'enseignement proposé aux doctorants et jeunes chercheurs sur 4 à 5 jours vise à fournir une vue d'ensemble et une base d'échange avec des professionnels de la filière hydrogène provenant d'institutions publiques et privées, locales et européennes et d'aborder les différentes facettes de l'hydrogène énergie sous forme de séminaires.

# Évènements

...suite

## L'expertise du LEMTA aux Rendez-vous Carnot



© Carnot Icéel

Les Rendez-vous Carnot permettent aux entreprises, petites et grandes, de trouver un accompagnement en R&D en réponse à leurs besoins d'innovation. En 2021, ils ont eu lieu les 17 et 18 novembre à Lyon. Sous l'impulsion de l'institut Carnot ICEÉL, le LEMTA a répondu présent à ces deux journées, représenté par Julia MAINKA et Thierry BOILEAU. Nos 2 enseignants-chercheurs se sont attachés à présenter les différents domaines d'expertise du laboratoire, notamment les domaines liés à la transition énergétique qui ont suscité l'intérêt de start-up et de PME (ASTRIIS, Electro-Ohms, etc.), des Centres de recherches technologiques (Cerfav, etc.) et des Centres de recherche public (Onera, IFP Énergies nouvelles, etc.), mais également de grands groupes (Total Énergie, etc.).

## Journée formation de la Fédération hydrogène : la vision académique

La première rencontre de la Fédération de Recherche « hydrogène » du CNRS sur la « formation » s'est tenue le 16 décembre 2021 à l'Hôtel de l'industrie à Paris.

Objectif : établir une cartographie, un tour de France des diverses formations existantes dans le domaine de l'hydrogène, mais aussi des projets en cours.

Acteur majeur de la Région Grand Est dans cette filière, le LEMTA – représenté par Julia MAINKA, Maître de conférences à l'Université de Lorraine et responsable de l'équipe Hydrogène, systèmes électrochimiques – a présenté le panorama des formations de la région, et plus particulièrement celles proposées par l'Université de Lorraine.

Sa deuxième intervention avait pour objectif de présenter l'École d'été internationale «Hydrogen Nancy» labellisée FCLAB et organisée depuis 2018 par le LEMTA en alternance avec le laboratoire FEMTO-ST à Belfort.

# Nos chercheurs à l'honneur

## Sébastien Kiesgen de Richter

### Lauréat de l'Institut Universitaire de France au titre de l'innovation

Depuis 2018, Sébastien et son équipe de recherche travaille sur la rhéophysique et les écoulements de dispersions granulaires par des approches multi-échelles couplant des travaux expérimentaux, numériques et de modélisation. De son côté, il s'intéresse plus particulièrement à la possibilité de contrôler les écoulements de milieux granulaires pour leur utilisation dans les procédés de fabrication et de mise en œuvre de produits à haute valeur ajoutée.

Cette nomination à l'IUF va lui permettre de renforcer et de créer de nouvelles collaborations avec des laboratoires nationaux et internationaux de tout premier plan, et de se concentrer sur l'apport de réponses scientifiques concrètes aux problématiques majeures rencontrées. Avec le soutien du LEMTA, il pourra pérenniser son activité de recherche pour les cinq prochaines années, et ancrer sa thématique à l'international en continuant à mener une recherche de qualité et innovante dans le domaine des milieux granulaires.



## Lucas Terrei

### Prix de thèse de l'ED SIMPPÉ au titre de l'innovation

Lucas a débuté un doctorat au sein de l'équipe Feux en partenariat avec le CSTB. Cette thèse avait pour objectif l'étude du comportement au feu du matériau bois, de son inflammation à son extinction, en passant par sa dégradation, sujet source d'applications essentielles pour l'usage du bois en construction. Les premiers travaux liés à des sujets fondamentaux ont permis de développer une méthode innovante avec des micro-thermocouples intégrés dans le matériau massif. Cette innovation a fait l'objet d'une publication scientifique et d'un dépôt de brevet. L'étude expérimentale de l'extinction du bois a permis la mise en œuvre d'un nouveau dispositif breveté nommé "cône coulissant", appareil original pour l'étude de la dégradation des matériaux. Une thèse brillante avec six publications internationales et deux dépôts de brevets !



# Nos chercheurs à l'honneur

...suite

## Balbine Maillou

### Nouvelle enseignante-chercheuse de l'équipe Acoustique

En septembre 2021, Balbine a rejoint l'équipe Acoustique qui l'avait accueillie comme post-doctorante de 2017 à 2019. Maître de conférences, elle enseigne la physique à l'École d'audioprothèse de la Faculté de Pharmacie de Nancy et contribue à développer une plateforme expérimentale de simulation de perception auditive appareillée afin d'évaluer l'efficacité des algorithmes de rehaussement de la parole dans les appareils auditifs. Sa problématique de recherche est la prédiction et l'évaluation de l'intelligibilité de la parole en sortie d'appareils auditifs pour les personnes malentendantes appareillées, à l'aide de critères objectifs.



## Olivier Farges

### Ambassadeur des données ouvertes de l'Université de Lorraine

Le réseau d'ambassadeurs des données a été lancé en février 2021. Les ambassadeurs des données sont des enseignants-chercheurs et ingénieurs sensibilisés aux questions de gestion et d'ouverture des données de la recherche. Ils constituent un réseau de proximité au sein des laboratoires, proposent un accompagnement sur les données de la recherche et développent une approche disciplinaire de la question.

Olivier représente le LEMTA et travaille à promouvoir l'entrepôt de données initié par l'Université de Lorraine et à développer les bonnes pratiques autour de l'ouverture des données de la recherche. Cet hébergeur institutionnel pour les données de la recherche des laboratoires rentre dans le cadre de la politique nationale pour la Science ouverte.



# 6 soutenances de thèses en 2021

12 janvier

**Mylène ROBERT**

"Impact des dégradations et du vieillissement sur les propriétés des membranes PFSA pour piles à combustible"

Directeurs : Olivier LOTTIN,  
Jean-Christophe PERRIN

28 janvier

**Alexandre LECOANET**

"Étude de l'ablation d'une paroi solide par un jet de liquide"

Directeurs : Michel GRADECK,  
Nicolas RIMBERT,  
Frédéric PAYOT

9 juillet

**Axel KLEIN**

"Transport d'une suspension active de bactéries en milieu confiné"

Directeurs : Mathieu JENNY,  
Nicolas LOUVET

18 novembre

**Antoine MICHEL**

"Simulation du comportement d'ellipsoïdes en écoulement turbulent confiné"

Directeurs :  
Anne TANIÈRE,  
Boris ARGEN

2 décembre

**Mahdi MAJIDNIYA**

"Stockage d'énergie et conversion : récupération de la chaleur fatale dans les microgrids par un moteur Stirling à piston libre"

Directeurs : Benjamin REMY,  
Thierry BOILEAU

17 décembre

**Sultan TOPAYEV**

"Écoulement de Taylor-Couette pour des fluides rhéofluidifiants"

Directeur : Cherif NOUAR

# Dans les Médias

**Reportage France 3 Lorraine – 3 juin 2021**

**L'hydrogène comprimé, une idée pour le futur**

Les journalistes de France 3 Lorraine se sont penchés sur cette question du futur : roulera t-on demain avec des voitures à hydrogène ?

Pour y répondre, ils ont interrogé les chercheurs de l'équipe Hydrogène sur leurs travaux de recherche prometteurs : compresser l'hydrogène à 700 bars pour le stocker de manière efficace.



## L'hydrogène, molécule du futur

Parmi toutes les problématiques liées à la transition énergétique, celle de la mobilité est l'une des plus cruciales. Dans ce cadre, le pôle scientifique EMPP orchestre un vaste programme de recherche autour de l'hydrogène et sa capacité à devenir un carburant d'avenir pour l'automobile.

L'Université de Lorraine y a consacré une vidéo Avant-scène recherche, (série de films consacrés aux recherches phares de l'Université) avec la participation de Jérôme Dillet, ingénieur de recherche au sein de l'équipe Hydrogène. Il cherche à mieux comprendre les phénomènes physiques et électrochimiques au cœur des piles à hydrogène pour réduire leur coût et améliorer leur durabilité.

## Vie du labo

Le LEMTA s'est donné pour mission d'évaluer les risques psycho-sociaux au sein du laboratoire depuis 2 ans. Avec l'appui du CNRS, un questionnaire a été élaboré et diffusé aux chercheurs, personnels d'appui et doctorants. Composé d'une trentaine de questions, il évalue le risque sur une échelle de 0 à 4, avec des critères portant sur la complexité du travail, les horaires, l'autonomie, les éventuels conflits de valeur et la vie dans le laboratoire. Si le risque n'est pas avéré, la note indiquée est 0. Une note entre 1 et 2 est attribuée lorsque le risque est jugé supportable et une note de 3 à 4 lorsque celui-ci doit être corrigé.

Cette année encore, les réponses recueillies ont montré une très bonne participation, allant même au-delà des 80% pour les personnels d'appui. Après analyse des résultats, aucune question n'a donné lieu à une moyenne supérieure à 1,8. La moyenne globale est même inférieure à 1 !

C'est un très bon indicateur témoin du bien être au sein du laboratoire.

Notre groupe de travail RPS continue toutefois à examiner en détail les commentaires pour identifier des difficultés particulières, mieux prendre en compte les risques et établir un plan d'action pour les réduire et améliorer la qualité de vie au travail.

### Questionnaire RPS

#### Le potager collectif

Dans une optique de développement durable et faisant suite à l'enquête 2020, un potager collectif a été créé dans la cour intérieure du campus Brabois-ingénierie.

Il a pour but également de favoriser les moments de partage. Il a donné ses premiers fruits et légumes en 2021 et rencontré un franc succès auprès des personnels !

# Concours photo MécaPixel



## "Glaçon échaudé" photo élue Coup de cœur du jury !

Le concours photo « MécaPixel » lancé en octobre 2021 par l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS) du CNRS proposait aux scientifiques œuvrant dans le domaine des sciences mécaniques de soumettre le plus beau cliché pris au cours de leur recherche.

Sur plus de soixante-dix images, le jury composé de professionnels de la recherche a sélectionné treize clichés pour leur esthétique et leur capacité à illustrer la recherche dans cette discipline.

Le LEMTA, prix "Coup de cœur du jury", fait parti des trois lauréats du concours au côté du "Prix du jury" et du "prix du public".

## Page 31 : "Glaçon échaudé"

Objectif de l'expérience : simuler l'impact d'un jet de métal liquide sur la paroi d'un réacteur lors d'un accident nucléaire grave. Dans cette maquette, un jet d'eau chaude vient impacter un glaçon transparent. En suivant la forme et l'évolution de la cavité au fil du temps, les chercheurs peuvent identifier l'option qui permet le mieux de ralentir la fusion au cœur du réacteur.

1ère de couverture : Glaçon avant la manip

4ème de couverture : Antoine Avrit, doctorant au sein de l'équipe "Transferts dans les fluides" prépare la manip pour la séance photos



Nos équipes sont localisées sur 4 sites à Vandoeuvre-lès-Nancy (54) :

- **ENSEM** - 2 avenue de la Forêt de Haye (site principal)
- **ENSG** - 2 rue du Doyen Marcel Roubault
- **FST** - Boulevard des Aiguillettes
- **POLYTECH** - 2 rue Jean Lamour



Suivez nous sur :

 [lemta.univ-lorraine.fr](http://lemta.univ-lorraine.fr)

 @labo-LEMTA

 [laboratoire-lemta](https://www.linkedin.com/company/laboratoire-lemta)

 **lemta**  
Laboratoire Énergies &  
Mécanique Théorique et Appliquée