

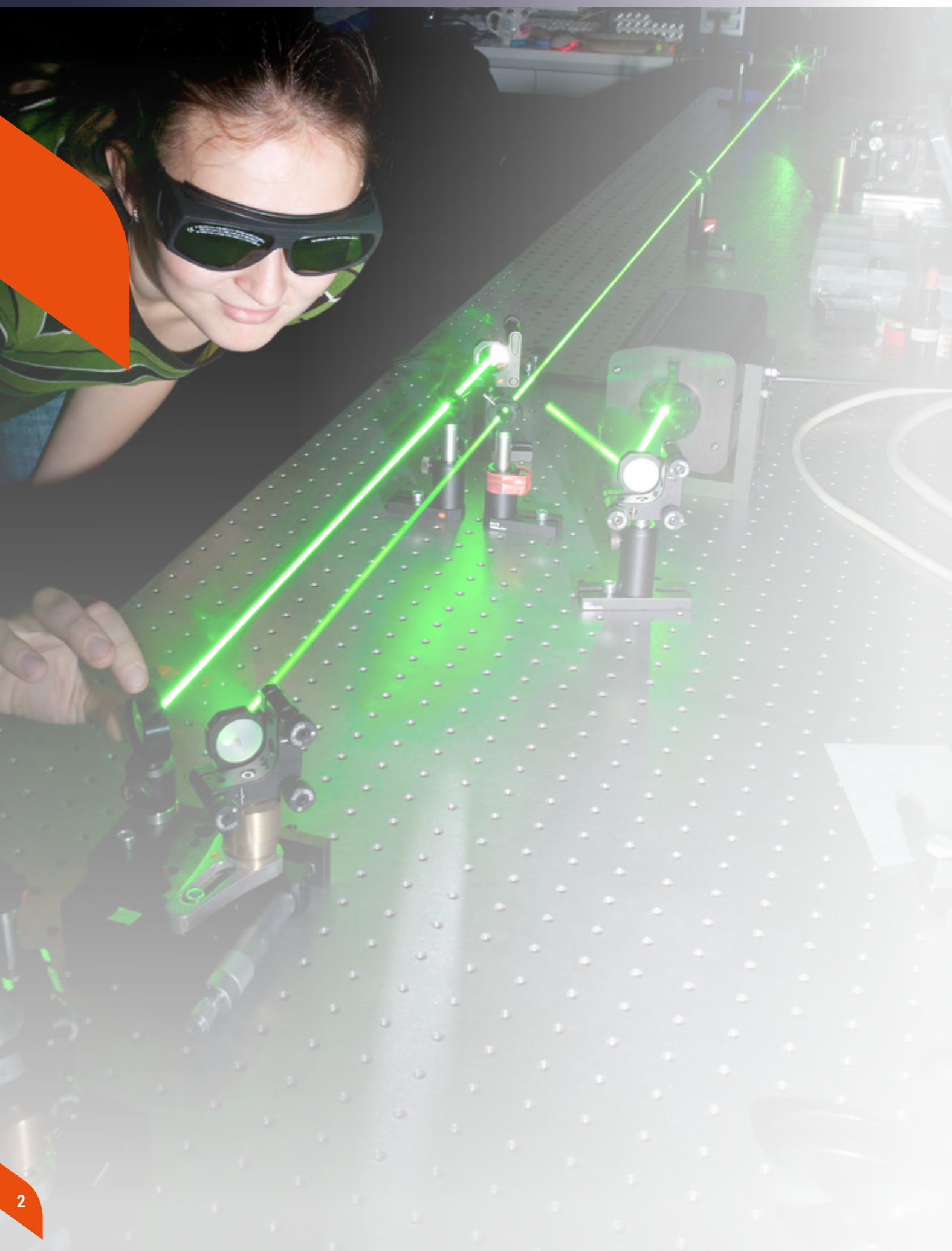
# La recherche dans les laboratoires

Mars 2022

Zoom sur des projets phares 2021 - 2022



GRENOBLE INP - UGA  
INGÉNIERIE & MANAGEMENT  
MEMBRE DU GROUPE INP



Grenoble INP – UGA répond aux défis sociétaux que représentent les quatre transitions énergétique, environnementale, numérique et industrielle, en associant les expertises des sciences de gestion et technologiques portées par ses écoles et les laboratoires dont l'institut d'ingénierie et de management est tutelle associée.

Ce recueil met un coup de projecteur sur des personnalités scientifiques ou sur des projets, des technologies et des produits innovants issus de recherches menées dans les laboratoires ces deux dernières années.





## SOMMAIRE

### MATÉRIAUX

- JetCycle revisite le pédalo ! 01/07/2021 ..... 7
- Cellulose Valley, une nouvelle chaire d'excellence industrielle, 11/01/2022 ..... 8
- Grenoble : un centre d'usinage cinq axes unique en France, 03/02/2022 ..... 9
- Produire des nanofibrilles de cellulose à l'échelle industrielle , 24/06/2021 ..... 10

### ENERGIE / ENVIRONNEMENT

- Entretien sur la vague du véhicule électrique, 26/10/2021 ..... 11
- Marie-Cécile Alvarez-Héroult, nouvelle titulaire de la chaire Smartgrids , 29/11/2021 ..... 12
- Mieux dessiner les turbines du futur, 08/03/2022 ..... 13
- Transition énergétique : la France mise sur le vecteur hydrogène , 15/03/2022 ..... 14
- Quand de futurs ingénieurs dépolluent le Népal, 19/10/2021 ..... 15

### ELECTRONIQUE / NUMÉRIQUE / ROBOTIQUE

- Au moins la moitié des réseaux menacés par l'usurpation d'identité , 29/09/2020 ..... 16
- Cap sur la photonique intégrée, 05/07/2021 ..... 17
- ASTRIIS surveille les machines tournantes en continu, 28/09/2021 ..... 18
- L'IMEP-LAHC signe un premier laboratoire commun avec LYNRED, 05/10/2021 ..... 19
- Etienne Gheeraert reçoit le prix Etoile de l'Europe, 02/12/2021 ..... 20
- 40 ans d'existence pour le logiciel Flux né à Grenoble, 11/01/2022 ..... 22
- Robotique : mutualiser pour plus d'efficacité, 02/03/2022 ..... 24

### SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

- De l'importance de la vision périphérique , 30/08/2021 ..... 26
- Mauro Della Maura, nouveau membre de l'IUF, 11/01/2022 ..... 27
- Des gènes grenoblois dans le Nutri-Score , 11/01/2022 ..... 28
- Thingsat sur la rampe de lancement, 18/06/2021 ..... 30



01  
juil.  
2021

## JetCycle revisite le pédalo !

Développé à l'IUT d'Annecy, le tout premier JetCycle, un pédalo original et volant au-dessus de l'eau grâce à l'énergie musculaire, a été commercialisé en ce début de juin 2021.

En vous promenant sur les bords du lac d'Annecy, vous pourriez bientôt apercevoir un drôle d'oiseau survoler le lac... Version modernisée du pédalo, le Jet-Cycle est un vélo-nautique constitué d'une coque au design original et d'une hélice à pas variable automatique optimisée pour la propulsion humaine, et d'hydrofoils (des ailes marines très en vogue actuellement sur les voiliers de compétition). Il a été conçu et développé depuis 2012 par Christophe Déprés, enseignant à l'IUT d'Annecy au département de Génie Mécanique et Productique et titulaire d'une thèse réalisée au GPM2\*, et des promotions successives d'étudiants de l'Université Savoie Mont-Blanc (USMB).

« Dans le cadre de nos formations, nous sommes en permanence à la recherche de projets originaux et ambitieux sur lesquels faire plancher nos étudiants, raconte-t-il. Une année, j'ai rencontré un ancien directeur du Tour de France qui nous a soufflé l'idée de créer un pédalo de compétition. » A l'IUT, où était développé depuis quelques années un vélo couché caréné participant à des compétitions internationales et détenteur du record du monde universitaire, tout était en place pour relever le défi !



Plutôt que l'esprit de compétition, c'est finalement le plaisir d'un pédalo rapide et agréable à manipuler qui a été recherché. Un engin au design compact a donc été conçu avec l'aide des étudiants, puis la réalisation d'un premier prototype a été assurée avec les moyens du bord et quelques sponsors. Un coup d'accélérateur rendu possible grâce au financement de maturation du challenge Out of Labs proposé par la SATT LinkSium a conduit à la réalisation d'un second prototype technologique convainquant, puis à la création de la start-up Jet Cycle en octobre 2020. La sortie commerciale du pédalo a eu lieu le 3 juin 2021 !

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA



## Cellulose Valley, une nouvelle chaire d'excellence industrielle

11  
janv.  
2022

Une nouvelle chaire d'excellence industrielle vient d'être signée dans le cadre de la Fondation Partenariale Grenoble INP. Consacrée à la cellulose, elle a trouvé son titulaire tout indiqué en la personne de Julien Bras, enseignant à Grenoble INP – Pagora, UGA, et chercheur au LGP2\*.



En matière de cellulose, Julien Bras en connaît un rayon ! Diplômé de l'ENSIACET, école d'ingénieurs chimistes de Toulouse INP, il a réalisé une thèse au LCAI\*\* en collaboration avec Ahlstrom sur le développement de nouveaux emballages biosourcés à partir de papier sulfuré et dérivés cellulosiques. Il est embauché dans la foulée par l'industriel, qui l'envoie en Normandie pour être innovation manager pour un papier spécial sur des sites en Finlande, Italie et France.



En 2006, Julien Bras devient maître de conférences à Grenoble INP – Pagora, UGA, et chercheur au LGP2 pour s'occuper plus particulièrement des développements dans le domaine des biomatériaux et des papiers fonctionnels. Là, ses recherches se concrétisent par plus de 180 publications et 15 brevets. Pendant 13 ans, il collectionne les prix et distinctions (membre junior de l'IUF, Prix IMT Espoir de l'Académie des Sciences, Prix international de la TAPPI International Nanotechnology Division, etc.) avant de partir 2 ans en Suisse chez Nestlé Research pour participer à la création de l'institut de la science de l'Emballage. Fort de cette nouvelle expérience dans l'industrie, Julien Bras revient à Grenoble INP avec des projets plein la tête. Parmi eux, le développement des relations internationales de l'école et d'un master international sur la bioraffinerie et les biomatériaux, ainsi que la création d'une Chaire d'Excellence industrielle portée par la Fondation Grenoble INP consacrée à... la cellulose !

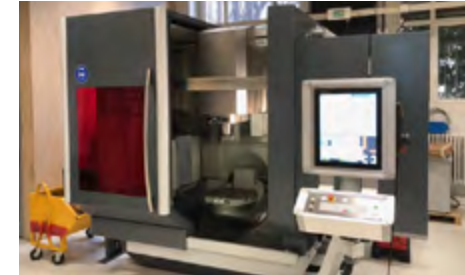
Baptisée « Cellulose Valley », la nouvelle chaire reçoit le soutien de plusieurs industriels : DS Smith (fabricant de cartons d'emballage), Ahlstrom Munksjö (papiers spéciaux), Alphaform du groupe Guillin (cellulose moulée) et Citeo une organisation qui œuvre pour la réduction de l'impact environnemental des emballages. « L'objectif est de développer de nouveaux emballages à partir de la cellulose, dont certains pourront représenter une alternative aux plastiques, explique Julien Bras, titulaire de la chaire. Nous avons déjà le projet de financer deux thèses, deux post-doctorats et une vingtaine de stages de master. »  
A suivre !

\*LGP2 : Laboratoire Génie des Procédés Papetiers (Grenoble INP - UGA, Grenoble INP – Pagora, UGA)

\*\*LCAI : Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle (INRAE, Toulouse INP)

03  
fev.  
2022

## Grenoble : un centre d'usinage cinq axes unique en France



Un nouvel équipement unique en France vient de faire son entrée sur la plateforme technologique GINOVA du pôle S.mart Grenoble Alpes\* : un centre d'usinage cinq axes associant usinage et fabrication additive métallique.

Plus moderne, plus maniable et aussi plus polyvalente, la nouvelle machine d'usinage cinq axes nouvellement installée sur la plateforme GINOVA du pôle S.mart Grenoble Alpes, remplace avantageusement l'ancienne machine trois axes. Cet équipement d'occasion spécialement personnalisé pour GINOVA par la société Ratmo, permet d'usiner au centième de millimètre près des pièces métalliques selon trois axes de translation (les mêmes que ceux de l'ancienne machine) et deux axes de rotation supplémentaires.

Ce n'est pas tout. Il a été doté au passage d'un nouvel outil : une tête de fabrication additive métallique par fusion de fil. « Cette tête de fabrication additive est prise en charge comme un outil traditionnel, ce qui permettra de programmer des trajectoires de déplacement tout en déposant de la matière fondue, explique Alain Di Donato, responsable technique de la plateforme GINOVA du pôle S.MART Grenoble-Alpes. La matière peut ainsi être ajoutée juste là où elle est nécessaire avec une précision de l'ordre du millimètre en faisant fondre un fil de métal, puis usinée finement avec une précision 100 fois supérieure. Cette association de technologies permet d'obtenir des capacités de fabrication one-shot plus performantes qu'avec l'ancien équipement. » Outre un gain de temps considérable, le fait de pouvoir passer de la fabrication additive à un usinage fin sans changer de machine permet de produire des pièces de géométrie complexe et rapidement avec plus d'agilité qu'avec une solution séquentielle : machine de fabrication additive + machine d'usinage.



### Un équipement de recherche et de pédagogie

Dans un premier temps, les scientifiques devront achever le développement de cette machine sans équivalent en France, en expérimentant des stratégies de trajectoires de pilotage. « Il s'agira notamment de vérifier que les trajectoires définies au préalable sont respectées par la machine, et que les pièces produites sont conformes au modèle numérique » souligne Alain Di Donato. Après une phase de prise en main de quelques mois, l'équipement sera utilisé à des fins de recherche et de pédagogie notamment pour les scientifiques du laboratoire G-SCOP\*\* et les étudiants de Grenoble INP – Génie industriel, UGA.

A terme, un scanner laser 3D sera monté dans la machine, comme un outil supplémentaire. « Il servira à vérifier la conformité d'une pièce avec son modèle numérique en cours de fabrication, et à procéder à des corrections automatiques si nécessaire. » Enfin, un projet de développement de jumeau numérique actuellement en cours, permettra à plus longue échéance de prévoir le comportement de la machine, grâce à des modèles numériques.

\*Grenoble INP – UGA, UGA, Université Savoie Mont-Blanc ; \*\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA

## Produire des nanofibrilles de cellulose à l'échelle industrielle

24  
juin.  
2021



Diplômé de Grenoble INP – Pagora, UGA en 2017, Gabriel Banvillet a réalisé sa thèse\* sous la direction de Julien Bras, Naceur Belgacem et Denis Curtil au LGP2\*\*, sur l'optimisation des procédés de production des nanofibrilles de cellulose à l'échelle industrielle et à bas coût.

Le développement de matériaux biosourcés est une préoccupation majeure de l'industrie pour accéder à une bioéconomie durable. Dans ce contexte, les nanofibrilles de cellulose (CNF) sont très prometteuses. Mille fois plus petites que les fibres de cellulose utilisées pour faire du papier, elles ont des propriétés particulièrement intéressantes : plus grande résistance mécanique, plus transparentes, avec des propriétés barrières et rhéologiques intéressantes.

Malheureusement, leur production à l'échelle industrielle pose quelques problèmes : le pré-traitement des fibres par voie chimique fait intervenir des produits toxiques et dangereux pour l'environnement, et le procédé de fibrillation mécanique qui déconstruit les fibres en nanofibrilles, est très coûteux en énergie. Durant sa thèse, Gabriel Banvillet s'est attaqué à ces deux verrous. gabriel

Pour cela, il s'est penché sur l'amélioration des pré-traitements de manière à les rendre plus verts : utilisation de nouvelles familles d'enzymes pour dégrader la cellulose, modification chimique des fibres, combinaison de différents pré-traitements... Parallèlement, il a travaillé sur l'optimisation du procédé de raffinage pour le rendre moins consommateur d'énergie. Il a, en particulier, utilisé un procédé classiquement utilisé en plasturgie, lui permettant de travailler sur une pâte de concentration dix fois plus élevée en cellulose, et de réduire d'un facteur 5 à 10 la consommation d'énergie du procédé. Ce projet a permis d'ouvrir de nombreuses pistes et abouti au lancement d'un nouveau projet de thèse avec le partenaire industriel.

Les nanofibrilles de cellulose peuvent être utilisées dans de nombreux domaines : dans l'agroalimentaire bien sûr (pour les emballages), mais également comme agent texturant dans les cosmétiques, les crèmes, les peintures... Il entamera dès la rentrée un post-doctorat à l'université de British Columbia (Vancouver) sur les applications des nanofibrilles de cellulose.

\*Thèse CIFRE soutenue par la société Arjowiggins

\*\*CNRS, Grenoble INP – UGA

26  
oct.  
2021

## Entrevue surfe sur la vague du véhicule électrique



Issue du GIPSA-Lab\*, la toute nouvelle start-up Entrevue s'attaque au gigantesque marché des batteries destinées à équiper les véhicules électriques.

Face à l'explosion du marché de l'automobile électrique, la production des batteries destinées aux véhicules devient une question stratégique pour l'Europe. Avec tous les enjeux de performances et de fiabilité que cela implique. La toute nouvelle start-up Entrevue, créée en juillet 2021 après une incubation à la SATT Linksium, entend surfer sur cette vague.

Son fondateur, Sohaïb El Outmani y valorise les résultats de sa thèse réalisée au GIPSA-Lab après une rencontre déterminante avec Rachid Yazami, co-inventeur de la batterie lithium rechargeable et prix Draper 2014. Concrètement, il a développé et breveté une technique permettant de suivre en temps réel l'état de santé d'une batterie rechargeable à partir de mesures de paramètres électriques et thermodynamiques comme l'entropie. « Nous sommes capables de mesurer l'entropie d'une batterie en temps réel grâce à des algorithmes d'identification de modèles et au machine learning, explique Sohaïb El Outmani, dont la thèse a été encadrée par Olivier Sename et Pierre Granjon, enseignants à Grenoble INP – Ense<sup>3</sup>, UGA, et chercheurs au GIPSA-Lab. Avec les outils classiques, il faut plusieurs jours pour mesurer cette valeur. Or, cette dernière donne une très bonne idée de l'état de charge et de santé d'une batterie, bien plus précise que les autres types de tests. »

### Des applications potentielles à différents niveaux de la chaîne de valeur

Outre une meilleure gestion des cycles de charge et décharge de la batterie, et donc à terme, un allongement de la durée de vie de cette dernière, cette technologie ouvre des perspectives bien plus prometteuses.

La nécessité prochaine de produire des batteries pour véhicules électriques à grande échelle se traduit actuellement par la création de gigantesques usines de batteries, les gigafactories. Celles-ci fabriqueront des milliards de cellules qui devront subir des tests de qualité prenant parfois plus d'une semaine avant d'être commercialisées. La start-up est en train de développer une méthode qui permettra de réduire, voire d'éliminer ce temps de test. Les premiers résultats obtenus sont encourageants.

La technologie d'Entrevue est également utilisable à d'autres étapes de la chaîne de valeur. La start-up travaille actuellement avec un grand groupe industriel mondial avec lequel elle s'apprête à signer un partenariat, pour diagnostiquer l'état de santé des parcs de batteries utilisés afin de réguler la production d'énergies renouvelables intermittentes. « Cela devrait permettre d'éviter les arrêts hebdomadaires nécessaires pour recalibrer les batteries. » Enfin, elle est en contact avec des gigafactories, qui s'intéressent de près aux activités de la start-up.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA



## Marie-Cécile Alvarez-Hérault, nouvelle titulaire de la chaire Smartgrids

29  
nov.  
2021

Marie-Cécile Alvarez-Hérault vient de prendre la suite de Florent Cadoux comme titulaire de la chaire d'excellence industrielle Smartgrids créée dans le cadre de la Fondation Grenoble INP grâce au mécénat d'Enedis.



Ingénieure diplômée de l'ex-IEG (ENSE<sup>3</sup>), Marie-Cécile Alvarez-Hérault a poursuivi par une thèse au G2ELab sur les architectures de réseaux de distribution destinées à accueillir les énergies renouvelables (ENR). Elle a ensuite enchaîné sur un post-doc à Schneider Electric sur l'exploitation des données de comptage pour reconstituer les bases de données patrimoniales des gestionnaires de réseaux, estimer les pertes techniques et non techniques comme le vol d'énergie.

Des brevets ont été déposés, et une start-up (Odit-e) a même été créée en partie à partir de ses résultats.

En 2010, elle est recrutée comme maîtresse de conférences à Grenoble INP – Ense<sup>3</sup> et comme chercheuse au G2ELab, où elle travaille depuis sur la planification à long terme des réseaux électriques de distribution flexible sous incertitudes dans le contexte de la transition énergétique (intégration des ENR, des véhicules électriques, des ressources décentralisées d'énergie...). « *L'idée est d'anticiper l'évolution du réseau à long terme pour optimiser son dimensionnement. Il faut trouver le bon équilibre, ne pas surinvestir, mais ne pas fonctionner non plus aux limites.* »

### Nouvelle titulaire de la chaire Smartgrids

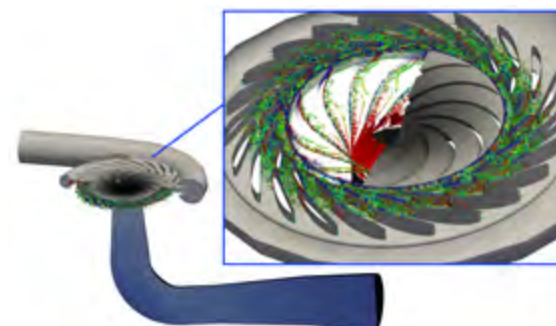
Depuis avril 2021, elle remplace Florent Cadoux, parti vivre une aventure entrepreneuriale, comme titulaire de la Chaire Smartgrids, laquelle vient d'être renouvelée pour la troisième fois. Cette chaire adresse toutes les problématiques, sur le court et le long terme, de l'industriel Enedis qui gère 95% du réseau de distribution français. En tant que titulaire de la chaire, elle a un rôle d'animation fort, de pilotage et de montage des projets de recherche. « *Je contribue à faire émerger de nouvelles thématiques de recherche, à définir et encadrer des sujets de thèse. Par ailleurs, nous contribuons à la diffusion des savoirs en organisant des journées de communication sur les travaux réalisés, en intégrant les problématiques Smartgrid au cœur des enseignements à l'attention des étudiants, mais aussi en faisant évoluer le MOOC Smartgrids, en projetant de créer de nouveaux outils de diffusion des connaissances tels que des Escape Games s'adressant à tous publics, en participant à la Fête de la Science...etc.* »

Pour Marie-Cécile Alvarez-Hérault, cette nouvelle fonction sera un poste d'observation privilégié pour anticiper les évolutions du réseau et du rôle du gestionnaire de réseau dans le contexte actuel de transition énergétique. Il lui permettra, en outre, de coupler recherche et terrain de manière encore plus efficace. Depuis sa création, la Chaire a financé 8 thèses, 5 post-doctorats, lancé la 4<sup>ème</sup> édition du MOOC Smartgrids, publié 21 articles dans des conférences internationales, et 10 articles dans des revues internationales.

A suivre !

08  
mars  
2022

## Mieux dessiner les turbines du futur



Une chaire industrielle associant General Electric et le LEGI\* va mettre le code de simulation de la turbulence YALES2HYDRO développé au laboratoire à profit pour dessiner les nouvelles générations de turbines hydrauliques, mieux adaptées aux exigences actuelles des réseaux électriques.

Dans la mythologie Etrusque, Nethuns était le dieu des eaux. Au LEGI, c'est le nom de la nouvelle chaire industrielle de l'ANR\*\* signée avec General Electric Hydro France pour une durée de quatre ans. La chaire « Nouvelles Evolutions des Turbines Hydroélectriques grâce à l'Utilisation d'un Nouvel outil de Simulation » a pour ambition de soutenir le développement de nouveaux designs de turbines, adaptés aux exigences actuelles des réseaux.

Les turbines hydroélectriques sont aujourd'hui le moyen le plus flexible pour équilibrer le réseau électrique, lequel doit accueillir une part grandissante d'énergies intermittentes (éolien, solaire...). « *A tout instant, la production et la consommation doivent pouvoir être équilibrées rapidement en ouvrant les vannes des barrages pour produire de l'énergie, ou en pompant l'eau du bassin aval vers le bassin amont afin de stocker l'énergie excédentaire,* explique Guillaume Balarac, professeur à Grenoble INP – Ense<sup>3</sup>, UGA, chercheur au LEGI et titulaire de la chaire. *Cette exigence de flexibilité impose aux turbines des régimes de fonctionnement pour lesquels elles n'étaient pas conçues initialement. Afin de leur permettre de fonctionner sur une plage de régimes plus large, il faut revoir leur design de manière à les adapter aux turbulences engendrées par ces nouveaux régimes.* »



Mais pour cela, il faut être capable de modéliser ces turbulences... et c'est là qu'interviennent les chercheurs du LEGI. « *Les régimes dans lesquels les turbines doivent aujourd'hui fonctionner sont beaucoup plus instables que les régimes nominaux, et les approches de simulation classiquement utilisées ne permettent pas de les prédire,* explique le chercheur. *C'est pourquoi nous avons développé des approches de simulation de la turbulence plus avancées, capables de prévoir les instabilités hydrodynamiques. Comme on ne dispose pas de la puissance de calcul nécessaire pour prédire les turbulences à toutes les échelles, on fait un compromis en cherchant à simuler avec précision uniquement les tourbillons les plus influents.* »

Ce projet s'inscrit dans le projet national YALES2 coordonné par le CNRS qui a permis il y a quelques mois de simuler le transport de SARS-Cov 2 dans l'air. Ici, YALES2 sera déployé dans sa version « hydro » chez General Electric pour aider les ingénieurs à concevoir des turbines plus robustes. En parallèle, les chercheurs du LEGI poursuivront le développement de ce code, afin de rendre les temps de calcul compatibles avec les exigences industrielles. La chaire NETHUNS a reçu un financement total d'un million d'euros.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
\*\*Agence Nationale de la Recherche

Credits photos : Illustration des structures turbulentes dans une simulation instationnaire d'une roue de turbine Francis. Crédit : F. Doussot, LEGI, 2019. Illustration des structures turbulentes dans une simulation instationnaire de l'ensemble d'une Turbine-Pompe. Crédit : G. Balarac, LEGI, 2021.

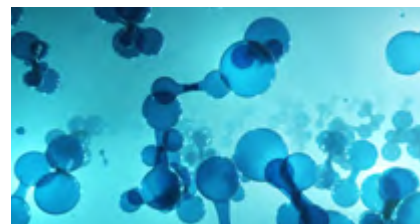
## Transition énergétique : la France mise sur le vecteur hydrogène

15

mars

2022

Alors que le gouvernement vient d'allouer 1,9 milliard d'euros pour le développement de la filière hydrogène en France, le LEPMI\*, qui est LE labo d'électrochimie de référence français, contribue à plusieurs projets ciblés.



Que ce soit pour la production ou le stockage d'électricité, l'hydrogène est une molécule encore sous-exploitée. Alors que le potentiel hydroélectrique français est saturé et que les batteries seront insuffisantes, il représente en particulier une solution idéale pour relever le défi du stockage de l'électricité issue des énergies renouvelables intermittentes ou du surplus d'origine nucléaire.

Par le biais de son Plan Hydrogène, le gouvernement vient d'allouer un budget de 8,3 milliard d'euros sur dix ans pour soutenir le développement de cette filière en France et ne pas rater le virage industriel du vecteur hydrogène. Dans le cadre de ce plan, une dizaine de Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) a été lancée, parmi lesquels le PEPR « hydrogène décarboné » qui a pour vocation de soutenir des activités de R&D amont au plus haut niveau mondial, en support aux industriels de la filière et répondant aux priorités définies dans le cadre de la stratégie nationale. Sept projets ciblés ont déjà été identifiés et sont en cours de lancement. Parmi eux, le projet « PEMFC 95 », coordonné par Marian Chatenet, professeur à Grenoble INP – Phelma, UGA et chercheur au LEPMI.

L'objectif du projet PEMFC 95 est de concevoir des cellules de PEMFC (Pile à combustible à membranes échangeuses de protons) capables de fonctionner dans des conditions compatibles avec la mobilité lourde, en gérant mieux la perte de chaleur. « En général, quand une pile fonctionne, 50% de l'énergie est perdue sous forme de chaleur, explique Marian Chatenet. Or, plus la température est élevée, plus la chaleur est facile à valoriser, et même, à dissiper. On a donc tout intérêt à augmenter la température de fonctionnement des piles, afin de réduire la taille des radiateurs de refroidissement. » Actuellement les radiateurs des piles fonctionnant à 70-80°C font à peu près la taille du stack. En montant à 95°C, on peut espérer réduire d'un facteur deux la taille de ce dernier, ce qui engendrerait une diminution non négligeable de l'encombrement total du système pile.

### 15 degrés qui font toute la différence

Cependant, faire monter la température de fonctionnement des piles de 15°C implique bon nombre de ruptures technologiques : à cette température, l'eau n'est plus tout à fait liquide, les matériaux se détériorent de manière différente et plus rapidement, et toute la fluidique doit être revue. Un vrai saut dans l'inconnu ! « Il y a énormément de travail pour développer de nouveaux matériaux, souligne Marian Chatenet. Dans le projet PEMFC 95, on planche sur de nouveaux matériaux pour les membranes et les électrodes. On veut à la fois de la performance et de la durabilité ! » Quand les matériaux seront au point, restera à les assembler de manière optimisée, et à réaliser les tests en conditions réelles à 95°C. Tout ceci, bien sûr, tout en considérant la question du recyclage, de la valorisation et du cycle de vie du dispositif, afin de s'assurer que la nouvelle pile ne soit pas une aberration écologique et environnementale.

Outre la mobilité lourde, adressée par le projet PEMFC 95 mais aussi le projet Durasys Pack dans lequel est également impliqué le LEPMI, une autre thématique des projets du PEPR est le stockage de l'hydrogène de manière fiable, sûre et efficace. Enfin, le couplage de la production d'hydrogène avec celle d'énergie nucléaire est au cœur de nombreuses recherches. « La flexibilité de la production d'électricité par une centrale nucléaire reste limitée en raison de la forte inertie du procédé. L'idée est donc d'utiliser l'électricité produite en excès dans les centrales pour alimenter des électrolyseurs à haute température et produire de l'hydrogène. » Dans les centrales, une grosse partie de l'énergie est en outre dissipée sous forme de chaleur. En faisant de l'électrolyse à haute température, on pourrait utiliser la chaleur fatale des centrales comme source d'énergie non négligeable pour décomposer la molécule d'eau dans des électrolyseurs à oxydes solides, et ainsi, faire d'une pierre deux coups ! Quelques années de recherche sont encore nécessaires pour parvenir à ce résultat.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA, Université Savoie Mont-Blanc

19

oct.

2021

## Quand de futurs ingénieurs dépolluent le Népal

Trois étudiants de Grenoble INP – Ense<sup>3</sup>, UGA, se sont mis en tête de contribuer au nettoyage des hauts sommets du Népal. Ils ont mis au point une solution de traitement des déchets plastiques originale, et sont partis la tester sur place.

Que peut-on faire d'utile quand on est passionné de montagne et qu'en tant qu'étudiant à Grenoble INP – Ense<sup>3</sup>, on est sensibilisé à la cause environnementale ? On peut contribuer à la dépollution de l'Everest ! L'association Tri-Haut pour l'Everest a été fondée dans cette perspective par Olivier Robelin avec deux autres étudiants de son école, Robin Jager et Valentin Girard. « C'est le visionnage du documentaire Everest Green de Jean-Michel Jorda, qui nous a donné cette idée, explique Olivier Robelin, l'un des trois étudiants, actuellement en année de césure après sa deuxième année à Grenoble INP – Ense<sup>3</sup>. Nous avons contacté le réalisateur pour discuter de notre projet de traitement des déchets dans la région, et il a été emballé ! »



L'Everest, dans la région du Khumbu, est propice à de nombreux treks en haute-altitude qui engendrent d'importantes quantités de déchets, comme d'ailleurs tous les hauts sommets de la région. Or, le Népal ne dispose pas des infrastructures nécessaires pour les traiter. « Malgré les efforts réalisés cette dernière décennie pour limiter la pollution sur les camps de base, nombreux sont les déchets non-recyclables finissant directement dans les rivières népalaises, explique le futur ingénieur. L'objectif de notre mission est de combler le manque en créant une infrastructure qui sera utile au traitement des déchets dans toute la vallée. »

Actuellement, les déchets sont collectés au camp de base et quelques sentiers sont équipés de poubelles. Mais tout n'est pas ramassé, loin de là, et ce qui l'est n'est en grande partie pas trié. Les déchets incinérables représentent près de 40 % des déchets globaux, et la grande majorité finit dans des fosses ou dans la nature, même s'il existe un incinérateur sous-dimensionné alimenté au fuel.

### La pyrolyse à la rescousse

L'idée des futurs ingénieurs est de compenser ce manque en concevant un incinérateur bas carbone qui permettrait de brûler les déchets non recyclables abandonnés. Pour cela, ils se sont appuyés sur le principe de la pyrolyse. « Il s'agit d'un principe de combustion sans oxygène, rare à ces altitudes, explique Olivier Robelin. La réaction produit du gaz qui permet d'auto-alimenter le dispositif en énergie, et du fuel qui sera réutilisé par la population locale. » Plusieurs solutions ont été étudiées en collaboration avec des industriels lors de leur projet de première année, afin d'obtenir des performances optimales pour un coût raisonnable. Des prototypes ont été développés dans le fablab de l'école et seront bientôt testés sur place. « Au final, nous avons mis au point un prototype de pyrolyseur qui permet de valoriser les déchets plastiques en fuel et en gaz. »

Les trois étudiants viennent de partir au Népal pour 4 mois, où ils poursuivront le développement de leur dispositif dans un laboratoire de Katmandou. Parallèlement, ils œuvreront auprès d'acteurs locaux pour sensibiliser la population à l'importance de la récupération et au tri des déchets. A leur retour, ils passeront le flambeau aux acteurs de l'association Solidaire, qui enverra du monde pour suivre le projet sur place pendant au moins 2-3 ans.



## Au moins la moitié des réseaux menacés par l'usurpation d'identité

29  
sept  
2020

Une méthode originale permettant d'identifier les réseaux potentiellement vulnérables à certains types de cyber-attaques a été mise au point au Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG).



Lorsqu'ils communiquent avec un serveur, les ordinateurs envoient des informations comprenant leur adresse IP source, en plus de celle de destination. Un peu à la manière d'une lettre sur laquelle apparaissent les adresses de l'expéditeur et du destinataire. L'usurpation de l'identité d'un ordinateur (adresse IP) est une forme de piratage de plus en plus courante. « En modifiant l'adresse IP d'origine d'une requête, il est possible de faire en sorte que le serveur interrogé envoie sa réponse à un serveur cible choisi, explique Maciej Korczynski, maître de conférences à Grenoble INP – Ensimag et chercheur au LIG. En multipliant le processus, il est possible de noyer le serveur victime sous une telle masse d'informations que tout trafic devient impossible. »

L'une des parades les plus simples contre ce type d'attaque (appelé DDoS – Distributed Denial of Service) est la vérification systématique des adresses sources de tous les « paquets de données » se présentant à l'entrée d'un réseau. Une telle adresse IP source ne doit pas appartenir au réseau dans lequel le paquet entre. Or, malgré les recommandations, très peu de routeurs vérifient si cette règle est satisfaite pour le trafic entrant.

### 4 millions de serveurs potentiellement dangereux

Les chercheurs du LIG ont mis au point une méthode astucieuse pour tester à distance la vulnérabilité des réseaux à ce type d'attaque. L'astuce consiste à utiliser les serveurs DNS de chaque réseau. Uniquement accessible en interne, ce service informatique propre à chaque réseau est utilisé pour traduire les noms de domaines Internet en adresses IP. « Notre méthode consiste à envoyer une requête à toutes les adresses IP du réseau que l'on souhaite tester, explique Maciej Korczynski. Lorsque nous finissons par tomber sur celle du DNS, celui-ci renvoie notre requête au serveur d'autorité que nous contrôlons, créé spécialement par nous. De cette façon, si nous recevons une requête sur notre serveur d'autorité, c'est que notre requête initiale a passé la barrière du routeur à l'entrée sans se faire repérer, et donc que le réseau est dépourvu de système de contrôle de la provenance des paquets entrants. »

Après avoir testé l'ensemble des réseaux dans le monde, les chercheurs du LIG ont fait le constat préoccupant que près de la moitié d'entre eux ne disposent pas d'un système de vérification des adresses entrantes. En outre, il existe plus de 4 millions de serveurs DNS internes qui peuvent être directement attaqués ou utilisés dans des attaques de cybersécurité contre d'autres victimes.

Particulièrement originale, la méthode a fait l'objet d'une présentation à la conférence Passive and Active Measurement Conference en mars 2020.

Pour en savoir plus : <https://bit.ly/3lxDEEa>

05  
juil.  
2021

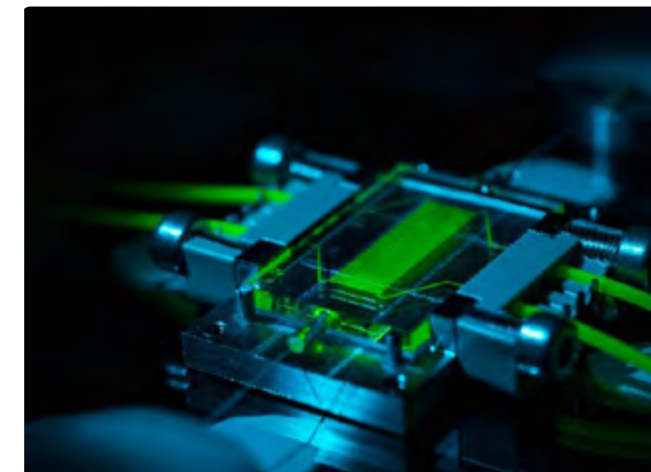
## Cap sur la photonique intégrée

Jean-Emmanuel Broquin, Professeur des Universités à Grenoble INP - UGA et chercheur à l'IMEP-LaHC\* (UMR 5130), vient de partir pour cinq mois en Finlande.

Spécialiste de photonique intégrée, Jean-Emmanuel Broquin est accueilli à l'University of Eastern Finland (UEF) située dans la ville de Joensuu. L'UEF fait partie d'un large consortium (Academy Flagship PREIN) incluant les principales universités finlandaises pour lesquelles l'Optique et la Photonique sont au cœur des stratégies de recherche. Cette visite permet de donner une nouvelle dimension à ce projet important et structurant en lui ouvrant de nouveaux horizons.

Les travaux scientifiques menés dans le cadre de ce séjour reposent sur la mise en commun de l'expertise en photonique intégrée sur verre issue de plus de 30 ans de recherches fructueuses à l'IMEP-LaHC et les nombreuses technologies photoniques de pointe disponibles et développées en Finlande, non seulement à Joensuu, mais aussi à Tampere, Espoo et Oulu. « Ainsi, l'hybridation 3D des technologies verre, polymère, silicium et matériaux III-V, pour ne citer que les plus importantes, est au cœur de cette opération, explique le chercheur. Les applications visées par ces dispositifs de nouvelle génération concernent aussi bien les télécommunications optiques, les capteurs environnementaux, l'optique quantique que le secteur automobile. »

Jean-Emmanuel Broquin profitera également de son séjour pour donner des conférences, participer à des événements scientifiques et rencontrer des investisseurs. La région de Joensuu a en effet récemment vu son parc scientifique et industriel s'accroître grâce, notamment, à la mise en place du Photonic Center, porté par le laboratoire d'accueil finlandais.



Ce séjour est financé par la chaire d'excellence de la Fondation Nokia et de l'Institut Français de Finlande. Elle inaugure un partenariat à long terme entre des équipes de recherche finlandaises et, à travers l'IMEP-LaHC, des équipes de recherche françaises qui laisse espérer d'importantes retombées. Parmi elles, des essaimage, des candidatures conjointes à des projets européens et la mise en place de laboratoires communs.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA, Université Savoie Mont-Blanc

## ASTRIIS surveille les machines tournantes

en continu

28  
sept

2021

Issue du GIPSA-lab\*, ASTRIIS propose un outil de surveillance automatique et continue des engrenages et autres machines tournantes. Un premier prototype appliqué à l'éolien a été testé avec succès.

Anticiper la panne plutôt que de la corriger, pour gagner du temps et de l'argent. Telle pourrait être la devise de ASTRIIS, la start-up issue du GIPSA-lab actuellement en incubation à la SATT Linksium. « *Tout ce qui tourne, bouge, vibre, émet des signaux vibratoires qui peuvent être captés et analysés en temps réel,* » explique Nadine Martin, directrice de recherche CNRS au laboratoire.



Capitalisant 30 années de recherche en traitement du signal appliqué à la maintenance préventive, elle a rassemblé ses résultats dans un logiciel : AStrion. Ce dernier est un logiciel de traitement automatique des signaux, capable, sur chaque type de signal, de détecter toutes les fréquences représentatives de l'état des différentes pièces. « *Cette sorte de super analyseur autonome est conçu pour aider dans les opérations de maintenance des machines,* précise la chercheuse. *En suivant dans le temps l'évolution d'indicateurs associés à chaque fréquence ou à un groupe pertinent physiquement de fréquences, le logiciel repère toute évolution anormale des signaux grâce à des algorithmes d'apprentissage basés uniquement sur la base de données en cours de surveillance.* » Le logiciel peut surveiller à distance chaque partie d'une exploitation et analyser de grandes bases de données. Son interface intuitive rend le diagnostic compréhensible par un opérateur et facilite le travail des experts en leur permettant d'accéder au détail de l'ensemble des résultats.

Validé par une preuve de concept dans le secteur de l'éolien, AStrion est prêt à être déployé sur des machines industrielles pour en tester les performances en conditions réelles.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA

05  
oct.

2021

## L'IMEP-LAHC

signe un premier laboratoire commun avec LYNRED



La création d'un laboratoire commun entre le spécialiste français des détecteurs infrarouges LYNRED et l'IMEP-LAHC\*, vient d'être signée pour une durée de cinq ans. Elle a été accompagnée par le service valorisation de la délégation Alpes du CNRS.

Pour mieux comprendre la physique des composants des capteurs infrarouges refroidis, LYNRED, acteur français de rang mondial dans ce domaine, s'est rapproché du laboratoire IMEP-LaHC\*. Le rapprochement s'est concrétisé après deux ans de discussions par la création toute récente d'un laboratoire commun entre les deux partenaires pour une durée de 5 ans. Ces discussions ont été portées et accompagnées activement par le service valorisation de la délégation Alpes du CNRS. « *C'est le premier laboratoire commun que nous signons avec un industriel au laboratoire,* se félicite Quentin Rafhay, maître de conférences à Grenoble INP – Phelma et chercheur à l'IMEP-LaHC, qui a pris la direction de la nouvelle entité. *Par ailleurs, nous sommes le premier partenaire académique avec lequel LYNRED signe un contrat de ce type. Nous les connaissions pour avoir déjà mené deux thèses en collaboration avec eux.* »

Concrètement, le laboratoire va mettre à profit son expérience en caractérisation électrique des composants pour mieux comprendre ce qu'il s'y passe au niveau physique. Pour cela, les scientifiques s'appuieront sur des méthodes de caractérisation avancée (DLTS\*\*, bruit basse fréquence...), sur le développement de nouvelles méthodes de caractérisation et sur de la modélisation. « *La caractérisation électrique des composants, tels que les photodiodes, va permettre de poser un diagnostic précis sur leur fonctionnement et d'agir en connaissance pour améliorer leurs performances.* »

Les principaux marchés des détecteurs infrarouges développés par LYNRED sont l'aérospatial, la défense, l'industriel ainsi que le grand public. Actuellement, les capteurs infrarouges refroidis doivent être abaissés en température par un cryostat également intégré pour être opérationnels. « *Si l'on parvenait à mieux comprendre les mécanismes en jeux dans ces composants et donc à augmenter leur température de fonctionnement, on pourrait diminuer la taille, le poids et la consommation du système entier,* » nous confie Laurent Rubaldo, Expert senior et responsable du laboratoire commun côté LYNRED.

En attendant d'atteindre le Graal de l'industrie de l'infrarouge refroidi, ce laboratoire commun est une belle reconnaissance des compétences de l'IMEP-LaHC, et une nouvelle façon de collaborer avec l'industrie pour ce dernier.

\*CNRS, UGA, Grenoble INP – UGA, Université Savoie Mont-Blanc

\*\*Spectroscopie des niveaux profonds (Deep-level transient spectroscopy)



## Etienne Gheeraert reçoit le prix Etoile de l'Europe

02

dec.

2021



Etienne Gheeraert, chercheur à l'institut Néel (CNRS) et enseignant à Polytech Grenoble – INP, UGA a reçu le Prix Etoile de l'Europe des mains de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation le 2 décembre 2021, pour le projet européen GreenDiamond.

Alors que le silicium domine encore largement le marché du semi-conducteur, le carbone pourrait bientôt s'y faire une bonne place avec le graphène, les nanofils de carbone et... le diamant !

Financé par l'UE et coordonné par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), le projet GreenDiamond avait pour objectif de développer un convertisseur à base de diamant pour transporter l'électricité produite par les parcs éoliens offshore. Ces derniers utilisent deux convertisseurs haute tension contenant traditionnellement des dispositifs électroniques au silicium. Or, si le silicium est bon marché, c'est un matériau médiocre pour conduire l'électricité à haute tension, ce qui conduit à des pertes importantes lors du transfert. En comparaison, le diamant présente de nombreux avantages. « A épaisseur égale, la tension supportée par le diamant est environ 30 fois supérieure à celle supportée par le silicium, explique Etienne Gheeraert, chercheur UGA à l'institut Néel et enseignant à Polytech Grenoble – INP, UGA. Ainsi, à tension constante, le composant en diamant peut être 30 fois plus fin que celui en silicium. Cet affinement le rend également plus conducteur, démultipliant encore la réduction des pertes. »

Dans les petits convertisseurs de puissance utilisés dans les téléphones par exemple, les pertes existent mais ne sont pas rédhibitoires. Dans les convertisseurs plus importants en revanche, des alternatives au silicium sont à l'étude. C'est le cas du GaN pour les petites puissances grand public et du SiC, qui commence à s'implanter dans le véhicule hybride haut de gamme et dans certains convertisseurs industriels. Le diamant sera compétitif sur des applications de plus hautes puissances, comme le rapatriement de l'énergie électrique produite par les parcs éoliens offshore.

### Le diamant... pas si coûteux que ça

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le diamant peut être produit industriellement à des coûts non rédhibitoires. Depuis les années 1970, on sait le fabriquer par « déposition chimique en phase vapeur ». Industrialisé, le procédé a été récupéré par les joailliers il y a quelques années.

Pour les besoins du projet, les chercheurs ont utilisé des wafers de diamant sur lesquels sont déposées des couches de diamant aux propriétés électroniques adaptées. Ces travaux ont donné naissance en 2019 à la start-up Diamfab, hébergée à l'institut Néel, dont le cœur de métier est de fournir aux industriels des plaques de diamant prêtes à être utilisées dans les salles blanches de la filière silicium.

Partant de là, les différentes briques d'un convertisseur de puissance ont pu être réalisées. Les premières évaluations suggèrent que les dispositifs d'alimentation en diamant ainsi obtenus sont quatre fois plus efficaces que les convertisseurs traditionnels au silicium, entraînant une réduction potentielle de 75 % des pertes d'électricité. « Tous les systèmes électriques à haute puissance peuvent économiser de l'énergie en utilisant des dispositifs en diamant, souligne Etienne Gheeraert. Les applications pourraient inclure les lignes électriques longue distance, l'aéronautique et les convertisseurs industriels, ou encore la production d'hydrogène, laquelle nécessite une énorme quantité d'énergie électrique. »

L'objectif est désormais de susciter l'intérêt des industriels, car le diamant est toujours associé aux produits de luxe et à des prix élevés. Pourtant, le marché du diamant, qui est actuellement conditionné par le prix auquel sont prêts à payer les joailliers, pourrait être bouleversé par la séparation prochaine des marchés du diamant pour l'industrie et du diamant pour la joaillerie. « Cette séparation fera automatiquement baisser le coût du diamant pour l'industrie, lui ouvrant de belles perspectives en tant que semi-conducteur. »



Crédits photos  
Photo scientifique : CNM-CSIC

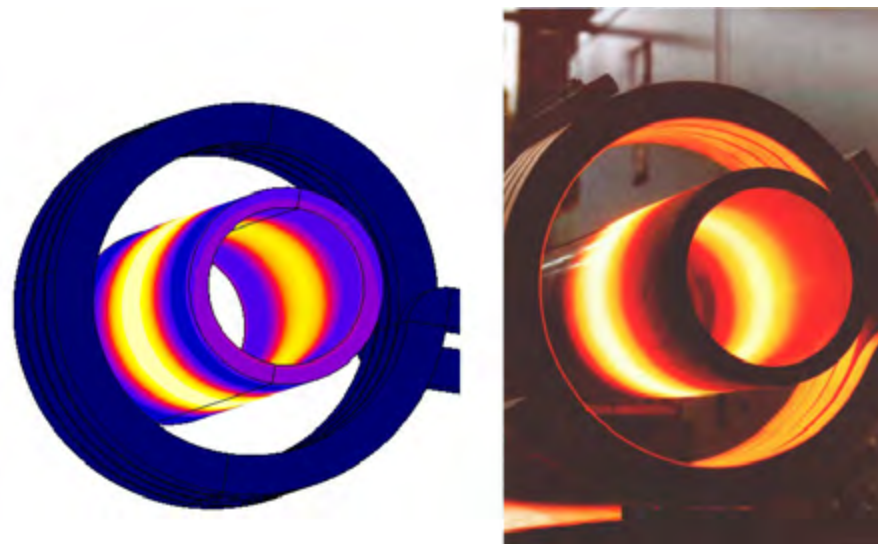
## 40 ans d'existence pour le logiciel Flux né à Grenoble

11  
janv.  
2022

Créé en 2017, le laboratoire commun entre Altair Engineering et le G2Elab poursuit le développement de la suite logicielle Flux. Cette dernière est utilisée dans l'industrie pour simuler des champs électromagnétiques et aider à la conception de machines électriques en tous genres.

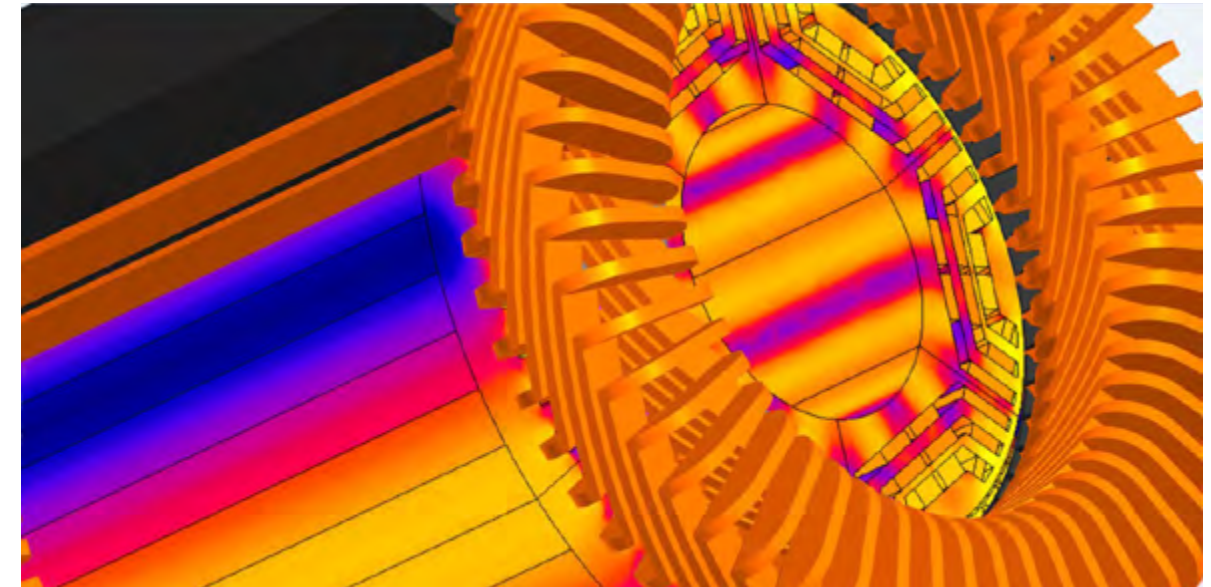
Fin novembre 2021, le CNRS a organisé à Paris un événement de communication autour de ses laboratoires communs. Dans son discours au palais Brogniart, Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, a cité la réussite exemplaire de la suite logicielle Flux, issue des travaux du G2Elab (CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA). Transférée à l'industrie il y a 40 ans, elle est aujourd'hui commercialisée par Altair Engineering, l'un des leaders mondiaux des outils de simulation pour l'ingénierie, qui a un laboratoire commun avec le G2Elab.

Avec 2000 utilisateurs dans 750 sites industriels, Flux est actuellement le troisième logiciel au plan mondial pour la simulation de champs électromagnétiques basses fréquences. Les ingénieurs s'en servent pour simuler les champs électromagnétiques produits par les dispositifs électriques en tous genres. « Une machine électrique convertit l'énergie électrique en énergie mécanique, explique Olivier Chadebec, chercheur CNRS au G2Elab. Or, cette conversion repose sur une forme d'énergie intermédiaire qui est l'énergie électromagnétique et qu'il est important de quantifier pour évaluer les performances de ladite machine. Le logiciel de simulation permet de construire un jumeau numérique de cette dernière, et de calculer les champs électromagnétiques basses fréquences qu'elle génère, sans avoir même à la construire. Il est ainsi possible de procéder à autant d'ajustements des paramètres que nécessaire, avant de la réaliser concrètement. »



Simulation du processus de chauffage par induction. Altair Flux™ ©1983-2021, held by Altair Engineering Inc.

Ce type de logiciel est utile dès qu'il est question de conversion d'énergie électrique. En particulier dans les domaines des transports (avions, train, voitures...), mais également pour toutes sortes de capteurs et d'actionneurs et pour les alternateurs des centrales etc. Le marché est très riche !



Altair Flux tm ©1983-2021, held by Altair Engineering

### Un logiciel en constante évolution

Loin de tout miser sur sa renommée, le logiciel Flux qui implémente la méthode des éléments finis fait continuellement l'objet de plusieurs thèses au laboratoire. En effet, les dispositifs à simuler sont de plus en plus complexes et reposent sur des matériaux de plus en plus élaborés. En outre, il faut pouvoir obtenir des résultats sans cesse plus précis et rapides (calcul haute performance). Ces dernières années, les nouveautés ont surtout permis l'optimisation des calculs 3D afin d'aller plus vite, tout en maintenant une précision optimale. « Actuellement, au laboratoire, nous travaillons sur des modèles de matériaux magnétiques, particulièrement difficiles à modéliser, indique Olivier Chadebec. Nous faisons également de l'optimisation de topologies, pour guider les ingénieurs dans la création de nouvelles formes de moteurs plus adaptées. Enfin, nous travaillons sur des méthodes de modélisation originales telles que la méthode des équations intégrales et sur la parallélisation des calculs. »

La collaboration entre Altair Engineering et le G2Elab a également donné naissance au logiciel FluxMotor, qui permet également de construire des machines électriques, mais présente un fonctionnement plus simple que Flux.

Légende et crédits - photo vignette : Machines électriques modélisées avec Altair Flux en 2D, Skew et 3D. Altair Flux™ ©1983-2021, held by Altair Engineering Inc.



## Robotique : mutualiser pour plus d'efficacité

02  
mars  
2022

Dans le cadre des derniers appels à projets du Plan d'Investissement d'Avenir, un budget de 12 millions d'euros a été alloué à la communauté robotique française pour l'achat d'équipements ciblés. Piloté par Nicolas Marchand, chercheur CNRS au GIPSA-lab\* et enseignant à Grenoble INP – UGA, le projet TIRREX a officiellement été lancé en décembre 2021, pour 8 ans. Il vient d'être labellisé Infrastructure Nationale de Recherche par le ministère de l'Enseignement supérieur, de l'Innovation et de la Recherche.

L'union fait la force. C'est tout particulièrement vrai pour les sciences pluridisciplinaires telles que la robotique, science complexe par excellence qui nécessite de mutualiser les connaissances et les équipements. Dans ce contexte, le projet TIRREX (Technological Infrastructure for Robotics Research of Excellence) entend financer le développement de nouvelles plateformes mutualisées et facilement accessibles.

Coordonné par le GIPSA-lab, ce projet regroupe 18 partenaires nationaux qui se répartiront le développement de briques technologiques de base et de plateformes qui seront ensuite mises à disposition de l'ensemble de la communauté.



Les plateformes nationales sont structurées autour de 6 axes :

- L'axe **robotique XXL** est un domaine de recherche relativement nouveau qui se focalise sur les robots de très grandes dimensions en particulier pour l'impression 3D de bâtiments. Il s'agit notamment d'explorer les problématiques de fléchissement des bras.
- L'axe **robotique humanoïde et interaction**, qui étudie les problématiques de la locomotion d'un robot humanoïde et son interaction avec l'humain. Pour la première fois, toute la communauté partagera un robot unique concentrant l'ensemble des développements réalisés aux quatre coins de la France.
- Un axe de **robotique aérienne**, dont l'une des deux plateformes se situe à Grenoble et propose un terrain d'expérimentation extérieur, alliant navigation en forêt et en milieu naturel. Le GIPSA-lab travaille également sur le pilotage de flottes de drones, qui imposent le respect de normes strictes et des pilotes agréés en nombre suffisant. Les drones en outre deviendront génériques, ce qui va encore simplifier les procédures de demande d'autorisations administratives.
- La **robotique mobile terrestre** : elle se focalise sur le développement de véhicules et de véhicules agricoles autonomes.
- La **robotique médicale**, dans laquelle le laboratoire grenoblois TIMC\*\* joue un rôle important. L'équipement vise à fournir des données réalistes pour une conception et un contrôle adaptatifs en particulier en présence de tissus mous.
- L'axe **micro-nano robotique**, qui vise à développer des méthodes automatisées pour la manipulation et la caractérisation d'objets de moins de 10 microns, notamment des cellules biologiques. L'une des applications potentielles de cette thématique concerne la thérapie cellulaire.

L'ensemble de ces thématiques sera en outre irrigué par un axe prototypage et conception centré sur l'utilisation de moyens avancés de réalisation mécanique, un axe concernant la manipulation qui est un problème général de la robotique, ainsi qu'un axe open infrastructure. Ce dernier propose la mutualisation des modalités d'accès aux plateformes et le partage des données déléguées à GRICAD\*\*\*. Enfin, le développement de jumeaux numériques des différentes plateformes permettra une mise au point virtuelle des phases d'expérimentation.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA

\*\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA, VetAgro Sup

\*\*\*Grenoble Alpes Recherche Infrastructure de Calcul Intensif et de Données

## De l'importance de la vision périphérique

30  
août  
2021



Les travaux d'Alexia Roux-Sibilon, récompensés par le prix de thèse académique 2021, montrent que la vision périphérique, souvent oubliée par les modèles de vision artificielle, est aussi importante que la vision centrale pour percevoir les détails de la scène observée.

La vision ne se résume pas à la vision centrale, loin s'en faut. Diplômée de Grenoble INP – Phelma, UGA en 2016, Alexia Roux-Sibilon a réalisé sa thèse au laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC)\* sur l'importance de la vision périphérique dans la construction de la représentation de la scène observée par le cerveau. « *Le cerveau prédit, anticipe les sensations visuelles qu'il va avoir, explique la chercheuse, actuellement en post-doctorat en Belgique à l'université Catholique de Louvain. En premier lieu, il perçoit une information grossière, la structure globale de la scène visuelle. Ces informations sont transmises rapidement de l'œil au cerveau, lequel anticipe à partir de celles-ci les détails de la scène, facilitant alors leur analyse.* »

Dans sa thèse, la chercheuse fait l'hypothèse que c'est la vision périphérique qui est à l'origine de l'information grossière de départ. Pour le vérifier, elle a travaillé sur des sujets sains, auxquels elle a montré des images contrôlées. « *Concrètement, on regardait dans quelle mesure les informations de la périphérie pouvaient faciliter ou accélérer la perception d'éléments, même peu visibles, situés au centre du champ de vision.* » Elle a également mené le même type d'expérience avec des patients atteints de glaucome, maladie dans laquelle la vision périphérique est altérée et qui sert ici de modèle.

Ces travaux, qui ont confirmé l'importance de la vision périphérique, pourraient contribuer à améliorer les modèles de vision artificielle qui en général ne tiennent compte que de la vision centrale. Ils pourraient également permettre d'améliorer la prise en charge des patients atteints de glaucome en considérant le traitement global par le cerveau des signaux captés par l'œil malade.

\*Grenoble INP – UGA, UGA

\*\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA, Inria

\*\*\*CNRS, Grenoble INP - UGA, UGA, université Savoie Mont Blanc

11  
janv.  
2022

## Mauro Della Maura, nouveau membre de l'IUF



Mauro Dalla Mura, maître de conférences à Grenoble INP - UGA et chercheur au GIPSA-lab\* depuis septembre 2012, vient d'être nommé membre junior de l'Institut Universitaire de France (IUF) pour cinq ans.

Ce sont ses travaux dans le domaine de l'analyse et du traitement du signal appliqués à l'observation de la Terre qui lui ont valu d'être remarqué par l'IUF. Concrètement, il a proposé un projet interdisciplinaire visant à développer de nouvelles méthodes de traitement des données permettant de tenir compte à la fois des modèles issus des lois physiques, et des données réelles d'observation. L'utilisation conjointe de ces dernières est, en effet, encore un problème ouvert.

L'une des applications visées dans ce projet est « l'imagerie computationnelle » (computational imaging) où des capteurs d'images innovants sont conjointement développés avec des algorithmes de traitement du signal et des images, afin d'obtenir des acquisitions de très haute qualité permettant, par exemple, une meilleure surveillance de l'environnement.



Ainsi, Mauro Dalla Mura s'intéresse au couplage des capteurs hyperspectraux, dont des prototypes sont développés dans des laboratoires grenoblois, avec les algorithmes permettant d'extraire des informations pertinentes des images acquises. Contrairement aux techniques classiques d'imagerie optique, cette dernière produit toute une série d'images de la même scène, mais prises dans plusieurs centaines de longueurs d'onde différentes. Il est ainsi possible de mesurer l'information réfléchie dans toutes ces longueurs d'ondes couvrant les domaines du visible, de l'infra-rouge, voire du thermique. « *Cette diversité d'information permet une caractérisation fine des propriétés physiques des scènes observées, explique le chercheur. Deux matériaux peuvent apparaître avec la même couleur mais correspondre en fait à des matériaux différents. Le capteur hyperspectral nous permet non seulement de les différencier, mais également de déterminer les proportions de chacun d'eux dans la scène. En revanche, les acquisitions brutes de ces prototypes d'imageurs ne sont pas directement compréhensibles et nécessitent une étape de traitement pour extraire l'information utile.* » Il applique notamment ses travaux à l'analyse d'images satellites, pour surveiller, par exemple, l'environnement, ou encore la teneur de l'atmosphère en certains gaz à effet serre. Le temps d'enseignement gagné grâce à sa nomination à l'IUF lui permettra de se consacrer entièrement à sa recherche.

\*CNRS, Grenoble INP – UGA, UGA

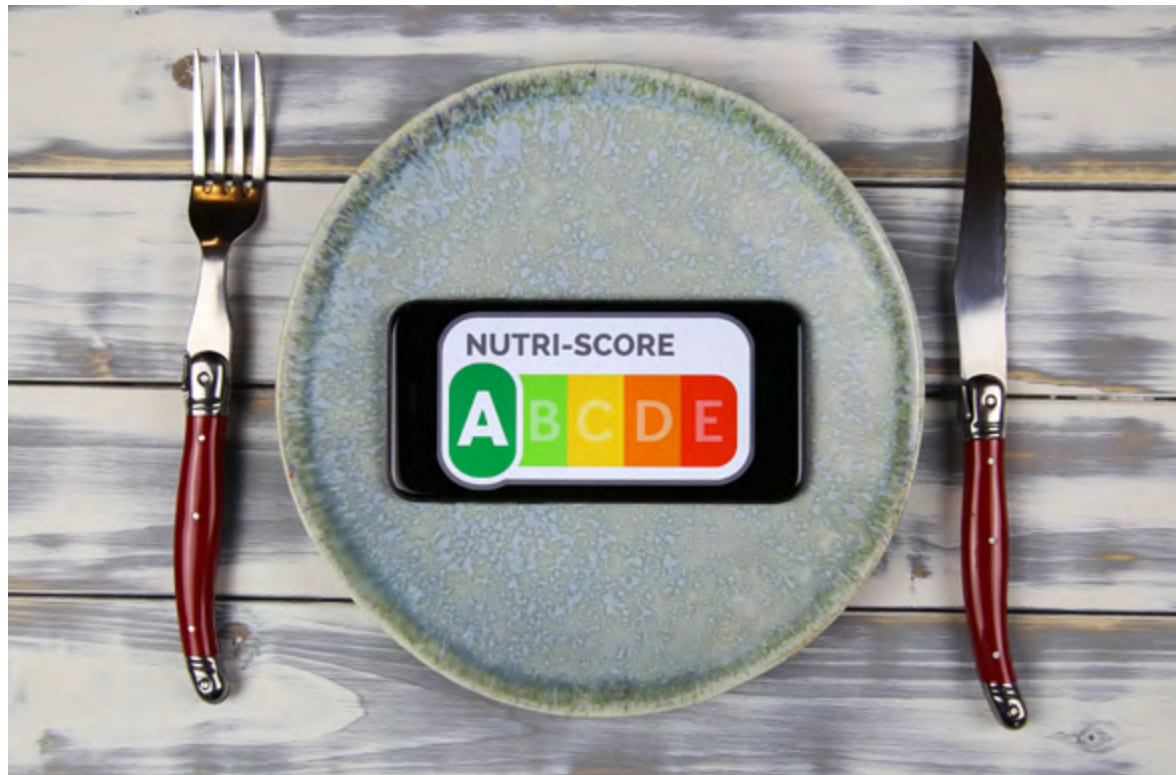


## Des gènes grenoblois dans le Nutri-Score

11  
janv.

2022

A, B, E... Le Nutri-Score a fait son apparition sur les emballages des produits alimentaires en 2017 pour aider le consommateur à être acteur de ses choix en matière d'alimentation. Mais saviez-vous que la pertinence de ce logo a été validée par le laboratoire grenoblois GAEL\* ?



Inventé sous l'impulsion de la loi de modernisation de notre système de santé (dite loi Touraine), le Nutri-Score est un logo qui permet, sur une échelle à cinq niveaux, de savoir rapidement et simplement à quel point un produit alimentaire est sain et équilibré.

Connu et reconnu au niveau national depuis son implication dans une étude sur l'acceptation des OGM par le grand public dans les années 1990, le laboratoire a proposé à l'automne 2016 au ministère de la Santé d'évaluer en recourant aux méthodes de l'économie expérimentale, plusieurs logos destinés à permettre au consommateur de faire un choix éclairé pour son alimentation en matière de nutrition. « *Le ministère avait sélectionné cinq formats, se souvient Bernard Ruffieux, professeur à Grenoble INP - Génie industriel, chercheur au laboratoire GAEL\* et responsable scientifique de l'étude. La ministre d'alors, Marisol Touraine, s'était engagée à choisir celui qui, parmi eux, se révélerait le plus efficace à faire changer les comportements.* » Pour les départager, dans ce contexte particulièrement captivant d'élaboration de politique publique fondée sur la science, les chercheurs ont mis en place deux expériences en parallèle. Une expérimentation en conditions réelles dans soixante supermarchés où ont été apposés près de deux millions de labels et observés 1,6 million d'actes d'achat. Une expérimentation en laboratoire, faite sur le site de Grenoble INP en centre ville (Viallet) sur la plateforme du laboratoire, avec 600 volontaires. « *Il est intéressant de noter que la « petite expérience » de Viallet, mieux contrôlée, fut plus significative et concluante.* »

### Un logo choisi sur la base de comportements réels observés en laboratoire

Ces expériences, où l'on observe des comportements réels – les participants repartent avec des produits qu'ils ont réellement achetés – contrastent fortement avec les enquêtes déclaratives. « *Nous voulions mesurer l'impact réel des différents logos dans les conditions suivantes : chaque participant entrait dans le laboratoire – un magasin en ligne présentant des produits courants au prix indiqué en supermarché – dans lequel il était invité à faire ses courses pour 24 heures. Il faisait ses courses une première fois avec un catalogue de produits sans affichage nutritionnel. Il refaisait ses courses ensuite avec un catalogue affichant l'un des logos testés. L'un des paniers est tiré au sort et acheté par le participant. Sur la base des données recueillies, on réalise ensuite des mesures d'écart entre les deux paniers constitués par les utilisateurs et entre les traitements, chaque traitement testant un logo différent et un traitement sans logo, le « placebo ».* C'est ce qu'on appelle la méthode de la double différence. » Parallèlement, la même expérience était menée dans soixante supermarchés à l'échelle nationale. C'est ainsi que le logo du Nutri-Score, aujourd'hui présent sur la plupart des emballages alimentaires, a été choisi sur la base de résultats mesurables et concrets. Les résultats des deux études sont publiés dans des revues scientifiques internationales : l'étude en laboratoire dans la *European Review of Agricultural Economics* en 2020 ; l'étude en grandeur nature dans le *Journal of the Academy of Marketing Science* en 2021.



Fort de ce succès, le laboratoire a travaillé récemment, avec le ministère de l'environnement sur un affichage environnemental.

### Bientôt un dispositif d'affichage environnemental

L'affichage simplifié en face avant des produits ou présent de façon saillante sur les plateformes d'achat ou en restauration hors domicile étant un succès, il est en passe de s'étendre à d'autres domaines. Le ministère de la Transition Ecologique et l'Ademe\*\* planchent sur un équivalent du Nutri-Score dédié à l'impact environnemental des produits de consommation. Là encore, le laboratoire GAEL a été mis à contribution pour déterminer l'affichage le plus efficace. « *Comme pour le Nutri-Score, il s'agit d'une note affichée sur les produits, sur les linéaires de libre-service ou sur Internet, calculée sur l'ensemble du cycle de vie du produit, suivant comme en nutrition un référentiel validé, explique Bernard Ruffieux. C'est un repère simple pour les consommateurs, avec une identité graphique qui est en voie de définition et qui permettra de comparer les produits entre eux et de faire un choix éclairé au moment de l'achat, au sein de chaque rayon ou entre eux.* »

Réalisées entre juillet et septembre 2021 sur 600 personnes environ, les expérimentations ont rendu leurs conclusions, et un rapport a été publié récemment (ADEME, 2021). Reste à voir quand et comment il sera déployé, le Ministère ne s'étant pas encore engagé à adopter le format final.

\*Laboratoire d'Economie Expérimentale de Grenoble : CNRS, INRAe, Grenoble INP – UGA, UGA

\*\*Ademe : Agence de la transition écologique

## Thingsat sur la rampe de lancement

18  
juin

2021

A peine un an après Amicalsat, le CSUG s'apprête à mettre en orbite un deuxième dispositif, qui partira à bord du nanosatellite Stork.



Fort du succès du lancement d'Amicalsat en septembre 2020, le CSUG s'apprête à lancer un nouvel objet dans l'espace. Cet été, c'est un dispositif de communication pour l'Internet des Objets mis au point à Grenoble qui sera lancé à bord d'une fusée Space X depuis Cap Canaveral. « Pour ce projet, nous n'avons pas fabriqué le satellite, mais acheté une place à bord du nanosatellite Stork développé par la société polonaise SatRevolution qui embarquera plusieurs dispositifs aux côtés du nôtre, explique Mathieu Barthélémy, directeur du CSUG. Cela présente l'avantage d'être beaucoup moins cher que de développer un nanosatellite complet. »

Le dispositif qui partira cet été est une carte de communication radio selon un protocole de communication sans fil bas débit et basse consommation mis au point à Grenoble (LoRa de Semtech) et doté d'une antenne, pour un volume total de 300 cm<sup>3</sup>. Baptisé Thingsat, ce dispositif permet de communiquer avec des objets isolés au sol, telles des bouées en mer dotées de capteurs qui mesurent un niveau d'eau ou une température. « Avec Thingsat, nous proposons une solution de réception de ces informations lorsque le satellite passe au-dessus de la bouée, et de retransmission des données récoltées lorsqu'il passe au-dessus du centre de recherche concerné. »

En collaboration avec le LIG\*\*, l'IMEP-LAHC\*\*\*, l'institut Paul Emile Victor et l'Université de Polynésie, le CSUG a développé la carte électronique et fait en sorte qu'elle soit compatible avec les conditions rencontrées dans l'espace. Plusieurs industriels se sont associés au projet, comme Air Liquide, qui est intéressé par Thingsat pour relever des positions et des niveaux de pression dans des containers de gaz en mer sur bateaux.

### Projet sur fond de crise sanitaire

Intégralement réalisé à distance, le projet a fait intervenir des personnels de Grenoble INP - UGA et des étudiants de différentes écoles et filières (Grenoble INP - Ensimag, UGA, Grenoble INP - Phelma, UGA, Grenoble INP - Polytech, PHITEM, IUT 1 GMP et GEII). Malgré les contraintes liées à la crise sanitaire, il a été bouclé en 18 mois, dans les délais impartis : le modèle de vol est livré, le dispositif a été testé en conditions vibratoires et intégré dans le nanosatellite, qui sera livré au lanceur dans les jours qui viennent. Dans un premier temps des tests seront effectués pour vérifier la fonctionnalité du dispositif, avant de mettre en œuvre les collaborations concrètes avec les industriels.



Déjà, d'autres projets sont dans les tuyaux. En 2022, le nanosatellite QlevEr Sat, développé avec le soutien en mécénat de Teledyne e2v, permettra de surveiller l'évolution de la déforestation grâce à un imageur et un système embarqué de traitement des images par intelligence artificielle. En 2023, ce sera au tour d'ATISE de se propulser en orbite avec son spectromètre dédié à l'étude des aurores boréales.

**Partenaires du projet :** **Académiques :** CSUG, LIG, IMEP-LAHC, IPEV, Université de Polynésie  
**Industriels :** Air Liquide, SpaceAble

\*Grenoble INP - UGA, UGA ; \*\*CNRS, Grenoble INP - UGA, UGA, Inria ;

\*\*\*CNRS, Grenoble INP - UGA, UGA, université Savoie Mont Blanc



INITIATEUR DE  
TRAJECTOIRES



# Institut d'ingénierie et de management

8 écoles publiques à Grenoble et à Valence

Institut d'ingénierie et de management

Energie et environnement • Géomatériaux et génie civil • Matériaux, matériaux biosourcés et procédés • Micro nanotechnologies  
Numérique et usages • Production, management et organisations

## 8 écoles d'ingénieurs et de management

Grenoble IAE - INP, UGA  
Grenoble INP - Ense3, UGA  
Grenoble INP - Ensimag, UGA  
Grenoble INP - Esisar, UGA  
Grenoble INP - Génie industriel, UGA  
Grenoble INP - Pagora, UGA  
Grenoble INP - Phelma, UGA  
Polytech Grenoble - INP, UGA

## 2 prépas

La Prépa des INP (Groupe INP)  
PeiP (réseau Polytech)

## 1 école partenaire

SeaTech

## 1 département formation professionnelle



Membre du Groupe INP  
+35 écoles publiques d'ingénieurs

## 8 500 étudiants

## 70 000 diplômés depuis la création de l'institut

## 39 laboratoires dont 8 internationaux

## 21 plateformes technologiques et Fablabs

## 360 entreprises partenaires privilégiées dont environ 90 impliquées directement dans la gouvernance Grenoble INP - UGA

## 24 chaires industrielles

## 1 fondation

## 1 filiale de valorisation



F O R M A T I O N



R E C H E R C H E



V A L O R I S A T I O N