

Inventer les matériaux du futur à Grenoble INP

EDITORIAL

Yves Bréchet,

Haute Commissaire à l'Énergie Atomique, Professeur à Grenoble INP, Directeur du Labex CEMAM



Les matériaux architecturés : une voie vers l'éco-conception ?

On développe aujourd'hui des matériaux « sur mesure », aux propriétés spécifiques, au lieu de se contenter des matériaux sur étagère. L'intégration de la dimension multifonctionnelle a conduit à considérer une notion plus vaste que celle des matériaux classiques, celle de « matériaux architecturés » qui associent un choix optimal de matériaux et de distribution de la matière devenant fonctionnelle pour répondre à des cahiers des charges de plus en plus exigeants. Parmi les exigences nouvelles, l'économie de matière, l'allègement des structures contribuent à un développement respectueux de l'environnement de par leurs perspectives de rationalisation et de performance. Le concept même de matériau architecturé est omniprésent dans les matériaux naturels (le bois, les coquillages) de telle sorte que la bio inspiration est une stratégie puissante

**Le concept même
de matériau
architecturé est
omniprésent dans
les matériaux
naturels**

dans ce secteur. Le développement récent et spectaculaire de la fabrication additive rend possibles des géométries particulièrement performantes. Avec le labex CEMAM, Grenoble INP est particulièrement bien positionné sur ce secteur : les compétences en matériaux, en élaboration, en conception, en sélection des matériaux, la collaboration ancienne de ces disciplines de l'ingénierie avec des biologistes sont autant d'atouts dans le jeu de Grenoble pour se positionner sur ce champ disciplinaire nouveau qui s'intègre tout naturellement dans les priorités régionales et nationales. Reste à savoir désassembler et recycler ce que l'on a si patiemment assemblé : le défi n'est pas mince, mais là encore les atouts en termes de compétences sont au rendez-vous. C'est pour répondre à ces défis que Grenoble INP porte dans le cadre du futur Contrat de Plan Etat Région (CPER) le projet de création d'un centre d'Eco Conception des Matériaux Architecturés (ECOMARCH).



Inventer les matériaux du futur à Grenoble INP

LE DOMAINE DES MATÉRIAUX ET DES PROCÉDÉS CONSTITUE UN AXE STRATÉGIQUE À GRENOBLE DEPUIS DE NOMBREUSES ANNÉES. SELON LES DERNIERS CLASSEMENTS INTERNATIONAUX, GRENOBLE INP EST LA PREMIÈRE UNIVERSITÉ FRANÇAISE ET PARI MI LES MEILLEURES AU MONDE DANS LE SECTEUR DES MATÉRIAUX. CETTE EXCELLENCE S'EST ÉGALEMENT TRADUITE PAR LA SÉLECTION DANS LE CADRE DES INVESTISSEMENTS D'AVENIR DE PLUSIEURS PROJETS, INSTITUT CARNOT OU LABEX (DONT LE CEMAM, CENTRE D'EXCELLENCE SUR LES MATÉRIAUX ARCHITECTURÉS MULTIFONCTIONNELS) DANS LESQUELS LA RECHERCHE SUR LES MATÉRIAUX JOUE UN RÔLE PRIMORDIAL.

Les matériaux ont toujours été un passage obligé pour transformer une idée en objet. Ils constituent donc un secteur clé de l'économie. Au sein de Rhône-Alpes, les matériaux et leurs procédés de fabrication constituent un secteur stratégique majeur, porté par un tissu industriel dense constitué de grands groupes mais également d'un maillage d'entreprises de taille moyenne, l'ensemble étant fédéré par plusieurs pôles de compétitivité dont le pôle VIAMECA. Dans ce contexte, le développement de matériaux respectueux de l'environnement (notion d'éco efficacité) représente un enjeu majeur pour les années à venir.

L'éco-efficacité dans le domaine des matériaux peut se décliner selon plusieurs axes : le choix de la nature des

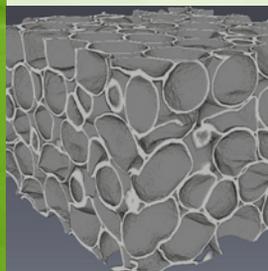
matériaux, la minimisation de la quantité de matière pour remplir une fonction, le développement de procédés d'élaboration respectueux de l'environnement et la capacité de recyclage en fin de vie.

L'architecture permet une économie de matière par une distribution optimale de celle-ci tout en assurant une réelle multifonctionnalité

L'Université Grenoble Alpes (UGA) est particulièrement bien armée pour aborder ces nouveaux enjeux. En effet, une première voie pour répondre à ces défis réside dans le développement des matériaux bio sourcés et avec notamment l'Institut Carnot Polynat, l'UGA dispose d'une expertise particulièrement bien reconnue nationalement et internatio-

nellement dans ce domaine. En parallèle des matériaux biosourcés, le développement des matériaux dits "architecturés" constitue une réponse très prometteuse en terme d'éco efficacité. En effet, ainsi que le souligne Jean-Jacques Blandin, chercheur au laboratoire SIMAP, "l'architecture d'un matériau consiste à l'optimiser à une échelle intermédiaire entre celle de la microstructure et celle de la pièce. Cela permet d'accéder à des combinaisons de propriétés jusque-là inaccessibles, avec, de plus, un souci optimal d'économie de matière". Les matériaux architecturés, tels que les matériaux cellulaires, enchevêtrés, sandwich, stratifiés ou à gradients, peuvent ainsi apporter des réponses efficaces à nombre de problématiques d'éco efficacité dans la mesure où l'architecture permet une écono-

La tomographie : un voyage au cœur de la matière



Pour caractériser les matériaux, c'est-à-dire en étudier les propriétés, les chercheurs de Grenoble INP ont accès à divers outils très performants. Ainsi, deux tomographes sont disponibles : l'un au laboratoire 3S-R depuis quelques années, et un autre bientôt installé au laboratoire SIMAP permettant une imagerie haute résolution, grâce à une action soutenue par plusieurs labex dont le CEMAM, des laboratoires et des instituts dont Grenoble INP. "La tomographie est une technique d'imagerie très utilisée dans l'imagerie médicale, ainsi qu'en géophysique, explique Luc Salvo, chercheur au laboratoire SIMAP. Elle permet de reconstruire le volume d'un objet à partir de plusieurs centaines de radiographies prises sous différents angles. De cette manière, on accède à la structure interne d'un matériau, sans le détériorer". En outre, les scientifiques de Grenoble INP bénéficient de la

proximité d'un équipement unique en Europe : l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility). L'ESRF est une source de lumière extrêmement puissante qui permet d'explorer la matière, inerte ou vivante, avec une précision inégalée. Grâce à des temps d'acquisition très courts, cette technique d'imagerie in situ permet d'observer les conséquences structurales d'un traitement thermique par exemple, quasiment en temps réel. "Au labo, nous avons notamment utilisé cette source de rayons X pour étudier la déformation de matériaux architecturés ou la solidification d'un alliage d'aluminium. Avantage non négligeable de l'observation en temps réel : il n'est plus nécessaire de figer la microstructure à un stade donné du processus en trempant l'échantillon dans l'eau, ce qui peut altérer le processus et fausser le résultat". Les chercheurs de Grenoble INP collaborent ainsi depuis plus de 20 ans avec l'ESRF.



mie de matière par une distribution optimale de celle-ci tout en assurant une réelle multifonctionnalité. Ces nouveaux matériaux ont déjà intégré de très nombreux secteurs industriels comme l'automobile, l'aéronautique, l'énergie, le bâtiment, le biomédical, etc.

L'éco-conception des matériaux architecturés constitue donc un enjeu majeur. Dans ce contexte, les procédés de fabrication directe pour lesquelles les étapes d'usinage peuvent être supprimées, constituent par exemple des stratégies intéressantes et les chercheurs grenoblois bénéficient d'un atout majeur dans ce domaine : une machine de fabrication additive EBM (Electron Beam Melting = fusion par faisceau d'électrons). Première machine de ce type installée sur site universitaire en France, celle-ci permet de fabriquer couche par couche des pièces métalliques avec une très grande liberté de design et s'avère donc très bien adaptée à l'élaboration de matériaux architec-

turés. Comme l'explique Jean-Jacques Blandin, "il s'agit de procédés qui permettent de passer du "prêt-à-porter" au "sur mesure" en partant directement des besoins de l'utilisateur. De plus, comme ils ne génèrent quasiment pas de déchets, ils sont emblématiques d'une démarche d'éco efficacité dans le domaine des matériaux". On trouve déjà certains de ces avantages avec les procédés de frittage, technique également maîtrisée à Grenoble INP et utilisée pour l'élaboration contrôlée de matériaux métalliques et céramiques. Une attention particulière doit également être portée aux procédés de recyclage des pièces en fin de vie et les liens forts tissés entre Grenoble INP et la société RECUPYL, née en son sein, constituent un vrai atout.

Le choix de privilégier les matériaux architecturés sur Grenoble s'appuie donc sur la reconnaissance du positionnement du site grenoblois sur cette thématique. Cette reconnaissance repose

également sur la proximité des grands instruments et notamment le synchrotron avec lequel existe un partenariat de plus de dix ans sur l'imagerie par tomographie X des matériaux architecturés. Cette thématique fait également l'objet d'une recherche en réseau au sein de la région Rhône-Alpes, avec par exemple la mise en place d'un groupement d'intérêt scientifique sur les matériaux architecturés entre Grenoble INP et l'INSA de Lyon.

La région Rhône-Alpes est ainsi aujourd'hui reconnue nationalement et internationalement comme un acteur de premier plan dans ces domaines d'architecture des matériaux que ce soit en volume ou en surface. C'est pour conforter ce positionnement en y intégrant de façon plus explicite les aspects d'éco efficacité qu'un projet de création d'un Centre d'Eco Conception des Matériaux Architecturés (Eco-March) est porté dans le cadre du prochain CPER.



Le projet EcoMarch

Le projet ECOMARCH a pour ambition de réunir en un même lieu des espaces recherche, formation et valorisation dédiés à l'éco conception des matériaux afin de constituer un pôle de référence au niveau européen sur cette problématique clé pour la science des matériaux au 21^{ème} siècle. Le projet s'appuie sur la création d'un centre d'Eco COnception des Matériaux ARCHitecturés. Le choix de cibler les matériaux architecturés résulte du potentiel de ces matériaux en termes d'éco efficacité et du positionnement reconnu à l'international du site grenoblois sur cette thématique, conforté par la sélection dans le cadre des Investissements d'Avenir du labex CEMAM de Grenoble INP. Le centre intégrera des espaces dédiés à la recherche, au transfert de technologie et à la formation.



Des plateformes innovantes d'élaboration

Ces plateformes intégreront divers procédés d'élaboration de matériaux architecturés : des procédés pour lesquels le matériau passe par une phase liquide, des procédés d'élaboration à partir de poudres et des procédés de transformation des matériaux à l'état solide (ex. traitements thermomécaniques), mais aussi des procédés d'architecture en surface, par le biais d'équipements permettant des dépôts contrôlés sur substrats. Ces plateformes permettront de rationaliser des moyens aujourd'hui dispersés sur différents sites, et d'implanter de nouveaux équipements. Elles s'appuieront également sur les espaces de caractérisation structurale et de caractérisation des performances présents dans les laboratoires du site, notamment LEPMI et SIMAP, ainsi qu'au sein du CMTC. Le centre EcoMarch intégrera également une plateforme de modélisation numérique.

Des espaces dédiés au transfert de technologie

Ces halles auront pour vocation de favoriser le transfert de technologie depuis les plateformes d'élaboration vers l'industrie. Elles pourront héberger des start-up issues des laboratoires mais également proposer des espaces à des sociétés en cours d'incubation, désireuses de bénéficier d'un environnement recherche / innovation de pointe.

Des espaces enseignement / recherche

Un centre de projets pour étudiants de Grenoble INP - Phelma (physique, électronique, matériaux) sera créé, permettant la mise en place de projets longs en partenariat pérenne avec l'industrie. L'une des finalités de tels projets sera de renforcer les synergies enseignement / recherche / valorisation. Ces espaces seront directement connectés aux plateformes de TP "Matériaux" présentes sur le site, utilisées aujourd'hui à la fois par les étudiants de Grenoble INP - Phelma ceux de l'UJF - Polytech Grenoble.

Le projet EcoMarch, qui nécessitera la réhabilitation de plusieurs bâtiments, contribuera également à l'émergence sur le campus de Saint-Martin-d'Hères, d'un "quartier" autour d'une thématique Procédés dans les secteurs Matériaux (incluant les biosourcés) - Chimie - Mécanique. Il permettra de constituer un pôle compact d'innovation et de recherche, compétitif au niveau européen, voire mondial, dans le domaine des nouveaux matériaux et des procédés éco-efficaces.

Grenoble INP, toujours en tête des classements

Cette année encore, Grenoble INP se distingue parmi les meilleures universités mondiales dans les classements thématiques "Materials Sciences" (premier établissement français, et 14^{ème} européen), "Engineering - Electrical & Electronic" (premier établissement français et le 31^{ème} européen) et "Engineering - Mechanical" du **QS World University Rankings 2014**.

Une bonne nouvelle n'arrivant jamais seule, Grenoble INP arrive 2^{ème} au classement général de **L'Usine Nouvelle** pour la deuxième année consécutive, et conserve sa première place en recherche.



Suivez Grenoble INP



→ www.grenoble-inp.fr/suivez-nous