

Communiqué de presse

Le 8 janvier 2019

Fabrication Additive : Les IRT SystemX et Saint Exupéry coordonnent leurs travaux au service du dimensionnement et de la durabilité des structures lattices

Lancé en Juin 2018, le nouveau projet inter-IRT LATTICES d'une durée de 24 mois ambitionne de lever les verrous technologiques actuels liés à la conception et à la réalisation de structures lattices par fabrication additive métallique. Ce projet s'attache en particulier à développer des outils de simulation et de modélisation du comportement mécanique de ces structures à l'aide d'une approche multi-échelles tenant compte des propriétés singulières du matériau et des variabilités géométriques intrinsèques au procédé de fabrication. L'objectif est de doter les bureaux d'étude d'outils d'aide à la conception et au dimensionnement de structures lattices robustes. Il couple les sous-projets DSL (Durabilité des Structures Lattices) de SystemX et LASER (Lattice Structures for Engines and Launchers) de Saint Exupéry.

Particulièrement plébiscitées dans les industries aéronautiques et spatiales, les structures « lattices¹ » ou « treillis » produites en fabrication additive - et plus précisément par le procédé de fusion laser sur lit de poudre - permettent d'alléger les structures et d'intégrer de nouvelles fonctions (stockage de carburant, échangeurs thermiques, absorption d'énergie, ...). Cependant, ce processus d'élaboration induit des microstructures singulières et introduit des dispersions dans la géométrie des structures lattices élémentaires (variabilité dimensionnelle des mailles, états de surface, section des poutres, etc.) qui sont susceptibles d'altérer la durabilité des pièces en service.

SystemX, unique IRT dédié à l'ingénierie numérique des systèmes du futur, et Saint Exupéry, IRT des filières aéronautique, espace et systèmes embarqués disposant d'un centre de compétences sur les matériaux métalliques et procédés, unissent leurs expertises dans le cadre de leurs projets respectifs DSL et LASER. D'une durée de 24 mois, ces projets visent à **étudier l'impact des variabilités liées au procédé de fabrication sur l'état de la matière, la résistance mécanique et la durée de vie de la structure fabriquée.** Ces travaux seront réalisés sur des structures lattices soumises à des sollicitations mécaniques quasi statiques à température ambiante. **In fine, cette expérimentation permettra d'élaborer un modèle numérique de simulation des comportements élasto-plastiques des pièces par réduction de modèle. Elle débouchera sur la création d'un démonstrateur proposant des outils d'aide à la conception et à la validation des structures lattices.**

Ce projet global réunit trois partenaires industriels (Ariane Group, Safran Additive Manufacturing et Altran), et trois partenaires académiques et scientifiques (CEA List, LURPA et SIMAP).

Les projets DSL et LASER en quelques mots

- **Durée** : 24 mois
- **Effort total** : 4ETP

Partenaires industriels : Ariane Group, Safran Additive Manufacturing, Altran

Partenaires académiques et scientifiques : CEA LIST, LURPA, SIMAP

Objectifs du projet :

- lever les verrous liés à la fabrication de structures lattices
- doter les bureaux d'étude d'outils d'aide à la conception et au dimensionnement de structures lattices robustes

¹ Les structures « lattices » ou « treillis » font partie de la famille des matériaux architecturés qui présentent des propriétés singulières liées à la fois à la nature même des matériaux employés, leur microstructure et à la géométrie des structures fabriquées. Les « lattices » ou « treillis » sont des structures composées d'un réseau de poutres. L'organisation de ce réseau de poutres selon des motifs particuliers permet de conférer des propriétés mécaniques sur-mesure à l'ensemble (par exemple un comportement auxétique) tout en minimisant sa densité. De par leurs caractéristiques géométriques, les structures lattices peuvent être utilisées pour obtenir des pièces de faible masse et de haute résistance.



Du côté de l'IRT SystemX, les travaux de recherche sont menés dans le cadre d'un projet en propre baptisé DSL (Durabilité des Structures Lattices) dont les objectifs sont triples :

- **Développer une méthodologie de mesure** par tomographie RX des caractéristiques géométriques des pièces produites (dimension, forme, rugosité), et quantification des dispersions et incertitudes associées.
- **Identifier l'influence des paramètres** de la stratégie de fabrication sur l'écart entre la géométrie conçue et la pièce produite.
- **Et élaborer un modèle numérique paramétrique** (CAO et calcul de structures) permettant entre autres d'intégrer dans les calculs la variabilité géométrique mesurée et de réaliser des études statistiques dans le cadre de la conception robuste de structures lattices.

Dans le cadre de son projet en propre LASER, l'IRT Saint Exupéry, à travers une démarche multi-échelles, s'intéresse aux **liens entre les paramètres du procédé de fabrication** (position sur le plateau, orientation des poutres, traitement thermique), **la microstructure** (métallurgie, porosités, état de surface) **et le comportement mécanique des structures lattices**. Dans le cadre de ce projet, **des caractérisations sont ainsi réalisées à l'échelle des constituants de la structure lattice** (micropoutres et nœuds), en plus des essais en compression et cisaillement de structures lattices complètes. Une instrumentation de pointe (tomographie RX et mesure par analyse d'image) permettra de **comprendre l'influence de la microstructure, des porosités ou de la rugosité sur la tenue des pièces et de valider les stratégies de modélisation du comportement mécanique jusqu'à rupture** (lois de comportement, idéalizations de la géométrie, prise en compte des défauts).

Les projets DSL et LASER, conçus dès l'origine pour s'articuler au sein du projet LATTICES, prévoient des échanges de résultats, principalement des données d'essais mécaniques et d'analyses tomographiques, des coefficients de lois de comportement, la stratégie de modélisation, etc. Les échanges entre projets sont coordonnés par l'IRT SystemX.

« Ce projet conjugue les expertises en modélisation, simulation, réduction de modèle et traitement d'images de l'IRT SystemX aux expertises en métallurgie, modélisation, caractérisation et élaboration de loi de comportement de l'IRT Saint Exupéry. Il ambitionne de lever les verrous actuels liés à la conception de structures lattices, en intégrant les incertitudes et variations géométriques dans le calcul de leur résistance mécanique. Il pourra donner lieu par la suite à une extension de projet sur les problématiques de fatigue des pièces, pour étudier par exemple la propagation de la fissuration dans leurs structures », explique Christophe Tournier, chef de projet DSL chez SystemX.

« La capacité des deux IRT à traiter les verrous technologiques sur toute la chaîne, depuis le procédé de fabrication jusqu'à l'outil de conception en apportant toute la compréhension nécessaire grâce à la participation des membres académiques, est une force indéniable à ce projet. Les différents points de vue nous enrichissent dans notre propre domaine d'expertise et le mode de collaboration très imbriqué via la répartition des tâches de fabrication, caractérisation et modélisation favorise les échanges. Il est clair que le sujet est lui-même très stimulant quand on pense à toutes les possibilités que peuvent offrir les structures lattices en termes de design mais aussi, du point de vue scientifique, toutes les connaissances que l'on va pouvoir capitaliser sur celles-ci et sur leur procédé de fabrication encore tout récent qu'est la fabrication additive », détaille Ludovic Barrière, chef de projet LASER à l'IRT Saint Exupéry.

À propos de l'IRT SystemX

Basé sur le plateau de Paris-Saclay, à Lyon et Singapour, l'IRT SystemX se positionne comme un accélérateur de la transformation numérique. Centrés sur l'ingénierie numérique des systèmes du futur, ses projets de recherche couvrent les enjeux scientifiques et technologiques des filières industrielles, transport et mobilité, énergie, sécurité numérique et communications. Ils répondent aux défis que rencontrent les industriels dans les phases de conception, de modélisation, de simulation et d'expérimentation des produits et services futurs, intégrant de plus en plus de technologies numériques.

L'évolution des technologies et la nécessité de leur intégration impliquent en effet de tenir compte du nouveau paradigme « Digitalisation » par une approche « systèmes » voire « systèmes de systèmes ». La feuille de route 2016-



2020 de l'IRT s'articule autour de 4 programmes : l'industrie agile, les transports autonomes, les territoires intelligents et l'internet de confiance. Aujourd'hui, SystemX, ce sont 31 projets lancés (dont 20 en cours), impliquant 83 partenaires industriels et 24 laboratoires académiques, et 265 collaborateurs dont 130 ressources propres.

A propos de l'IRT Saint Exupéry

L'IRT Saint Exupéry, accélérateur de science, de recherche technologique et de transfert vers l'industrie vise à élaborer des technologies de rupture dans 3 domaines clés : matériaux multifonctionnels à haute performance, aéronautique plus électrique et systèmes embarqués. Cet institut de recherche technologique (IRT), né dans le cadre du programme gouvernemental d'investissements d'avenir, associe des partenaires publics et privés pour développer ensemble des activités de recherche adossées à des plateformes technologiques et des compétences de haut niveau sur les sites de Bordeaux - Talence, Sophia Antipolis et Toulouse. A ce jour l'IRT Saint Exupéry a lancé une cinquantaine de projets dont 35 en cours impliquant 50 membres académiques et 140 membres industriels ainsi que près de 350 collaborateurs.

Contacts presse SystemX

Marion Molina – Claire Flin

Tél. 06 29 11 52 08 / 06 95 41 95 90

marionmolinapro@gmail.com / claireflin@gmail.com

Contact presse Saint Exupéry

Diane Loth, Giesbert & Mandin

Tél. 06 47 27 74 29

d.loth@giesbert-mandin.fr