



## Design and optimization of modular truss structures for aerospace applications

Soutenance de thèse – Enrico STRAGIOTTI  
27 mars 2024 – 14h00

Salle Contensou - ONERA Châtillon

### Devant le jury composé de :

Rapporteur	DUYSINX Pierre - Professeur,	Université de Liège
Rapporteur	WU Jun - Maître de conférences,	TU Delft
Examinatrice	CATAPANO Anita - Professeur,	Bordeaux INP
Directeur de thèse	MORLIER Joseph - Professeur,	ICA/ISAE_SUPAERO
Co-directeur	IRISARRI François-Xavier - Directeur de Recherche	ONERA/DMAS
Encadrant	JULIEN Cédric - Ingénieur de Recherche	ONERA/DMAS

### Résumé

Dans l'industrie aérospatiale, il existe une demande constante pour des aérostructures plus légères, motivée par la nécessité d'améliorer l'efficacité énergétique et les performances globales de l'avion. Ces évolutions offrent des opportunités pour explorer des concepts innovants tels que l'aile volante ou les ailes haubanées transsoniques, s'éloignant de la configuration traditionnelle des avions Tube And Wing (TAW). Une approche prometteuse pour répondre à ces demandes est l'utilisation de structures modulaires en treillis, reconnues pour leur extrême légèreté et leur modularité. La conception modulaire offre divers avantages, notamment l'assemblage de grandes structures à partir de modules répétitifs plus petits, faciles à fabriquer, la réparabilité sur le terrain et l'assemblage rapide pour des structures temporaires.

Dans cette thèse, une méthodologie de conception et d'optimisation pour des aérostructures ultralégères et modulaires est développée. L'optimisation est conduite avec l'approche nommée Truss Topology Optimization (TTO), qui utilise des barres comme élément de discrétisation de la structure. Cependant, la formulation classique du TTO présente des limitations dans la formulation mécanique, telles que l'incapacité à traiter les contraintes de flambage locale, à prendre en compte plusieurs cas de charge, à limiter l'élanement minimum des barres et à assurer la compatibilité mécanique de la structure. Pour surmonter ces défis, nous avons formulé une approche globale et développé un algorithme innovant d'optimisation en deux étapes. Cela implique d'utiliser un problème simplifié pour générer une solution initiale, qui sert de point de départ pour l'optimisation d'une formulation complète.

La deuxième partie de la thèse se concentre sur l'adaptation de la formulation monolithique proposée pour modéliser des structures modulaires. Initialement, nous nous concentrons sur l'optimisation de la topologie d'une structure entièrement modulaire, où un seul module est répété tout au long du design. Nous examinons comment les hyperparamètres, tels que le nombre de sous-domaines et la complexité des modules, affectent les performances mécaniques de la structure. Ensuite, nous explorons un scénario plus complexe en optimisant plusieurs topologies de modules et leur disposition dans la structure. Cela est réalisé grâce à une nouvelle stratégie de résolution basée sur une approche Discrete Material Optimization (DMO), utilisant un optimiseur à descente de gradient. En abordant les défis de la conception légère et de la modularité dans les aérostructures, cette recherche vise à contribuer à l'évolution continue des technologies aérospatiales et à améliorer l'efficacité et les performances des futurs avions.

### Mots clés

Structures architecturées, optimisation des structures, optimisation topologique, structures modulaires