

Soutenance de thèse

Ombeline AÏELLO soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA MOIS et intitulée «*Validation anticipée de conceptions de systèmes par une approche d'ingénierie conjointe basée modèles et optimisation*»

Le 13 avril 2023 à 15H00, salle des thèses, ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

M. Pierre DE SAQUI-SANNES	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
Mme Nathalie BARTOLI	Directrice de recherche ONERA	
M. Ludovic APVRILLE	Professeur Télécom Paris	
Mme Olivia PENAS	Ingénieure de recherche ISAE-SUPMECA	
M. Olivier POITOU	Ingénieur de recherche ONERA	Co-directeur de thèse
M. Jean-Charles CHAUDEMAR	Professeur Associé ISAE-SUPAERO	Co-encadrant de thèse
Mme Régine LALEAU	Professeure Université Paris-Est	Rapporteuse
M. Daniel AMYOT	Professeur Université d'Ottawa	Rapporteur

Résumé : Depuis quelques années, le nombre de drones ne cesse d'augmenter. Ces derniers sont amenés à réaliser différents types de missions, qu'elles soient civiles ou militaires, pour lesquelles ils présentent des caractéristiques techniques spécifiques, adaptées aux besoins de chacune d'elles. Les travaux de cette thèse ont pour but de développer une méthodologie de conception et d'optimisation de systèmes de drones basée modèles, pour laquelle les approches MBSE (Model-Based System Engineering) et MDAO (Multidisciplinary Design Analysis and Optimization) sont utilisées. Cette méthodologie contient trois contributions majeures. Premièrement, nous proposons d'utiliser le langage GRL (Goal-oriented Requirement Language) pour formaliser la mission que le drone doit effectuer et ainsi identifier les parties prenantes et leurs besoins. Puis, nous proposons des règles d'intégrité qui permettent de passer de l'étape d'analyse des besoins (que nous modélisons en GRL), à la phase de spécification du cycle en V. Cette phase de spécification est modélisée suivant la méthodologie MBSE pour laquelle nous utilisons le langage SysML. Pour permettre ce passage d'une étape à l'autre, les règles d'intégrité proposées ont plusieurs fonctions. D'une part, elles permettent de générer des diagrammes SysML à partir de la modélisation GRL réalisée dans la phase d'analyse des besoins. D'autre part, elles permettent de garantir la cohérence entre la modélisation GRL et les diagrammes SysML créés ou modifiés manuellement. Enfin, nous avons réalisé un travail focalisé sur les exigences (système et mission) pour les améliorer et les préciser le plus tôt possible dans le cycle de développement du système. Pour ce faire, un couplage entre les approches Model-Based Systems Engineering (MBSE) et Multidisciplinary Design Analysis and Optimization (MDAO) est proposé. Ce couplage intègre des résultats analytiques dans des modèles systèmes dès la phase de conception préliminaire du drone, améliore la précision de ces modèles systèmes, et garantit la cohérence entre ces modèles et des modèles physiques (à partir d'équations mathématiques). De plus, la formalisation des relations entre MBSE et MDAO a pour objectif, à terme, de faciliter les évolutions des modèles en indiquant d'éventuelles anomalies et/ou incohérences. La méthodologie développée dans le cadre de cette thèse est appliquée sur un cas d'étude de surveillance de lignes électriques en montagne, pour en évaluer les bénéfices et limites. Cette application a aussi pour but d'identifier de nouvelles pistes de recherche, susceptibles de renforcer cette méthodologie, et éventuellement, de la transposer à d'autres systèmes complexes.

Mots clés : analyse, conception, interopérabilité, drones

Summary: Objective The objective of this PhD work is to propose and implement a collaborative, MBSE and MDAO based, engineering methodology. Expected work: Survey of related work and benchmarking of MBSE and MDAO approaches in order to identify a set of target modeling language, tools and methods. ☐ Identify integration and interoperability capabilities among the previously identified languages, tools and methods. ☐ Define a formalization framework for MBSE and MDAO models integration and interoperability. ☐ Elaborate generic model patterns, in particular for UAVs, and implement them in a MBSEMDAO platform. ☐ Propose a global methodology for model design and analysis. ☐ Make the methodology a tooled one. ☐ Apply the methodology to a UAV whose mission is to be defined.

Keywords: analysis, design, interoperability, UAVs