

## Projet S2C (System & Safety Continuity) : Les IRT Saint Exupéry et SystemX proposent des méthodologies de mise et maintien en cohérence des architectures sécuritaires dans le secteur aéronautique

Toulouse, le 23 mars 2023 – **Les équipes du projet S2C ont présenté aujourd’hui, au musée Aeroscopia à Blagnac, leurs travaux autour de méthodes et processus de mise en œuvre et de maintien en cohérence des données échangées entre les équipes de conception d’architectures systèmes et les équipes d’analyse de la sûreté de fonctionnement (RAMS). Les équipes appellent de leurs vœux que ces processus, issus de 48 mois de recherche, deviennent un modèle à suivre dans l’industrie. Ce projet ambitieux, lancé en 2019, a été porté par une collaboration inter-IRT : Saint Exupéry à Toulouse et SystemX en région parisienne.**

Les industriels aéronautiques doivent faire face à une augmentation du nombre de développements, avec des contraintes de certification et des normes de sûreté de fonctionnement (RAMS) toujours plus exigeantes. Lors de ces conceptions, les ingénieurs se basent de plus en plus sur des modèles d’architecture (Model Based System Engineering - MBSE) et de sécurité (Model Based Safety Assessment - MBSA). Confrontés à des systèmes de plus en plus complexes à mesure que les évolutions du marché s’accélèrent, ce travail, qui peut être asynchrone, pose un risque significatif d’apparition tardive de problèmes, pouvant impliquer des reprises avec un impact financier non négligeable.

Le projet S2C avait pour but de définir un cadre méthodologique outillé pour garantir et maintenir la cohérence des données d’ingénierie entre les architectures systèmes et les analyses de sécurité tout en répondant aux exigences de certification de l’aviation civile. Piloté par les deux IRT, le projet S2C s’est étalé sur 48 mois, de 2019 à 2023 ; et a rassemblé 17 partenaires<sup>1</sup>, industriels, académiques, outilleurs et ingénieriste, principalement du secteur aéronautique. Financé à hauteur de 3,8 millions d’euros, le projet s’appuie sur un historique d’assets en ingénierie système et sûreté de fonctionnement acquis par l’IRT Saint Exupéry (projet MOISE) et l’IRT SystemX (projets OAR, I(SC)<sup>2</sup>).

### 3 axes de travail en faveur de la cohérence des données d’ingénierie

Afin de garantir la cohérence des données d’ingénierie échangées entre les équipes d’architecture systèmes et celles chargées des analyses de sécurité, les IRT ont travaillé sur 3 axes de travail complémentaires et interdépendants :

- **Cohérence de données d’ingénierie SE/SA** : ces travaux ont été menés dans le cadre du secteur aéronautique et viennent compléter l’existant normatif des ARP (Aerospace Recommended Practice). Ils fournissent un ensemble de modèles (processus, data-modèle, plan de traçabilité, autres modèles...) et recommandations pour garantir la cohérence des données d’ingénierie partagées entre les équipes SE et SA et ainsi rendre plus robustes les

---

<sup>1</sup> Partenaires industriels : Airbus Defence and Space, Dassault Aviation, DGA-TA, Liebherr, MBDA, Thales AVS, Thalès Corp, Airbus Protect, LGM, Samares Engineering, SATODEV.

Partenaires académiques et scientifiques : IRIT/INPT, ISAE-Supméca, IRT Saint Exupéry, IRT SystemX, LAAS-CNRS, ONERA.

développements/analyses réalisées de part et d'autre. Ces travaux ont été réalisés pour les différents niveaux systémiques du contexte aéronautique : avionneur, systémiers et dans une moindre mesure équipementiers. Ont ainsi été produits des : processus de cohérence SE/SA, data model et plan de traçabilité associés, recommandations pour l'optimisation du plan de traçabilité, checklist en support des activités de revue de cohérence, modèle de compatibilité de solutions d'ingénierie, POC de gestion de la cohérence dans le temps permettant la visualisation de l'impact d'une évolution SE sur les analyses SA et d'un mécanisme de gestion de l'impact et de sa gravité.

- **Guide pratique MBSA** : ce guide méthodologique s'adresse tant à des ingénieurs RAMS débutants en modélisation que des ingénieurs déjà expérimentés. En effet, il livre les clés pour débiter un projet de modélisation en MBSA (basé sur AltaRica) et traite les points délicats et pièges à éviter. Il explore également le cœur des règles et principes mathématiques régissant les calculs cachés derrière les logiciels de modélisation pour les lecteurs de niveau plus avancé. Ces différents niveaux de lecture étant bien identifiés et expliqués dans le document. Ce guide s'accompagne également d'exemples pratiques mis en œuvre avec 3 solutions disponibles sur le marché pour les industriels : SimfiaNeo® ; Cecilia-Workshop® ; OpenAltaRica.
- **Cohérence entre les modèles MBSE et MBSA** : les travaux sur cet axe ont conduit à distinguer plusieurs dimensions clés dans la recherche de cette cohérence entre modèles distincts : structurelle ou comportementale, localisée ou partielle. Trois méthodes différentes ont ensuite été développées et testées sur le cas d'usage du projet. Il en résulte l'augmentation du niveau de confiance dans la cohérence entre les modèles. Ces méthodes nécessitent l'expertise conjointe des architectes systèmes et ingénieurs RAMS. Elles induisent la collaboration entre ces métiers plus en amont et peuvent s'appuyer sur des outils pour identifier des incohérences potentielles. Des perspectives de gain d'efficacité dans la conduite de ces méthodes ont été identifiées.

Pour mener à bien cette recherche, les équipes du projet S2C ont appliqué pratiquement ces axes sur le cas d'usage AIDA, un système de drone destiné à l'inspection d'avions avant leur décollage issu d'un projet précédent de l'IRT Saint Exupéry (projet MOISE). L'ensemble des processus et méthodologies développées par S2C sont ainsi illustrés sur ce cas d'usage rendu disponible auprès de la communauté<sup>2</sup>.

*« La nature des projets collaboratifs portés par les IRT permet de réunir une équipe d'industriels et d'académiques avec des compétences et des expertises variées et extraordinaires » s'enthousiasme Jérémy Perrin, chef de projet S2C.*

## Un cadre méthodologique outillé pour l'ensemble de la filière

La mise en commun des compétences multiples des deux IRT aboutit aujourd'hui à des processus, méthodes, guides et outils qui accompagneront la montée en maturité des industriels sur les approches MBSA et sur l'intégration du MBSA dans leur développement. Volet stratégique majeur de la filière sur la question de la digitalisation, l'ensemble des partenaires S2C avait décidé en amont du lancement de partager les résultats du projet publiquement<sup>3</sup>. Ces livrables sont ainsi librement mis à

<sup>2</sup> <https://sahara.irt-saintexupery.com/AIDA/>

<sup>3</sup> <https://www.irt-saintexupery.com/fr/s2c/>

disposition de la communauté. Les partenaires industriels du projet ont pu bénéficier et analyser des livrables des équipes des IRT sur leur périmètre tout au long de la recherche. Un regard critique et des retours directs qui assurent un bon niveau de maturité.

*« Le projet S2C ouvre la voie à de nouvelles perspectives pour la gestion de la cohérence de données d'ingénierie »,* complète Anouk Dubois, coordinatrice du projet S2C pour SystemX.

La cohérence de conception reste un vaste sujet dont le projet S2C a dessiné le contour. Les perspectives d'études restent nombreuses, que ce soit pour approfondir les travaux réalisés (notamment en termes de cohérence comportementale) ou pour étendre ces travaux à d'autres ingénieries de spécialité, dont la cohérence de définition avec l'ingénierie système reste tout autant nécessaire.

#### **À propos de l'IRT Saint Exupéry - [www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)**

L'Institut de Recherche Technologique (IRT) Saint Exupéry est un accélérateur de science, de recherche technologique et de transfert vers les industries de l'aéronautique et du spatial pour le développement de solutions innovantes sûres, robustes, certifiables et durables.

Nous proposons sur nos sites de Toulouse, Bordeaux, Montpellier, Sophia Antipolis et Montréal un environnement collaboratif intégré composé d'ingénieurs, chercheurs, experts et doctorants issus des milieux industriels et académiques pour des projets de recherche et des prestations de R&T adossés à des plateformes technologiques autour de 4 axes : les technologies de fabrication avancées, les technologies plus vertes, les méthodes & outils pour le développement des systèmes complexes et les technologies intelligentes.

#### **À propos de l'IRT SystemX - [www.irt-systemx.fr](http://www.irt-systemx.fr)**

SystemX est un institut de recherche technologique (IRT), dédié à l'ingénierie numérique des systèmes, expert en analyse, modélisation, simulation et aide à la décision pour les systèmes complexes. SystemX coordonne des projets de recherche partenariale, réunissant académiques et industriels dans une perspective multidisciplinaire et inter-filière. Ensemble, ils s'appliquent à lever des verrous scientifiques et technologiques majeurs au profit de 4 secteurs applicatifs prioritaires : Mobilité et Transport autonome, Industrie du futur, Défense et Sécurité, Environnement et Développement durable.

Au cœur du cluster Paris-Saclay, moteur pour le renouveau de l'industrie française et européenne, SystemX a lancé, depuis sa création en 2012, 62 projets de recherche (dont 38 en cours), impliquant plus de 100 partenaires industriels et 55 laboratoires académiques, et compte actuellement 181 collaborateurs en équivalent temps plein (ETP) dont 134 ressources propres. Les équipes projets de SystemX sont également présentes à Lyon et Singapour.

#### **Contact presse**

IRT Saint Exupéry | Maxime Forgues, Giesbert & Mandin • 06 66 65 04 91 • [m.forgues@giesbert-mandin.fr](mailto:m.forgues@giesbert-mandin.fr)