

<b>Ingénierie des Systèmes</b> <i>Systems Engineering</i>	
<i>Code cours Course code: ISY</i>	<b>Crédits ECTS ECTS Credits: 1</b>
<b>Coordonnateurs Lecturers</b>	Charles Castelli, Christophe Eloi (Extérieur / <i>guest speaker</i> )
<b>Période Year of study</b>	: 2 <sup>ème</sup> année 2 <sup>nd</sup> year
<b>Semestre Semester</b>	: 4 <sup>ème</sup> semestre 4 <sup>th</sup> semester
<b>Evaluation Assessment method(s)</b>	: 1 examen 1 exam
<b>Langue d'instruction Language of instruction</b>	: Français French
<b>Type de cours Type of course</b>	: Electif Elective
<b>Niveau Level of course</b>	: n/a
	<b>Cours Lectures</b> : 12h30 <b>T.D. Tutorials</b> : <b>T.P. Laboratory sessions</b> : <b>Projet Project</b> : <b>Non encadré Homework</b> : 12h30 <b>Horaire global Total hours</b> :

**Compétences attendues :**

**Pré-requis :**

**Contenu :**

Présentation du contexte du cours :

L'analyse des échecs techniques (abandons de programmes) ou économiques (dépassements de coûts et délais quasi-systématiques dans certains domaines), constatés sur de nombreux grands programmes, dans le périmètre de l'aéronautique, du spatial et de la défense, met fréquemment en évidence des défauts dont l'origine concerne des manques dans la maîtrise de l'ingénierie des systèmes, bien souvent liés à la sous-estimation initiale de la complexité des programmes (exemples : oubli ou sous-estimation de parties prenantes, besoins insuffisamment exprimés, mauvaise maîtrise des interfaces, responsabilités et rôles des acteurs mal définis, ...).

Les systèmes développés par SAFRAN sont de plus en plus complexes, tant par leur niveau technologique, que par l'environnement d'utilisation et l'environnement réglementaire de plus en plus contraints, que par la pluridisciplinarité des compétences mises en oeuvre avec une compétition accrue impliquant une grande réactivité et une capacité à délivrer de façon fiable des solutions performantes, optimisées en coûts, avec des cycles de développement toujours plus courts. L'Ingénierie Système doit adresser cette complexité et ces contraintes pour permettre aux équipes projet de concevoir et développer de tels systèmes. Les deux leviers de performance suivants participent à ce principe :

**• Analyse du Système**

L'ingénierie système a précisément pour objectif d'adresser la complexité des systèmes et amener de la valeur aux systèmes, aux parties prenantes et aux sociétés. Pour ce faire elle s'appuie sur des méthodes d'analyse permettant de décomposer un problème complexe en un ensemble de problèmes appréhendables en collaboration avec des équipes pluridisciplinaires.

Ces méthodes sont dites itératives et récursives, au sens où l'ensemble des processus et méthodes proposées pour analyser et développer un système est utilisable pour analyser et développer les sous-systèmes (les données de sortie des processus au niveau système sont les données d'entrée du processus au niveau sous-système). Les méthodes d'analyse du système permettent également de représenter le système selon différents points de vue – en particulier les visions opérationnelle, fonctionnelle et organique.

**• Model Driven Development**

Pour supporter l'analyse du système, et pour implémenter l'approche par points de vue, les ingénieurs système s'appuient sur les techniques de Model Based System Engineering (MBSE), non pas en concurrence mais en complément des analyses à réaliser. Les standards aéronautiques sont fondamentalement orientés exigences (Requirement Based Engineering – RBE), mais cela ne doit pas signifier que toutes les exigences soient textuelles. L'un des objectifs est de permettre d'utiliser les formats de description les plus efficaces pour chaque élément décrit ou spécifié. L'exigence est avant tout un vecteur de communication : son format doit donc tenir compte de l'effort nécessaire à sa compréhension et du besoin de non ambiguïté, voire parfois de formalisme (au sens langage formel).

1/ L'ingénierie Système – Qu'est-ce que c'est ? (Généralité, définition, objectifs)

2/ Présentation des domaines de l'ingénierie système

3/ Zoom sur des processus de l'ingénierie système –et Mise en application d'une démarche IS sur un exemple simple

- Ingénierie des besoins et des exigences
- Architecture système + lien avec la Safety & Security

- V&V
- Gestion de configuration

4/ Support outillé possible à une démarche IS (langage, interopérabilité, traçabilité...)

5/ Synthèse et conclusion et conclusion

## Bibliographie :

### Expected competencies:

### Prerequisites:

### Content:

The analysis of technical (project abandonment) or economic failures (cost overruns and almost-systematic delays in certain areas), observed in many major projects, in the aeronautical, space and defense sectors, frequently highlights flaws due to shortcomings in the mastery of systems engineering, often to be linked to a faulty initial assessment of project complexity (examples: omission or underestimation of project participants, needs insufficiently expressed, poor control of interfaces, responsibilities and roles of the parties poorly defined,...).

The systems developed by SAFRAN are increasingly complex, because of their technological standards and their increasingly constrained operating and regulatory environments, but also because of the multidisciplinary nature of the skills used, alongside increasing competition requiring a high level of responsiveness and the ability to consistently deliver high-performance, cost-efficient solutions with ever shorter development cycles. Systems engineering must address this complexity and these constraints to enable project teams to design and develop such systems. The two following performance enhancing techniques contribute to this principle:

#### Systems Analysis

Systems engineering aims precisely to address the complexity of systems and bring some added value to systems, project participants and companies. To this aim, it relies on analytical methods that make it possible to break down a complex problem into a set of subproblems that can be dealt with in collaboration with multidisciplinary teams.

These methods are called iterative and recursive, in the sense that all the processes and methods proposed to analyze and develop a system can be used to analyze and develop subsystems (process output data at the system's level are process input data at the subsystem level).

Systems analysis methods also allow the system to be represented from different point of views - in particular, the operational, functional and organic visions.

#### Model Driven Development

To support the systems analysis, and to implement the point of view approach, systems engineers rely on Model Based System Engineering (MBSE) techniques, not as a substitute but in addition to the analyses to be performed.

Aeronautical standards are fundamentally Requirement-Based Engineering (RBE), which is not to say that all requirements are textual.

One of the objectives here is to allow the most efficient description formats to be used for each element described or specified. The requirement is above all a means of communication: its format must therefore take into account the effort required to understand it and the need for unambiguity, and sometimes even formalism (in the sense of formal language).

1/ Systems Engineering - What is it? (fundamentals, definition, objectives)

2/ Presentation of the various fields of systems engineering

3/ Focus on systems engineering processes – and implementation of an IS approach based on a simple example

- Needs and Requirements Engineering
- Systems architecture + link with Safety & Security
- V&V (verification and validation)
- Configuration management

4/ Available supports for an IS approach (language, interoperability, traceability...)

5/ Synthesis and conclusion

### Recommended reading:

