
Guide pédagogique

«Ingénierie Système : processus support »

Module PRISM-8.2 (5 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Ce module vient en complément du module 8.1 pour présenter les processus dits supports de l'IS (V&V et analyse système), les processus dits de réalisation système (Intégration, Vérification, Transition et Validation IVTV), et introduire les aspects Sécurité et Sécurité des Systèmes.

Teaching guide and syllabus

“Systems Engineering: support processes”

PRISM-8.2 (5 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

This module complements the 8.1 module to present the so-called IS (V&V and system analysis) processes, the so-called system realization processes (Integration, Verification, Transition and Validation - IVTV), and to introduce the Security and Safety aspects of the systems.

Responsable : Jean-Samuel Wienin

Téléphone : +33(0)4 66 78 56 01

Courriel : jean-samuel.wienin@mines-ales.fr



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Ingénierie Système : processus support	52 h		
○ Sûreté de fonctionnement	16	1	5
○ Vérification, Validation et IVTV	22	1	
○ Évaluation des systèmes	14	1	

Matière 1 :

Titre de la matière : Sûreté de fonctionnement	
Code : PRISM-8.2.1	Titre du module : Ingénierie Système : processus support
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département PRISM – Tronc commun

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
16	20	8	0	6	0	2	4	1	/

Titre	Sûreté de fonctionnement
résumé	L'objectif de ce cours est de permettre aux élèves de comprendre, concevoir, réaliser et exploiter des systèmes assurant un service dans lequel on puisse avoir confiance. Après une introduction aux concepts de base de la sûreté de fonctionnement, diverses approches probabilistes sont abordées au travers de méthodes telles que: analyse des dangers, diagramme de succès, AMDEC, arbre des causes, réseaux de Pétri stochastiques. Des travaux pratiques permettent d'utiliser des outils tels que MOCA RP, SimTree.

Responsable	Gérard Dray (LGI2P)
Equipe enseignante	Gérard Dray (LGI2P)

Mots-clés	Fiabilité, Maintenabilité, Sécurité, Disponibilité
Prérequis	Les bases des probabilités et des statistiques

<p>Contexte et objectif général :</p> <p>La sûreté de fonctionnement (SdF) a pour objectif de répondre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'abord aux exigences de fiabilité du système particulièrement contraignantes dans les systèmes critiques (transports, espace, nucléaire...) souvent soumis à certification, - ensuite aux exigences de disponibilité, mettant en jeu des propriétés de fiabilité et de maintenabilité intrinsèques au système, mais aussi d'efficacité de son système de maintien en condition opérationnelle. Elles répondent à des attentes de qualité de service généralement sous-tendues par des impératifs économiques. <p>La sûreté de fonctionnement représente une base nécessaire pour tout ce qui concerne la sécurité dite "des personnes et des biens" dans le sens de l'innocuité du système vis-à-vis de son environnement, tant en fonctionnement normal qu'en cas de défaillance. Elle implique la maîtrise de la sécurité du système au sens de son immunité face aux menaces de son environnement. Elle nécessite une approche système (ne pas laisser de maillon faible) qui englobe l'ensemble des activités d'ingénierie système, puis, après mise en service, l'ensemble des activités d'exploitation et de maintien en condition opérationnelle, et rejoint ainsi le domaine de la maîtrise des risques systèmes.</p>
<p>Programme et contenu :</p> <p>Chapitre 1 : Historique</p> <p>Chapitre 2 : Principaux concepts</p> <p>Chapitre 3 : Principe de l'analyse prévisionnelle</p> <p>Chapitre 4 : Mathématiques de la sûreté de fonctionnement</p> <p>Chapitre 5 : Données de sûreté de fonctionnement</p> <p>Chapitre 6 : Analyse préliminaire des dangers</p> <p>Chapitre 7 : Méthode du diagramme de succès</p> <p>Chapitre 8 : Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)</p> <p>Chapitre 9 : Méthode de l'arbre des causes (MAC)</p>

Méthode et organisation pédagogique : Cet enseignement est organisé en 8h de cours et 6h de TP et d'un contrôle écrit de 2h
Acquis d'apprentissage visés : Analyser et concevoir des systèmes industriels fiables
Évaluation : Contrôle écrit 2h
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Notes et commentaires
Support pédagogique et références : 1 Poly

Matière 2 :

Titre de la matière : Vérification, Validation et IVTV	
Code : PRISM-8.2.2	Titre du module : Ingénierie Système : processus support
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département PRISM – Tronc commun

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
22	28	4	4	0	14	0	6	1	/

Titre	Vérification, Validation et IVTV
résumé	Ce cours a pour but de présenter les processus de Vérification, de Validation (méthodes usuelles et avancées pour la vérification et la validation de modèles issus de la conception et alimentant un processus de décision) et les processus dits de réalisation (IVTV).

Responsable	V.Chapurlat (LGI2P)
Equipe enseignante	V.Chapurlat (LGI2P)

Mots-clés	Modélisation, Vérification, Validation, Intégration, Transition, Qualification opérationnelle
Prérequis	Module 8.1

Contexte et objectif général : Ce cours se concentre sur les processus de Vérification et de Validation d'une part, puis sur les processus dits de réalisation de système (Intégration, Vérification, Transition et Validation IVTV) de la démarche d'Ingénierie Système. Les objectifs de ce cours sont multiples : <ul style="list-style-type: none"> • Découvrir, appliquer et devenir apte à manipuler les méthodes de V&V de modèles issus d'activités de conception • Développer un plan d'IVTV • Continuer l'acquisition de pratiques au travers d'un outil industriel d'IS : 3DS de Dassault Systèmes
Programme et contenu : <ul style="list-style-type: none"> • Les processus de V&V <ul style="list-style-type: none"> – Fondamentaux de la V&V de modèles – Méthodes et stratégies de V&V • Les processus de réalisation <ul style="list-style-type: none"> – IVTV – Plan d'IVTV – Techniques de développement d'un plan d'IVTV • Projet fil rouge : Vérification et validation de la conception proposée en fin de module 8.1 et préparation du plan d'IVTV, rédaction du CdC et conception du banc de tests pour la qualification opérationnelle du système à faire et qualification opérationnelle
Méthode et organisation pédagogique : Cet enseignement est décomposé de la façon suivante : <ul style="list-style-type: none"> • 8h : cours et travaux dirigés sur les techniques de V&V de modèles et la rédaction d'un plan d'IVTV • 14h : Projet fil rouge encadré.

Acquis d'apprentissage visés : <ul style="list-style-type: none"> • Manipuler le vocabulaire de la V&V et de l'IVTV • Organiser la V&V • Organiser l'IVTV • Acquérir et maîtriser des techniques de V&V de modèles
Evaluation : L'évaluation est réalisée au travers du projet fil rouge commun à l'enseignement de l'ingénierie système (modules 8.1 et 8.2).
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Commentaires sur les résultats de la V&V, le plan d'IVTV, et le plan de conception du banc de tests
Support pédagogique et références : Poly et documents mis à disposition en ligne, support interactif

Matière 3 :

Titre de la matière : Évaluation en Ingénierie Système	
Code : PRISM-8.2.3	Titre du module : Ingénierie Système : processus support
Semestre : S8	Cursus de rattachement : Département PRISM – Tronc commun

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
14	20	6	0	0	8	0	6	1	/

Titre	Évaluation en Ingénierie Système
résumé	Ce cours présente les activités génériques du processus d'évaluation et introduit différents outils d'analyse multicritère.

Responsable	<i>Pierre Couturier (LGI2P, PFM)</i>
Equipe enseignante	<i>Pierre Couturier (LGI2P, PFM)</i>

Mots-clés	Évaluation, analyse système, analyse multicritère
Prérequis	Bases de l'Ingénierie Système

Contexte et objectif général : L'évaluation ou l'analyse système est un des processus support des processus techniques de l'ingénierie système. En phase de conception architecturale, ce processus permet d'une part d'estimer l'écart entre la définition de la solution et les attendus des parties prenantes et d'autre part de comparer différentes alternatives de solution.
Programme et contenu : <ol style="list-style-type: none"> 1) Définitions et rôle de l'évaluation en IS 2) Les différents types d'analyse système (coûts, efficacité, risques) 3) Les activités du processus d'évaluation 4) L'analyse multicritère (méthodes MAUT, AHP, TOPSIS, ELECTRE...)
Méthode et organisation pédagogique : Les concepts sont introduits en cours et illustrés par de nombreux exemples. Une étude de cas permet aux élèves de choisir rationnellement parmi des alternatives la ou les plus satisfaisantes au regard des préférences des parties prenantes.
Acquis d'apprentissage visés : <ul style="list-style-type: none"> - Etre capable de déployer un processus d'évaluation en ingénierie système - Etre capable de mener une analyse multicritère parmi celles des méthodes proposées
Evaluation : Rapport d'étude de cas
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Le projet est encadré pendant toute sa durée.
Support pédagogique et références : Copies des slides du cours

Méthode et organisation pédagogique

Cf. détail par matières ci-dessus.

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
Sûreté de fonctionnement	Devoir écrit	1	individuelle	3	Tous
Vérification, validation et IVTV	Rapport	1	En groupe	3	Tous
Évaluation en IS	Rapport	1	En groupe	3	Tous

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Nombre d'heures estimées de travail personnel :

Pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD) :

Pour chaque enseignement un temps de travail personnel est conseillé. Ce volume est indiqué dans la colonne « Travail personnel » de chaque matière

Pénalité pour retard (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 1 point par jour de retard, ou se voir attribuer la note de zéro.

Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
Pierre Couturier	IS, Automatique industrielle	Pierre.Couturier@mines-ales.fr
Vincent Chapurlat	IS	Vincent.Chapurlat@mines-ales.fr
Gérard Dray	Traitement de l'information	Gerard.Dray@mines-ales.fr

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
System Engineering: support processes	52h		
○ Operating reliability	16	1	4
○ Verification, Validation and IVTV	22	1	
○ System evaluation	14	1	

Class 1

Class title : Operating reliability	
Code : 8.2.1	Module title : System Engineering: support processes
Semester : S8	Classification : PRISM Department – Common part

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
16	20	8	0	6	0	2	4	1	/

Title	Operating reliability
Summary	The objective of this course is to enable students to understand, design, build and operate systems that provide a service in which they can have confidence. After an introduction to the basic concepts of operational safety, various probabilistic approaches are addressed through methods such as: hazard analysis, success diagram, FMECA, cause tree, stochastic petri networks. Practical work allows the use of tools such as MOCA RP, SimTree.

Head	Gérard Dray (LGI2P)
Teaching team	Gérard Dray (LGI2P)

Key words	Reliability, Maintainability, Safety, Availability
Prerequisites	The basics of probability and statistics

<p>Context and general objective: The objective of operating safety (SOF) is to respond to: - first of all, to the system reliability requirements that are particularly stringent in critical systems (transport, space, nuclear, etc.) that are often subject to certification, - Then to the availability requirements, involving properties of reliability and maintainability intrinsic to the system, but also the efficiency of its maintenance system in operational condition. They meet expectations of service quality that are generally underpinned by economic imperatives. Operational safety is a necessary basis for all aspects of the so-called "safety of people and property" in terms of the safety of the system vis-à-vis its environment, both in normal operation and in the event of failure. It involves controlling the security of the system in the sense of its immunity from threats from its environment. It requires a system approach (do not leave a weak link) that encompasses all system engineering activities, then, after commissioning, all operations and maintenance in operational condition, and thus reaches the field of system risk management.</p>
<p>Programme and contents: Chapter 1: History Chapter 2: Main concepts Chapter 3: Principle of predictive analysis Chapter 4: Mathematics of operational safety Chapter 5: Operating safety data Chapter 6: Preliminary Hazard Analysis Chapter 7: Success Diagram Methodology Chapter 8: Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Chapter 9: Causal Tree Method (MAC)</p>
<p>Method and pedagogic organisation: <i>This teaching is organised in 8 hours of classes and 6 hours of practical work and a 2-hour written test.</i></p>
<p>Targeted skills or knowledge : Analyze and design reliable industrial systems</p>
<p>Evaluation : <i>Written control 2h</i></p>
<p>Feedback made to the student : Marks and comments</p>

Teaching material and references :

1 Photocopied material

Class 2

Class title : Verification, Validation and IVTV

Code : 8.2.2

Module title : System Engineering: support processes

Semester: S8

Classification : PRISM Department – Common part

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
22	28	4	4	0	14	0	6	1	/

Title	Verification, Validation and IVTV
Summary	This course aims to present the Verification, Validation processes (usual and advanced methods for the verification and validation of models resulting from the design and feeding a decision-making process) and the so-called realization processes (IVTV).

Head	V.Chapurlat (LGI2P)
Teaching team	V.Chapurlat (LGI2P)

Key words	Modeling, Verification, Validation, Integration, Transition, Operational Qualification
Prerequisites	Module 8.1

Context and general objective:

This course focuses on the Verification and Validation processes on the one hand, and then on the so-called system implementation processes (Integration, Verification, Transition and IVTV Validation) of the System Engineering approach on the other hand.

The objectives of this course are multiple:

- Discover, apply and become able to manipulate V&V methods of models from design activities
- Develop an IVTV plan
- Continue to acquire practices through an IS industrial tool: 3DS from Dassault Systèmes

Programme and contents:

- V&V processes
 - Fundamentals of model V&V
 - V&V methods and strategies
- The implementation processes
 - IVTV
 - IVTV Plan
 - Techniques for developing an IVTV plan
- Common thread project: Verification and validation of the proposed design at the end of module 8.1 and preparation of the IVTV plan, drafting of the CdC and design of the test bench for the operational qualification of the system to be made and operational qualification

Method and pedagogic organisation:

This teaching is broken down as follows:

- 8h : course and tutorial on V&V techniques of models and writing an IVTV plan
- 14h : Supervised red thread project.

Targeted skills or knowledge :

- Manipulate the vocabulary of V&V and IVTV
- Organizing V&V
- Organize the IVTV
- Acquire and master model V&V techniques

Evaluation :

The evaluation is carried out through the project common thread in the teaching of system engineering (modules 8.1 and 8.2).

Feedback made to the student : *Comments on the results of the V&V, the IVTV plan, and the test bench design plan*

Teaching material and references :

Poly and documents available online, interactive support

Class 3

Class title : Evaluation in Systems Engineering	
Code : 8.2.3	Module title : System Engineering: support processes
Semester : S8	Classification : PRISM Department – Common part

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
14	20	6	0	0	8	0	6	1	/

Title	Evaluation in Systems Engineering
Summary	This course presents the activities of the evaluation process and introduces various multi-criteria analysis tools.

Head	<i>Pierre Couturier (LGI2P, PFM)</i>
Teaching team	<i>Pierre Couturier (LGI2P, PFM)</i>

Key words	Evaluation, Systems analysis, Multi-criteria analysis
Prerequisites	Basics of Systems Engineering

<p>Context and general objective: System evaluation or system analysis is a process that supports the technical processes of systems engineering. In the architectural design phase, this process makes it possible on the one hand to estimate the gap between the definition of the solution and the expectations of the stakeholders, and on the other hand to compare different alternatives of solution.</p>
<p>Programme and contents: 1) Definitions and role of the IS evaluation 2) The different types of system analysis (costs, efficiency, risks) 3) The activities of the evaluation process 4) Multi-criteria analysis (methods MAUT, AHP, TOPSIS, ELECTRE ...)</p>
<p>Method and pedagogic organisation: The concepts are introduced in class and illustrated with numerous examples.</p>
<p>Targeted skills or knowledge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Being able to deploy an evaluation process in system engineering - Being able to conduct a multi-criteria analysis among the proposed methods
<p>Evaluation: Case study report</p>
<p>Feedback made to the student: The project is supervised throughout its duration.</p>
<p>Teaching material and references : Copies of the course slides</p>

Method and teaching organisation

See details by subject above.

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
Operating reliability	Written exam	1	Individual	3	All
Verification, validation and IVTV	Report	1	In group	3	All
Evaluation in SE	Report	1	In group	3	All

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Estimated hours of personal study: *in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.*

Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop:

For each class a personal working time is recommended. This volume is indicated in the "Personal work" column of each subject

Late penalties *(According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgement)).*

Any work submitted late without valid reason may be penalized by 1 point per day of delay, or given a score of zero.

Teaching team *(list the names of the teachers and what they teach, with contact information (phone and email))*

(Title) Name	Field of expertise	Email/phone
Pierre Couturier	SE, Automation	Pierre.Couturier@mines-ales.fr
Vincent Chapurlat	IS	Vincent.chapurlat@mines-ales.fr
Gérard Dray	Information processing	Gerard.Dray@mines-ales.fr

Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du...

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module :	Le responsable d'UE / de département :	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :