

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Suite négociations N° 2

Le pouvoir adjudicateur : Ecole Nationale de l'Aviation Civile

**ENAC
Ecole Nationale de l'Aviation Civile
7 avenue Edouard Belin
CS 54005
31055 Toulouse Cedex 4**

Cahier des Clauses Techniques Particulières numéro : 202600FCS0017-PA

**Prestations d'enseignement dans les domaines des sciences et techniques de
l'ingénieur, la cyber-sécurité, la sûreté de fonctionnement et la conception et
programmation orientées objet**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

SOMMAIRE

Article 1.	Objet du marché	4
Article 2.	Décomposition du marché	4
Article 3.	Présentation des prestations	4
3.1	Délivrance d'un cours magistral	5
3.2	Préparation d'un cours magistral existant	5
3.3	Conception d'un document de cours spécifique	5
3.4	Conception d'un document de médiatisation	5
3.5	Conduire des travaux dirigés/pratiques (Enseignant principal)	5
3.6	Conduire des travaux dirigés/pratiques (Assistant)	6
3.7	Encadrer un APP (Apprentissage Par Projet)	6
3.8	Concevoir un sujet de travaux dirigés	6
3.9	Assurer le suivi de projet étudiant	6
3.10	Assurer un support aux stages de formation continue et aux inspecteurs des études	6
3.11	Réaliser la préparation d'examen	7
3.12	Assurer la correction de copies	7
3.13	Traduction des supports d'enseignement en langue anglaise	7
3.14	Participer à des réunions	7
3.15	Volume annuel des prestations	7
Article 4.	Description des prestations du Lot 1 : thématique Sciences et Techniques de l'ingénieur 8	
4.1	Management de projet	9
4.2	Méthodes agiles	11
4.3	Introduction à l'ingénierie système – version courte	13
4.4	Introduction à l'ingénierie système – version longue (1 semaine)	14
4.5	Ecoconception	16
4.6	Ingénierie des besoins et des exigences	17
4.7	Vérification et validation :	18
4.8	Vérification et validation : zoom sur les tests	19
4.9	Architecture système	20
4.3	Model Based Systems Engineering (MBSE)	21
4.10	Électronique programmable	23
4.11	Qualité & Lean Six Sigma	24
Article 5.	Description des prestations du Lot 1 : Thématique Sécurité des systèmes d'information (SSI) dans le domaine Transport aérien	26
5.1	Formation Continue - Stage sécurité des réseaux	27
5.2	Formation Initiale-Sécurité des Systèmes d'information	28
Article 6.	Description des prestations du Lot 1 : Thématique Conception et programmation orientées objet, techniques web	29
6.1	Programmation C++ orienté DO 178	30
6.2	Conception Orientée Objet et UML	31
6.3	Programmation Orientée Objet en Java	32
6.4	Programmation Orientée Objet en Python	33
Article 7.	Description des prestations du Lot1 : Sécurité de fonctionnement	35
7.1	Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité d'un système bord	35
7.2	Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité ATM	36
7.4	Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité Opérations Aériennes	36
7.3	Ingénierie et certification des systèmes bord	37
7.4	Ingénierie et certification des systèmes ATM	37

7.5 Introduction au système de gestion de la sécurité (SMS) 37

7.6 Sensibilisation Qualité et Sécurité 38

Article 1. Objet du marché

Les stipulations du présent Cahier des Clauses techniques Particulières concernent les prestations suivantes :

Fourniture de prestations d'enseignement dans les domaines des sciences et techniques de l'ingénieur(STI), la cyber-sécurité, la sûreté de fonctionnement et dans les thématiques d'enseignement de conception et programmation orientées objet au profit d'apprenants, en France et à l'international, dans les formations, les stages et les contrats gérés par l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC).

La très grande majorité des prestations d'enseignement réalisées dans le cadre de ce marché sera localisée à ENAC Toulouse (plus de 90%).

Article 2. Décomposition du marché

Les prestations du marché font l'objet d'un lot :

Lot 1 : Sciences et techniques de l'ingénieur, Cyber-sécurité, Conception et programmation orientées objet, Sûreté de fonctionnement.

Article 3. Présentation des prestations

La responsabilité des enseignements (le contenu et la qualité de l'enseignement) relève de la subdivision Génie Logiciel, Ingénierie système et Interaction (LSI) du département Sciences et Ingénierie de la Navigation Aérienne (SINA) de l'ENAC.

Pour chaque matière enseignée, un professeur référent de l'école en définit le contenu et la séquence pédagogique à partir des objectifs fixés par le responsable pédagogique de la formation. Ces informations sont formalisées dans une fiche appelée « Fiche Programme Enseignement » (PE) qui sera fournie au Titulaire et qu'il devra respecter, sauf accord formel du professeur référent.

Dans la majorité des cas, l'ENAC fournira au Titulaire les documents nécessaires pour effectuer les prestations demandées (support de cours, énoncé des travaux dirigés et d'examen) en français ou en anglais selon l'auditoire. Le Titulaire pourra être amené à devoir créer des supports de cours, des énoncés de TD ou des examens, en français ou en anglais.

Chacune des thématiques d'enseignement du périmètre du marché pouvant faire l'objet d'une délivrance en anglais à des étudiants non francophones, il est donc attendu que pour chacune de ces thématiques, le titulaire s'engage à pouvoir exécuter les prestations de délivrance de cours magistral, de conduite de TD/TP ou de suivi de projet étudiant (cf §3 présentation des prestations) en anglais avec au minimum un profil adéquat par thématique.

L'ENAC est particulièrement attentive à la qualité de ses enseignements. Le Titulaire devra respecter les procédures et responsabilités pédagogiques de l'école : chaque enseignement sera évalué par les étudiants et les intervenants. La synthèse des remarques sera portée à la connaissance du Titulaire. Elle sera analysée avec le responsable de la formation pour d'éventuelles améliorations pour les cours ultérieurs (cf §7.1 du CCAP).

L'ENAC s'engage dans une refonte de certains de ses cursus avec une Approche Par Compétences. L'Approche Par Compétences exige que le cursus prévoie l'acquisition et l'évaluation des compétences au plus proche des contextes professionnels dans lesquels elles s'exerceront.

Par conséquent, pour chacune des prestations ci-après, il est nécessaire de prévoir 2 types de profils : 1 profil « Bases » adapté à délivrer les prestations pour un socle de connaissances de base et 1 profil « Expert » (i.e. un intervenant assurant par ailleurs des missions dans un secteur aéronautique) adapté à délivrer les prestations instanciées au contexte de son secteur d'expertise. Un tarif spécifique pourra être proposé par chacun de ces 2 types de profil (cf grille tarifaire).

3.1 Délivrance d'un cours magistral

Cette catégorie couvre les prestations classiques de cours, délivrées en français ou en anglais, avec ou sans application pratique, qui s'adressent à un public pouvant aller d'une dizaine à une centaine d'étudiants dans un amphithéâtre, dans le cas par exemple d'une promotion d'ingénieur en 1^{ère} année.

L'enseignant est entièrement responsable de l'organisation et de la façon de dispenser le cours, dans le respect des exigences formulées et des supports de formation élaborés par l'ENAC. La reproduction de tous les documents pédagogiques est réalisée dans les locaux de l'ENAC.

Si cette reproduction doit être assurée par un agent de l'Enac, un préavis de 7 jours calendaires sera demandé au minimum

Pour les enseignements avec application pratique, le Titulaire devra valider la configuration matérielle et logicielle nécessaire, sur la base des postes de travail en place dans les salles de travaux pratiques disponibles sur le site (ENAC ou autre établissement lors de formation à l'international).

Cette prestation est comptabilisée en heure de cours magistral dispensée.

3.2 Préparation d'un cours magistral existant

Cette prestation concerne la préparation d'un cours magistral conçu par l'Enac dont le support est utilisé pour la première fois par le Titulaire.

Elle inclue l'assimilation du contenu et de la méthode pédagogique. Elle est l'occasion de faire des propositions d'amélioration.

Cette prestation est comptabilisée en heure de cours magistral dispensée.

3.3 Conception d'un document de cours spécifique

Cela concerne, à la demande du pouvoir adjudicateur, la conception complète d'un document de cours, en français ou en anglais, typiquement pour un cours magistral dispensé pour la première fois, ou pour lequel l'ENAC souhaite se doter d'un support spécifique.

Ce document doit être conforme aux exigences de la fiche d'enseignement associée (fiche PE) et approuvé par la subdivision LSI qui porte la responsabilité de l'enseignement. Cette prestation sera comptabilisée en proportion du nombre d'heures de cours magistral du cours concerné.

La propriété du document produit sera transférée à l'ENAC qui pourra ainsi l'amender et le réutiliser pour les différentes formations qu'elle assure (Voir l'article 8-2 du CCAP).

3.4 Conception d'un document de médiatisation

Cela concerne, à la demande du pouvoir adjudicateur, la conception complète d'un document type APP, tutoriel ou e-learning, en français ou en anglais, pour un enseignement dispensé pour la première fois, ou pour lequel l'ENAC souhaite se doter d'un support spécifique.

Ce document doit être conforme aux exigences de la fiche d'enseignement associée (fiche PE) et approuvé par la subdivision LSI qui porte la responsabilité de l'enseignement. Cette prestation sera comptabilisée en proportion du nombre d'heures de conception du support concerné.

La propriété du document produit sera transférée à l'ENAC qui pourra ainsi l'amender et le réutiliser pour les différentes formations qu'elle assure (Voir l'article 8-2 du CCAP).

3.5 Conduire des travaux dirigés/pratiques (Enseignant principal)

Les applications pratiques se déroulent généralement en séances de « Travaux dirigés » (TD) ou « travaux pratiques » TP), les étudiants ont un poste de travail à leur disposition, individuellement ou en binôme.

L'enseignant principal en travaux dirigés est entièrement responsable de l'organisation de la séance, dans le respect des consignes données par l'ENAC.

Les sujets de TD ou TP sont fournis par l'ENAC mais le Titulaire doit valider la configuration matérielle et logicielle nécessaire, sur la base des postes mis à disposition sur le site (ENAC ou autre établissement lors de formation à l'international), présenter les exercices pratiques, encadrer le déroulement de la séance, répondre aux questions des étudiants et suivre leur progression dans l'exécution des différents exercices.

Cette prestation est comptabilisée en heure de TD ou TP dispensée.

3.6 Conduire des travaux dirigés/pratiques (Assistant)

Les séances de travaux dirigés nécessitent souvent la présence de plusieurs personnes pour l'encadrement. L'assistant en TD ou TP participe, avec l'enseignant principal, à cet encadrement. Pour cela, il devra, au préalable, avoir validé le sujet de TD ou TP sur les postes mis à disposition.

Cette prestation est comptabilisée en heure de TD dispensée.

3.7 Encadrer un APP (Apprentissage Par Projet)

Les séances d'APP nécessitent la présence de plusieurs personnes pour l'encadrement. L'encadrant APP assure le suivi et le conseil aux groupes d'étudiants dont il aura la charge. Il s'assure notamment de la bonne répartition des rôles clefs, de la bonne identification des objectifs d'apprentissage, et de l'acquisition des compétences visées.

Cette prestation est comptabilisée en heure d'APP dispensée.

3.8 Concevoir un sujet de travaux dirigés

Cela concerne, à la demande du pouvoir adjudicateur, la conception complète d'un sujet de travaux dirigés, en français ou en anglais, associé à un cours magistral.

Ce document, doit être conforme aux exigences de la fiche d'enseignement PE associée et approuvée par la subdivision LSI en charge de l'enseignement. Cette prestation sera comptabilisée en proportion du nombre d'heures de TD ou TP programmées pour l'exécution de ce sujet de TD ou TP.

La propriété du document produit sera transférée à l'ENAC qui pourra ainsi l'amender et le réutiliser pour les différentes formations qu'elle assure (référence à l'article du CCAP concernant la cession des droits d'auteur).

3.9 Assurer le suivi de projet étudiant

L'enseignant chargé de suivi de projet étudiant réalisera des interventions ponctuelles auprès d'un groupe d'étudiants (généralement un trinôme ou quadrinôme) pendant la durée de leur projet technique. Il s'agit de conseils techniques, d'organisation, de rédaction, ... et de la vérification de la progression des travaux effectués par l'étudiant.

Cette prestation est comptabilisée en heure de suivi de projet réalisée.

3.10 Assurer un support aux stages de formation continue et aux inspecteurs des études

Les services de la DGAC font régulièrement appel à l'ENAC pour la mise en place et l'encadrement de formations continues dont les enseignants ne sont pas forcément des enseignants Enac mais des experts du service DGAC demandeur. Néanmoins ces stages sont gérés par un enseignant ENAC. D'un autre côté, pour les formations initiales, des inspecteurs des études sont en charge de du suivi d'une promotion d'étudiant au niveau administratif et pédagogique. Pour ces deux fonctions (Responsable de stage et inspecteurs des études), des tâches administratives sont à réaliser. Cette prestation couvre toutes les demandes de support pour ces deux fonctions. Il s'agit notamment

de programmer les cours avec le bureau des programmes, réserver les salles, photocopier les supports de cours, TD, organiser le déplacement des intervenants, imprimer les certificats de stage, organiser éventuellement les pauses cafés, déposer des ressources sur le campus (cours, bilan, certificats, ...).

Cette prestation est comptabilisée en semaine de support, sachant qu'une semaine de support correspond à environ 10 heures de support administratif.

3.11 Réaliser la préparation d'examen

Cette catégorie de prestation couvre la conception d'un examen original (écrit ou sous forme de TD) de 2 heures environ, avec rédaction du sujet et du corrigé. Le prestataire devra fournir, avec un préavis d'une semaine, le sujet et le corrigé à l'ENAC.

Cette prestation est comptabilisée en nombre d'examen à préparer.

3.12 Assurer la correction de copies

Cette catégorie de prestation couvre la correction de copies pour un examen ou un TD dont le sujet et le corrigé sont fournis (ou ont fait l'objet d'une autre prestation).

Les copies devront être corrigées dans un délai maximum d'un mois. Dans certains cas ou stages, pour des effectifs très réduits (ex : 10 étudiants ou pour des examens de rappel), des délais plus courts (quelques jours) pourront être exigés.

Cette prestation est comptabilisée en nombre de copies corrigées.

3.13 Traduction des supports d'enseignement en langue anglaise

Le prestataire pourra être amené à réaliser des traductions des supports d'enseignements en langue anglaise (polycopiés et supports de cours, TD, TP) dans le cadre d'enseignements devant être délivrés en langue anglaise (par exemple dans les masters of science ou pour des enseignements délivrés à l'étranger). Les supports seront dans ce cas fournis par l'enseignant référent en langue française.

Cette prestation est comptabilisée en équivalences d'heures dispensées.

La propriété du document produit sera transférée à l'ENAC qui pourra ainsi l'amender et le réutiliser pour les différentes formations qu'elle assure ((Voir l'article 8-2 du CCAP).

3.14 Participer à des réunions

En plus des réunions de suivi du marché décrites dans le CCAP (article 7-1), des réunions pédagogiques pourront être initiées par l'ENAC, notamment pour préparer la rentrée d'une promotion, ou pour faire un bilan pédagogique à l'issue d'une formation.

Cette prestation est comptabilisée en heure de réunion réalisée.

3.15 Volume annuel des prestations

Pour chaque type de prestation, un volume moyen annuel estimé est fourni à titre indicatif et non contractuel, dans le règlement de la consultation.

Article 4. Description des prestations du Lot 1 : thématique Sciences et Techniques de l'ingénieur

Ce lot comprend les enseignements suivants :

- Management de projet,
- Méthodes agile
- Ingénierie système
 - o Introduction à l'ingénierie système
 - o Ingénierie des besoins et des exigences,
 - o Vérification et validation,
 - Introduction
 - Test
 - Model checking
 - Preuve
 - o Architecture système
 - o Model Based System Engineering (MBSE)
 - o Support Logistique Intégré (SLI)
- Qualité, Lean Six Sigma

Cette liste n'est pas exhaustive et de nouveaux enseignements, dans le domaine, pourront être définis pour répondre aux évolutions des formations et aux nouveaux contrats gérés par l'ENAC.

Le Titulaire devra notamment être capable de mettre en place des enseignements sur les sujets suivants :

- Concepts généraux sur les systèmes du transport et intermodalité
- Concepts généraux sur les Systèmes de systèmes (SoS)
- Construction d'un système avec des composants de type machine learning

Les enseignements seront dispensés en français ou en anglais :

- aux promotions d'ingénieur et de master au cours de leur scolarité à l'école,
- et/ou au bénéfice de stagiaires français de la Direction Générale de l'Aviation Civile pour l'obtention d'une qualification ou pour de la formation continue,
- et/ou pour des stagiaires étrangers, dans le cadre de contrats européens ou internationaux de formation, signés par l'école. Dans ce cas les prestations s'exécuteront sur le site de l'ENAC ou à l'étranger.

Nous décrivons les objectifs et les contenus des enseignements, à partir des fiches « Programme d'enseignement », tels qu'ils sont dispensés actuellement dans les différentes formations, sans préjuger des évolutions possibles d'ici la notification du marché et la commande des prestations.

Selon les promotions concernées, nous avons besoin d'assistants TD/TP, d'enseignants principaux TD/TP et/ou d'enseignants pour des cours. Au maximum, il sera nécessaire de disposer simultanément de 3 intervenants.

4.1 Management de projet

Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant saura définir de manière basique ce qu'est un projet et ce qu'est la gestion de projet

Il pourra se servir d'outils et méthodes utiles à la gestion d'un projet

Il mettra en pratique ces outils et méthodes sur le cadrage, la planification et le suivi de son projet technique

Dans le cadre de formation plus approfondies (type Master ou Mastère),

- ✓ L'étudiant connaîtra les fondamentaux de la qualité d'un projet ;
- ✓ L'étudiant saura citer des méthodes d'évaluation et de maîtrise des coûts d'un projet ;
- ✓ L'étudiant saura mettre en place et appliquer un plan simplifié de communication ;

Contenu d'une formation simple de 6h (4 heures de cours et 2 heures de TD)

Les cours et les TD sont étalés sur plusieurs semaines (en moyenne 2 heures de cours/TD par semaine)

Notions de base sur les projets

- ✓ Qu'est ce qu'un projet ?
- ✓ Qu'est ce que la gestion de projet ?
- ✓ Caractéristiques de la gestion de projet

Initialiser un projet

- ✓ Définir la mission du projet
- ✓ Cadrer le projet
- ✓ Rappeler le contexte
- ✓ Définir des objectifs SMART avec la méthode QQQQCP
- ✓ Associer des critères de succès à chaque objectif
- ✓ Identifier les contraintes et les hypothèses
- ✓ Définir une stratégie de gestion des parties prenantes
- ✓ Connaître la différence entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'oeuvre
- ✓ Savoir organiser une réunion
- ✓ - Savoir améliorer le cadrage initial

Planifier un projet

- ✓ Définir les limites du projet
- ✓ Identifier les livrables
- ✓ Organiser les jalons
- ✓ Construire les tâches
- ✓ Les répartir au sein de l'équipe
- ✓ Les séquencer dans le temps
- ✓ Estimer les efforts nécessaires
- ✓ Identifier, analyser et mitiger les risques
- ✓ Etablir un premier calendrier

Exécuter un projet

- ✓ Gérer une équipe
- ✓ Piloter l'exécution
- ✓ Gérer la communication
- ✓ Gérer les achats
- ✓ Gérer les parties prenantes

Contrôler un projet

- ✓ Savoir gérer les modifications
- ✓ Traiter l'apparition de nouveaux risques

Conclure un projet

- ✓ Réaliser un retour sur expérience (REX)

Contenu d'une formation approfondie (maximum 15h)

La formation reprend le contenu intégral de la formation simple en ajoutant exemples et exercices d'application.

De plus, les thèmes suivant peuvent être approfondis :

Management des risques d'un projet

- ✓ Identification et évaluation des risques d'un projet
- ✓ Mise en place de mesures de mitigations
- ✓ Démarche de maîtrise des risques du projet

Management de la qualité

- ✓ Positionnement de la qualité dans un projet
- ✓ Le plan qualité et l'assurance qualité
- ✓ L'amélioration continue

Management des coûts d'un projet

- ✓ Estimation des coûts d'un projet, les composants du coût d'un projet
- ✓ Les outils d'estimation de coût
- ✓ Ventilation des coûts (CBS)
- ✓ Contrôle des coûts

Management de la communication

- ✓ Planification de la communication
- ✓ Diffusion de l'information
- ✓ Rapport d'avancement

Les risques d'un projet au travers d'un exemple pratique

- ✓ Identification des risques et mise en place de mesure de mitigation
- ✓ Mise en œuvre d'une méthode de suivi des risques

Le coût d'un projet (coût, charges, délais) – travail avec des outils de Management de Projet et d'estimation des coûts

- ✓ Application sur un exemple pratique

Gestion des modifications

- ✓ Evaluation de l'impact des modifications sur le projet
- ✓ Intégration des modifications dans le plan de projet

Mise en place d'un plan de communication

Suivi et mise à jour du plan de projet

Rédaction d'un rapport d'avancement

4.2 Méthodes agiles

Objectifs

OBJECTIF GENERAL

L'objectif général de ce cours est d'initier les étudiants aux méthodes agiles pour la gestion de projet. Les méthodes Agiles sont adaptées aux développements informatiques ou autres. Elles reposent sur des cycles de développement itératifs et adaptatifs, dans lesquels un produit est produit et testé en continu.

OBJECTIFS DETAILLES

- Comprendre les principes itératifs des méthodes agiles
- Comprendre les différents rôles de la méthode Scrum
- Comprendre les différents artéfacts de la méthode Scrum
- Comprendre les différentes réunions de la méthode Scrum
- Etre capable de créer ou s'insérer dans un projet agile
- Etre capable de gérer un projet agile avec les outils de management
- Mettre en pratique les concepts du processus Scrum
- Etre capable de jouer tous les rôles de la méthode Scrum

Exemple de contenu d'une formation sur 8h

Cours 1 (2h)

INTRODUCTION

- La rupture culturelle par rapport aux méthodes classiques de gestion de projet.
- Le manifeste Agile. Les principes.
- Panorama des principales méthodes Agiles.
- Les méthodes agiles en chiffres.

LES BASES DE LA METHODE SCRUM

- Le Scrum guide
- Les principes de la méthode itérative et ses intérêts
- Les piliers de la méthode Scrum
- L'implication des différents acteurs du projet
- L'enchaînement du processus Scrum
- Les principes du timeboxing

LES ROLES DE LA METHODE SCRUM

- Le rôle de Scrum Master, ses actions et responsabilités
- Le rôle de Product Owner, ses actions et responsabilités
- Le rôle de l'équipe de développement, ses actions et responsabilités

LES ARTEFACTS DE LA METHODE SCRUM

- Techniques de description des besoins fonctionnels et des exigences qualité : Les user stories.
- La notion de "Backlog du produit". Comment construire le backlog initial, comment le mettre à jour.
- Comment rédiger les user stories.
- L'actualisation des stories : les feedback de la démarche itérative, le backlog refinement.
- La valeur d'une story, la Business Value.
- Les estimations et le poker planning.
- La planification basée sur la valeur.
- Le sprint backlog
- Le dashboard, son utilisation, son but son emplacement, ses acteurs
- Le burndown chart

Cours 2 (2h)

LES REUNIONS DE LA METHODE SCRUM

- Le sprint planning, son timebox, son but, ses participants et leurs rôles, les sorties attendues
- Le release planning, son timebox, son but, ses participants et leurs rôles, les sorties attendues. Le découpage du projet en releases. Construire la roadmap
- Le Daily Scrum, son timebox, son but, ses participants et leurs rôles, les sorties attendues
- La sprint review, son timebox, son but, ses participants et leurs rôles, les sorties attendues
- La sprint retrospective, son timebox, son but, ses participants et leurs rôles, les sorties attendues
- Le processus scrum dans son ensemble et les mise à jour des artefacts à partir des acteurs et des événements

LES OUTILS AGILES

- Les outils agiles. Les tableurs, les outils spécialisés, ou les tableaux.

LE RETOUR SUR L'UTILISATION DES METHODES AGILES

- Les points positifs comme l'amélioration du produit
- Les points négatifs comme l'épuisement des équipes

Travaux dirigés 1 (2h) Groupe de 20 maximum

Mise en œuvre des techniques vues pendant les deux cours sur un cas pratique avec des lego.
TD de construction d'une ville en lego par plusieurs équipes en utilisant tout le processus Scrum.
Utilisation du temps pour moyen de stress afin de reproduire des conditions réelles de travail.
Utilisation pour chaque équipe d'un dashboard physique, d'un product backlog, d'un sprint backlog et d'un burndown chart
Mise en pratique pour chaque équipe du rôle de Scrum master, qui doit gérer le temps et maintenir le dashboard à jour.
Mise en pratique des sprint review, et des sprints rétrospectifs.
Travail dirigé ludique qui permet de mémoriser les points clés de la méthode Scrum

Travaux dirigés 2 (2h)

Mise en pratique sur un projet de la méthode Scrum.
Mise en place des outils, présentation d'un outil pour gérer le projet : Jira
Définition des rôles, mise en place des réunions à prévoir.
Définition du product backlog, et du premier sprint backlog.

Possibilité de Travaux dirigés 3-4-5...(2h)

Mise en pratique de la Scrum Review, la démonstration et la récupération du feedback du client
Mise en pratique de la Scrum rétrospective, utilisation de moyens différents à chaque rétrospective afin d'identifier les points d'amélioration.

4.3 Introduction à l'ingénierie système – version courte

Objectifs

A l'issue de la formation :

- ✓ L'étudiant connaîtra les définitions élémentaires de système et d'ingénierie système
- ✓ L'étudiant sera capable de décrire la problématique adressée par l'ingénierie système
- ✓ L'étudiant sera capable d'expliquer les points clefs de l'approche système
- ✓ L'étudiant sera capable de décrire les objectifs des différents processus techniques de l'ingénierie des systèmes selon la norme ISO 15288 ;

Contenu (4 heures de cours et 0 heures de TD)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 4 heures cours et 4 heures de TD par semaine)

Introduction

- ✓ Définition des concepts de base : système,
- ✓ Présentation de la problématique des systèmes complexes
- ✓ Présentation et justification de l'ingénierie système : objectifs, historique, paysage normatif, organisation internationale etc...
- ✓ Les points clef de l'approche système : approche par décomposition vs approche systémique, approche analytique vs approche par objectif, 1 plusieurs vues (fonctionnelle, organique, statique, dynamique, sémantique), distinction phase / processus, articulation processus / méthodes/langages/outils,
- ✓ Présentation des processus d'ingénierie (en suivant la norme ISO 15288-2015)
- ✓ Présentation détaillée des processus techniques d'ingénierie systèmes (en suivant la norme ISO 15288-2015)
- ✓

4.4 Introduction à l'ingénierie système – version longue (1 semaine)

Ce module reprend les objectifs des modules 4.2.1 (Introduction à l'ingénierie système), , 4.3 (Ingénierie des besoins et des exigences) et 4.4 (Vérification et validation) et aborde leur application sur un cas d'étude

Objectifs

A l'issue de la formation :

- ✓ L'étudiant connaîtra les définitions élémentaires de système et d'ingénierie système
- ✓ L'étudiant sera capable de décrire la problématique adressée par l'ingénierie système
- ✓ L'étudiant sera capable d'expliquer les points clefs de l'approche système
- ✓ L'étudiant sera capable de décrire les objectifs des différents processus techniques de l'ingénierie des systèmes selon la norme ISO 15288 ;

- ✓ L'étudiant connaîtra les objectifs, inputs, outputs des processus de définition système de la norme ISO 15288 : « stakeholder need definition » et « requirement analysis »
- ✓ L'étudiant connaîtra les enjeux de ces 2 processus de définition système
- ✓ L'étudiant saura replacer ces processus dans une approche système générale
- ✓ L'étudiant connaîtra les méthodes « analyse fonctionnelle » et « méthode centrée utilisateur » pour mettre en oeuvre ces processus
- ✓ L'étudiant connaîtra les langages utilisés pour exprimer les résultats de ces 2 processus
- ✓ L'étudiant saura élaborer les livrables de ces 2 processus : cahier des charges (URD :User Requirement Document) et spécification technique de besoin (SRD :System Requirement Document)
- ✓ L'étudiant connaîtra les principaux outils disponibles sur le marché pour supporter la mise en œuvre concrète de ces processus

- ✓ Connaîtra les objectifs des processus de vérification et validation ;
- ✓ Connaîtra les principales méthodes de Vérification et Validation (V&V) ;
- ✓ Maîtrisera la méthode des tests ;
- ✓ Saura élaborer une stratégie de V&V.

L'étudiant saura mettre en œuvre ces méthodes sur un cas d'étude

Contenu (1 semaine : 12 heures de cours et 18 heures de TD)

Introduction

- ✓ Définition des concepts de base : système,
- ✓ Présentation de la problématique des systèmes complexes
- ✓ Présentation et justification de l'ingénierie système : objectifs, historique, paysage normatif, organisation internationale etc...
- ✓ Les points clef de l'approche système : approche par décomposition vs approche systémique, approche analytique vs approche par objectif, 1 plusieurs vues (fonctionnelle, organique, statique, dynamique, sémantique), distinction phase / processus, articulation processus / méthodes/langages/outils,
- ✓ Présentation des processus d'ingénierie (en suivant la norme ISO 15288-2015)
- ✓ Présentation détaillée des processus techniques d'ingénierie systèmes (en suivant la norme ISO 15288-2015)
- ✓

Sur les processus de définition des besoins

Conception Participative 1/2

- ✓ Les idées clés
- ✓ Le processus, les activités : user context, analysis, design, évaluation.
- ✓ Outils et techniques pour les phases de user contexte et analysis : interviews, scénarios de travail

Conception Participative 2/2

- ✓ Outils et techniques pour les phases de design et évaluation (brainstorming, protos papier, design walkthrough).
- ✓ Mise en pratique de la conception participative sur un cas d'étude, qui sera utilisé sur l'ensemble des TD.

Analyse fonctionnelle 1/2

- ✓ Savoir ce qu'est une analyse fonctionnelle dans le contexte de l'ingénierie système.
- ✓ Connaître la place de l'analyse fonctionnelle dans le processus d'élaboration d'un système.
- ✓ Savoir utiliser certains formalismes appropriés pour exprimer une décomposition fonctionnelle (Pieuvre, SA, EFFBD)

Analyse fonctionnelle 2/2

- ✓ Savoir mener une analyse fonctionnelle

Mise en pratique de l'analyse fonctionnelle, à partir des résultats obtenus en TD de CP.

Mise en place

- ✓ Savoir élaborer un cahier des charges (URD)
- ✓ Savoir élaborer une spécification technique de besoin (SRD)
- ✓ Notion de traçabilité URD->SRD
- ✓ Présentation des outils disponibles sur le marché : DOORS, Requisit pro, reqtify, ...

Sur les processus de vérification et de validation

Définition de la V&V – Place dans les processus d'ingénierie - différence entre V&V et IVV (Intégration, Vérification et Validation)

Présentation des différentes techniques de V&V :

- ✓ Les Revues (informelles, walk-through, revues techniques, inspection, audit...)
- ✓ Les Démonstrations (par construction, par prototypage, par similarité)
- ✓ Les Analyses (Introduction aux méthodes formelles – model checking – formal proof)
- ✓ Les Tests : définition, normes, types de test, contexte industriel

Les bases d'un plan d'IVV

- ✓ Le Cycle de vie : les étapes d'IVV – le testware – le modèle de données
- ✓ L'élaboration de la stratégie d'IVV
- ✓ L'infrastructure
- ✓ L'organisation

Les techniques ou « la boîte à outils pour le test » :

- ✓ Les objectifs de couverture de type boîte noire (exigences, pannes, interface, classe d'équivalence, pairwise, ...)
- ✓ Les objectifs de couverture de type boîte blanche (instruction, décision, chemin, condition, MC/DC, ...)
- ✓ Complément du plan de V&V en lien avec ces techniques

Application sur un sujet d'étude

4.5 Ecoconception

Objectifs

A l'issue de la formation, l'étudiant sera capable d' :

- ✓ Analyser la conception du produit jusqu'au processus de recyclage et revalorisation des matières
- ✓ Analyser l'impact environnemental et sociétal de la conception d'un produit

Contenu (12 heures de cours et 12 heures de TD)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines

Semaine 1 : L'éco-conception : à quoi ça sert ?

- ✓ Connaître les enjeux environnementaux liés aux produits
- ✓ Comprendre le contexte réglementaire et normatif
- ✓ Identifier les différentes étapes du cycle de vie d'un produit
- ✓ Pouvoir argumenter sur l'intérêt de la mise en place d'une démarche d'éco-conception dans l'entreprise

Semaine 2 : L'éco-conception : connaître son produit

- ✓ Examiner les principes de l'éco-conception
- ✓ Définir ce qu'est un produit éco-conçu
- ✓ Identifier les différents types d'outils et les catégoriser

Semaine 3 : L'éco-conception : améliorer son produit

- ✓ Distinguer les avantages et les limites des différents outils d'éco-conception
- ✓ Proposer des pistes d'amélioration d'un produit en manipulant un outil simple
- ✓ Identifier les résultats à travers la présentation d'applications industrielles de différents secteurs

4.6 Ingénierie des besoins et des exigences

Objectifs

A l'issue de la formation :

- ✓ L'étudiant connaîtra les objectifs, inputs, outputs des processus de définition système de la norme ISO 15288 : « stakeholder need definition » et « requirement analysis »
- ✓ L'étudiant connaîtra les enjeux de ces 2 processus de définition système
- ✓ L'étudiant saura replacer ces processus dans une approche système générale
- ✓ L'étudiant connaîtra les méthodes « analyse fonctionnelle » et « méthode centrée utilisateur » pour mettre en œuvre ces processus
- ✓ L'étudiant connaîtra les langages utilisés pour exprimer les résultats de ces 2 processus
- ✓ L'étudiant saura élaborer les livrables de ces 2 processus : cahier des charges (URD : User Requirement Document) et spécification technique de besoin (SRD : System Requirement Document)
- ✓ L'étudiant saura mettre en place et gérer un référentiel d'exigences.
- ✓ L'étudiant connaîtra les principaux outils disponibles sur le marché pour supporter la mise en œuvre concrète de ces processus
- ✓ L'étudiant saura mettre en place ces méthodes présentées et utiliser les formalismes adaptés.

Contenu (16 heures de cours et 14 heures de TD)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 4 heures cours et 4 heures de TD par semaine)

Introduction

- ✓ Présentation de la problématique du recueil et d'expression des besoins
- ✓ Présentation des processus liés au recueil et gestion des besoins
- ✓ Présentation des 2 processus de la norme ISO 15288 dédiés à cette problématique de recueil et d'expression des besoins
- ✓ Terminologie : besoin, exigence, partie prenante, acteur, service, fonction, scénario,

Conception Participative 1/2

- ✓ Les idées clés
- ✓ Le processus, les activités : user context, analysis, design, évaluation.
- ✓ Outils et techniques pour les phases de user contexte et analysis : interviews, scénarios de travail

Conception Participative 2/2

- ✓ Outils et techniques pour les phases de design et évaluation (brainstorming, protos papier, design walkthrough).
- ✓ Mise en pratique de la conception participative sur un cas d'étude, qui sera utilisé sur l'ensemble des TD.

Analyse fonctionnelle 1/2

- ✓ Savoir ce qu'est une analyse fonctionnelle dans le contexte de l'ingénierie système.
- ✓ Connaître la place de l'analyse fonctionnelle dans le processus d'élaboration d'un système.
- ✓ Savoir utiliser certains formalismes appropriés pour exprimer une décomposition fonctionnelle (Pieuvre, SA, EFFBD..)

Analyse fonctionnelle 2/2

- ✓ Savoir mener une analyse fonctionnelle

Mise en pratique de l'analyse fonctionnelle, à partir des résultats obtenus en TD de CP.

Mise en place

- ✓ Savoir élaborer un cahier des charges (URD)
- ✓ Savoir élaborer une spécification technique de besoin (SRD)
- ✓ Notion de traçabilité URD->SRD
- ✓ Présentation des outils disponibles sur le marché : DOORS, Requisite pro, reqtify, ...

4.7 Vérification et validation :

Objectifs

A l'issue de la formation l'étudiant:

- ✓ Connaîtra les objectifs des processus de vérification et validation ;
- ✓ Connaîtra les principales méthodes de Vérification et Validation (V&V) ;
- ✓ Saura élaborer une stratégie de V&V.

Contenu (4 heures de cours, 0 heures de TD)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 4 heures de cours et 4 heures de TD par semaine)

Définition de la V&V – Place dans les processus d'ingénierie - différence entre V&V et IVV (Intégration, Vérification et Validation)

Présentation des différentes techniques de V&V :

- ✓ Les Revues (informelles, walk-through, revues techniques, inspection, audit...)
- ✓ Les Démonstrations (par construction, par prototypage, par similarité)
- ✓ Les Analyses (Introduction aux méthodes formelles – model checking – formal proof)
- ✓ Les Tests : définition, normes, types de test, contexte industriel

Les bases d'un plan d'IVV

- ✓ Le Cycle de vie : les étapes d'IVV – le testware – le modèle de données
- ✓ L'élaboration de la stratégie d'IVV
- ✓ L'infrastructure
- ✓ L'organisation

4.8 Vérification et validation : zoom sur les tests

Objectifs

A l'issue de la formation l'étudiant:

- ✓ Connaîtra les objectifs des processus de vérification et validation ;
- ✓ Connaîtra les principales méthodes de Vérification et Validation (V&V) ;
- ✓ Maîtrisera la méthode des tests ;
- ✓ Saura élaborer une stratégie de V&V en prenant en compte l'activité de test

Contenu (6 heures de cours, 8 heures de TD)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 4 heures de cours et 4 heures de TD par semaine)

Définition de la V&V – Place dans les processus d'ingénierie

Les techniques ou « la boîte à outils pour le test » :

- ✓ Les objectifs de couverture de type boîte noire (exigences, pannes, interface, classe d'équivalence, pairwise, ...)
- ✓ Les objectifs de couverture de type boîte blanche (instruction, décision, chemin, condition, MC/DC, ...)
- ✓ Complément du plan de V&V en lien avec ces techniques

Exercices sur l'élaboration de cas de tests permettant l'atteinte d'un objectif de couverture vu précédemment

Application sur un projet de programmation java : élaboration du plan de V&V.

4.9 Architecture système

Objectifs

A l'issue de la formation l'étudiant:

- ✓ Connaîtra les objectifs des processus de conception d'architecture système ;
- ✓ Saura replacer ces processus dans une démarche d'ingénierie système globale
- ✓ Maîtrisera la mise en œuvre de méthodes permettant la définition d'architectures
- ✓ Maîtrisera les formalismes associés ;
- ✓ Connaîtra les principaux « patterns » de conception système et saura les réutiliser ;
- ✓ Saura conduire la conception d'architecture système

Contenu (12 heures de cours, 16 heures de TD et 2 heures d'examen)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 4 heures de cours et 4 heures de TD par semaine)

Positionnement de la conception de solutions dans l'ingénierie système ;

Introduction aux architectures :

- ✓ Définition, objectif, problématique
- ✓ Introduction à l'architecture fonctionnelle, présentation de l'architecture organique et de l'architecture physique

Trouver une architecture fonctionnelle

- ✓ **Identification des fonctions**
- ✓ **Elaboration de l'architecture fonctionnelle**

Trouver l'architecture organique

- ✓ **Identification des composants**
- ✓ **Elaboration de l'architecture organique**

Des fonctions aux composants

Gestion des Interfaces

Les principaux patterns d'architecture de système

Les langages pour exprimer une architecture système :

- ✓ PBD
- ✓ SysML (activity diagram, ...)
- ✓ eFFBD
- ✓ Autre (BPMN, SA, ...)
- ✓ Elaboration d'un document d'architecture système

Mise en œuvre sur un cas concret

- ✓ Application est faite sur un cas concret
- ✓ Utilisation d'un outil dédié permettant l'expression de l'architecture (CORE, Enterprise Architect, CAPELLA, autre...)

4.3 Model Based Systems Engineering (MBSE)

Objectifs

Le Titulaire s'inspirera des éléments suivants pour mettre en place une formation simple sur 4h et une formation plus approfondie sur 20h.

Cette formation dans un contexte d'Ingénierie Système devra associer l'aspect théorique sur la modélisation et le langage SysML avec l'aspect outillage via la version SysML d'Enterprise Architect de Sparx Systems.

Elle devra permettre :

- De découvrir les diagrammes de blocs pour la modélisation structurelle des systèmes complexes.
- D'approfondir les diagrammes de séquence, diagrammes d'états et diagrammes d'activité pour la modélisation dynamique.
- D'utiliser les diagrammes spécifiques de SysML tels que le diagramme d'exigences et le diagramme paramétrique, ainsi que le concept d'allocation.

La formation mettra l'accent sur la nécessité de définir une démarche de modélisation, adaptée au contexte de l'entreprise et au type de système à étudier. L'association d'un langage, d'une démarche et d'un outil devra être illustrée autour d'exemples précis d'application du Model Based Systems Engineering (MBSE) dans le transport aérien

Exemple de formation sur 20h

Introduction Rappels MBSE

Objectifs et origine de SysML
SysML et ses diagrammes
Démarche proposée
Enterprise Architect avec SysML

Découvrir Enterprise Architect Environnement de travail

Naviguer dans un modèle
Travailler avec les diagrammes
Effectuer des recherches

Créer un projet de modélisation Enterprise Architect Créer un nouveau projet

Compléter la structure d'un projet
Fonctions utiles

La modélisation des exigences Diagramme de cas d'utilisation

Diagramme de séquence
Diagramme d'exigences
Étude de cas

La modélisation structurelle Diagramme de définition de blocs

Diagramme interne de bloc
Diagramme de packages
Étude de cas

La modélisation dynamique Diagramme d'activité

Diagramme d'états
Animation de modèle
Étude de cas

La modélisation transverse Diagramme paramétrique

Allocation et traçabilité
Simulation avec EA
Retour sur les exigences
Étude de cas

Solution Web Prolaborate

Présentation
Configuration d'un projet EA
Utilisation (accès aux modèles, mises à jour, discussions...)

MDG et stéréotypes

Réaliser et publier un "profil UML", une boîte à outil contextuelle et un type de diagramme

Génération documentaire

Au choix : avec l'outil EA ou l'add-in eaDocX (payant)

Scripts

Découvrir l'API d'EA pour réaliser des scripts (VB)

4.10 Électronique programmable

Objectifs

A la fin de ce cours, les élèves seront capables de concevoir un circuit électronique et de le contrôler à partir d'un programme implémenter sur un microcontrôleur type Arduino.

Les élèves sauront:

- ✓ Reconnaître les différents types de composants électroniques (résistances, condensateurs, transistors, LED, microcontrôleur, etc.)
- ✓ Mettre en œuvre ces composants pour réaliser différents types de circuits électroniques
- ✓ Concevoir un programme pour contrôler un circuit électronique et l'implémenter sur un microcontrôleur de type Arduino
- ✓ Concevoir une interface utilisateur avec des entrées/sorties en utilisant les bus de communication adaptés
- ✓ Adapter un programme pour qu'il respecte des contraintes de consommation énergétique

Contenu (10h de cours, 20h de TP, 2h d'examen)

Introduction à l'électronique

- Qu'est-ce que l'électronique
- Éléments passifs
- Signaux

TP1

- Schémas de circuits et simulation avec LTSPICE
- Débuter avec l'oscilloscope

Introduction aux microcontrôleurs

- Qu'est-ce qu'un microcontrôleur
- Histoire, tendances
- Familles: 8bits, 32 bits, RISC vs CISC
- ADC/DAC
- Arduino

TP2

- Premier projet Arduino (Blink LED)

Interfaces utilisateur embarquées

- Entrées : Boutons poussoirs, potentiomètres, joysticks
- Sorties : afficheurs LCD, LED, buzzer
- Port série pour le débogage

TP3

- Construire une interface utilisateur générique pour Arduino

Électronique : contrôle de puissance

- Semi-conducteurs (Diodes, transistors bipolaires, transistors MOS)
- Contrôle efficient avec un PWM

TP4

- Contrôle d'une LED avec un PWM contrôlé logiciellement
- Contrôle de la vitesse d'un moteur avec un PWM et un transistor
- Contrôle d'un moteur dans les deux directions avec un H-bridge IC

Électronique et contrôle : la boucle de feedback

- Mécanisme d'asservissement
- Amplificateur

TP5

- Exemple de système d'asservissement contrôlé par logiciel : optoloop
- Exemple d'application d'un amplificateur opérationnel : l'intégrateur

Le bus I2C

- Une architecture maître-esclave pour les périphériques de microcontrôleurs
- Définition des signaux
- Principaux usages

TP6

- Utilisation de l'I2C pour interfacer les capteurs de navigation de drones avec l'Arduino (boussole ou altimètre)

Le bus SPI

- Un bus synchrone rapide pour les périphériques de microcontrôleurs
- Définition des signaux
- Principaux usages

TP7

- Utilisation du SPI pour interfacer les capteurs de navigation de drones avec l'Arduino (Module inertiel gyroscope-accéléromètre)

Le port de communication UART

- L'approche asynchrone, son rôle historique
- Définition des signaux
- Principaux usages

TP8

- Utilisation de l'UART du logiciel pour récupérer les informations d'un récepteur GPS

4.11 Qualité & Lean Six Sigma

Objectifs

A la fin de ce cours, les élèves seront capables comprendre, structurer et piloter l'amélioration de la performance d'une organisation en se basant sur les principes qualité (au sens ISO 9001) et une approche Lean Six Sigma.

À l'issue du cours, les étudiants seront capables de :

- ✓ Comprendre la performance et la qualité
- ✓ Modéliser une organisation en processus
- ✓ Mesurer et piloter la performance
- ✓ Analyser les dysfonctionnements
- ✓ Appliquer une démarche d'amélioration

Contenu possible de cours (10h de cours et 12h de TD)

Fondamentaux Qualité & Performance (Cours 3h et TD 1h)

- Définition de la qualité (ISO, client, valeur)
- Coûts de non-qualité
- Efficacité vs efficacité

- Introduction Lean vs Six Sigma

Approche processus (Cours 1h et TD 2h)

- Vision processus vs vision silos
- Typologie de processus
- Cartographie (macro-processus)
- SIPOC

Indicateurs & pilotage (Cours 1 h et TD 2h)

- Qu'est-ce qu'un bon KPI ?
- Indicateurs :
- Tableaux de bord
- Boucle de pilotage

Cours Lean Management (Cours 2h et TD 2h)

- Les 7 gaspillages (muda)
- Flux & Stocks
- Value Stream Mapping (simplifié)

Cours Six Sigma & DMAIC (Cours 2h et TD 4h)

- Origine et objectif de Six Sigma
- Notions de variabilité
- Démarche DMAIC

Cours Amélioration continue & conduite du changement (Cours 1h et TD 1h)

- PDCA / Kaizen
- Résistance au changement
- Culture qualité

Article 4. Description des prestations du Lot 1 : Thématique Sûreté des systèmes d'information (SSI) dans le domaine Transport aérien

Ce lot comprend les enseignements suivants :

- Gouvernance du risque de SSI
 - Système de management de la sécurité informatique SMSI
 - Bases de l'ISO 27001, 27002, 27005
 - PSSI
 - Plan de continuité et de reprise d'activité
- Infections informatiques
 - Définition et Classification
 - Technique virales et antivirales
- Cryptographie appliquée
 - Chiffrement symétrique, asymétrique et fonctions de hachage à sens unique
 - Signature électronique
 - Certificats X509 et IGC
 - Protocoles S/MIME et TLS
- Technologies d'interconnexion sécurisées
 - Les différents types de firewall
 - Listes de contrôle d'accès – ACL
 - Translation d'adresse
 - Filtrage de NTP et FTP
- Sûreté et système d'exploitation
 - Authentification
 - Craquage
 - Autorisation :
 - Elévation et séparation de privilèges
- Intrusion

Cette liste n'est pas exhaustive et de nouveaux enseignements, dans le domaine, pourront être définis pour répondre aux évolutions des formations et de futurs contrats gérés par l'ENAC.

Les enseignements ou certaines parties, seront dispensés en français ou en anglais :

- au bénéfice de stagiaires français de la Direction Générale de l'Aviation Civile pour l'obtention d'une qualification ou pour de la formation continue,
- et/ou pour des stagiaires étrangers, dans le cadre de contrats européens ou internationaux de formation, remportés par l'école. Dans ce cas les prestations s'exécuteront sur le site de l'ENAC ou à l'étranger.

Nous décrirons les objectifs et les contenus des enseignements, à partir des fiches « Programme d'enseignement », tels qu'ils sont dispensés actuellement dans les différentes formations, sans préjuger des évolutions possibles d'ici la notification du marché et la commande des prestations.

Selon les promotions concernées, nous avons besoin d'assistants TD/TP, d'enseignants principaux TD/TP et/ou d'enseignants pour des cours. Au maximum, il sera nécessaire de disposer simultanément de 2 intervenants.

Article 5. Formation Continue - Stage sécurité des réseaux

Objectifs

A l'issue de la formation l'étudiant devra :

- ✓ maîtriser la théorie et la mise en oeuvre des technologies d'interconnexions sécurisées.

Il saura notamment :

- ✓ décrire les différents types d'infection informatique
- ✓ apprécier les enjeux de la protection virale
- ✓ analyser les techniques virales et antivirales
- ✓ apprécier les notions de base de la cryptographie appliquée
- ✓ valider les apports de Secure Shell
- ✓ maîtriser la théorie et la mise en oeuvre des technologies d'interconnexions sécurisées
- ✓ maintenir le fonctionnement d'un coupe-feu (Firewall Linux: netfilter/Iptable),
- ✓ calibrer les fonctionnalités d'un coupe-feu (netfilter/Iptable)
- ✓ analyser la sécurisation des services NTP et FTP

Contenu (environ 8 heures de cours et 12 heures de TD)

Cours Sécurité des Réseaux

- o Vulnérabilités de type erreurs logiques
 - Débordement de mémoire tampon (Buffer Overflow),
- Outils et stratégies d'attaque
 - o Exemples d'attaques sur le Réseau
 - o Principaux dangers
 - Infections informatique (malware)
 - Techniques Virales
 - polymorphisme
 - métamorphisme
 - furtivité
 - Réseaux Malveillants
- Protocoles internet et leurs vulnérabilités
 - o DNS
 - o FTP
 - o NTP
- Outils et stratégies de défense
 - o Techniques antivirales
 - Méthodes statiques
 - Méthodes dynamiques
 - o Cryptographie Appliquée
 - o Secure Shell.
 - o Systèmes et Architecture des Firewalls
 - o Éléments de Syntaxe CISCO
 - Les basiques
 - Les Listes d'Accès ACL
 - o Netfilter/Iptable
 - Tables et chaînes
 - Translation d'adresse

TD Sécurité des Réseaux

Utilisation du cheval de troie Backorifice

Exploitation d'une vulnérabilité de type buffer overflow sur un serveur DNS

Les différentes fonctionnalités d'un serveur SSH

Mise en place architecture réseau sécurisée

Routeur cisco

Firewall Iptable

5.2 Formation Initiale-Sécurité des Systèmes d'information

Objectifs

A l'issue de la formation l'étudiant devra :

- ✓ Expliquer et décrire les notions de
Risque
menace
et vulnérabilité de SSI
- ✓ Connaître la norme SMSI (iso 270xx)
- ✓ décrire les différents types d'infection informatique
- ✓ Expliquer les notions de base de la cryptographie appliquée
- ✓ Expliquer le principe de l'infrastructure de gestion de clé
- ✓ Utiliser le chiffrement et la signature de messages électronique
- ✓ Appliquer certains principes de protection contre les malveillances
- ✓ Connaître certains aspects de la protection des données personnelles

Contenu (8 heures de cours, 6 heures de TD et 1 heures d'évaluation)

Cours Sécurité du Système d'information

- Généralités et définitions sur les risques et les menaces.
 - Concepts
 - Définition
- Gestion de la SSI
 - Norme SMSI
 - Risques de SSI
 - o Formulation
 - o Menaces
 - o vulnérabilités
 - Analyse de risques
 - Politique de sécurité
- Le droit de l'information :
 - loi informatique et liberté
- Les principaux Dangers
 - Infections Informatiques
 - Usurpation d'identité
 - Courriers Indésirables
- Les Défenses
 - Firewalls
 - Éléments de Cryptographie
 - o Généralités
 - o Les algorithmes et leurs utilisations
 - o Certificat X509
 - o Introduction à l'IGC
 - S/MIME : Protocole sécurisé

TP Sécurité du Système d'Information

Exploitation d'une vulnérabilité dans acrobat reader
Analyse d'un espioniciel
Création de certificats X509v3
Mise en œuvre du protocole S/MIME.
Chiffrement et signature

Article 6. Description des prestations du Lot 1 : Thématique Conception et programmation orientées objet, techniques web

Ce lot comprend les enseignements suivants :

- Programmation C++ orienté DO 178
- Conception orientée objet et UML
- Programmation orientée objet en java et python

Cette liste n'est pas exhaustive et de nouveaux enseignements, dans le domaine, pourront être définis pour répondre aux évolutions des formations et aux nouveaux contrats gérés par l'ENAC.

Le Titulaire devra notamment être capable de mettre en place des enseignements sur les sujets suivants :

- programmation d'applications interactives synchrones et asynchrones sur le client et le serveur en Javascript (jQueryMobile, NodeJs)
- conception, réalisation et déploiement d'applications riches en s'appuyant sur des frameworks existant (Vue, React, Angular)
- récupération de données à partir de services web (Restfull / SOAP) et représentation graphique
- conception, réalisation et déploiement de services web (Restull / SOAP)

Les enseignements seront dispensés en français ou en anglais :

- aux promotions d'ingénieur et de master au cours de leur scolarité à l'école,
- et/ou au bénéfice de stagiaires français de la Direction Générale de l'Aviation Civile pour l'obtention d'une qualification ou pour de la formation continue,
- et/ou pour des stagiaires étrangers, dans le cadre de contrats européens ou internationaux de formation, signés par l'école. Dans ce cas les prestations s'exécuteront sur le site de l'ENAC ou à l'étranger.

Nous décrivons les objectifs et les contenus des enseignements, à partir des fiches « Programme d'enseignement », tels qu'ils sont dispensés actuellement dans les différentes formations, sans préjuger des évolutions possibles d'ici la notification du marché et la commande des prestations.

Selon les promotions concernées, nous avons besoin d'assistants TD/TP, d'enseignants principaux TD/TP et/ou d'enseignants pour des cours. Au maximum, il sera nécessaire de disposer simultanément de 3 intervenants.

6.1 Programmation C++ orienté DO 178

Objectifs

Pourquoi ce cours: les diplômés IENAC SITA et AVI seront confrontés à la spécification et la réalisation de systèmes critiques certifiés durant leur vie professionnelle, que cela soit du côté client ou fournisseur. Ils se poseront ces questions: quelle architecture logicielle peut-on utiliser sans mettre en cause la sécurité ? quelles constructions de langage peut-on utiliser sans mettre en cause la sécurité ? où trouver de telles informations ? Par ailleurs, le langage C++ est de plus en plus utilisé dans l'industrie pour programmer des systèmes contrôlables, prédictibles, sûrs et maintenables.

A la fin de ce cours, les élèves seront capables:

- d'expliquer les contraintes inhérentes à la réalisation d'applications certifiables à l'aide d'un langage orienté objet.
- de réaliser des programmes simples en C++ respectant ces contraintes.
- de s'intégrer dans un projet de développement de système critique répondant à ces exigences.

Contenu (8h de cours, 12h de TP, 2h d'examen)

- Explication de la nature des documents DO-178/ED-12 et DO-332/ED-217
- Codage de fonctionnalités d'un système critique avec un langage OO en appliquant les règles de la DO-332/ED-217, notamment celles issues de l'annexe B "FAQ" de la DO-332/ED-217, de la #8 à la #39
- Transcription de ces règles en C++-17 (au pire C++-14), et en Java 1.8
- Application des règles de codage issues de "C++ Core Guidelines" et "JSF-AV"
- Etablissement de liens entre exigences de bas-niveau et code
- Mise en œuvre de la notion d'abstraction gratuite en C++

Bibliographie:

RTCA DO-178/EUROCAE ED-12, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification, Published by RTCA, Washington, DC, www.rtca.com; Published by EUROCAE, Paris, France www.eurocae.org.

RTCA DO-332/EUROCAE ED-217, Object-Oriented Technology and Related Techniques Supplement to DO-178C and DO-278A, Published by RTCA, Washington, DC, www.rtca.com; Published by EUROCAE, Paris, France www.eurocae.org.

Les deux documents sont disponibles sur le site web de la bibliothèque ENAC

Web:

<https://github.com/isocpp/CppCoreGuidelines/blob/master/CppCoreGuidelines.md>

<http://www.stroustrup.com/JSF-AV-rules.pdf>

<http://www.stroustrup.com/abstraction-and-machine.pdf>

6.2 Conception Orientée Objet et UML

Objectifs

A l'issue de la formation :

- ✓ L'étudiant saura conduire une analyse orientée objet ;
- ✓ L'étudiant saura utiliser le formalisme UML pour décrire les principales vues de son système logiciel (diagrammes de cas d'utilisation, de classes, de séquence)
- ✓ L'étudiant sera capable de comprendre une spécification basée sur un ensemble de diagrammes UML en vue d'en réaliser une implémentation dans un langage objet (Java)
- ✓ L'étudiant saura utiliser un logiciel permettant de décrire la modélisation UML et de générer du code (Java) correspondant
- ✓ L'étudiant connaîtra quelques patrons de conceptions de niveau architecture (Façade, Fabrique, Inversion de contrôle)

Contenu (6h de cours, 4h de TD/TP, 2h d'examen)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 2 heures cours puis 2 heures de TD par semaine)

Introduction

- ✓ Concept d'objet
- ✓ Paradigme objet
- ✓ Terminologie : classe, instance

UML

- ✓ Historique
- ✓ Modèle
- ✓ UML dans les processus de développements
- ✓ Principaux diagrammes UML
- ✓ Points de vue sur un système

Diagramme de cas d'utilisation

- ✓ Description
- ✓ Exemple

Diagramme de classes

- ✓ Description
- ✓ Exemple
- ✓ Concept d'héritage
- ✓ Bonnes pratiques (protection des variations, faible couplage, forte cohésion, indirection, composer plutôt qu'hériter, programmer pour des interfaces)

Diagramme de séquences

- ✓ Description
- ✓ Exemple
- ✓ Bonnes pratiques (insister sur la responsabilité des classes pour déterminer le flot de contrôle)

Méthodologie

- ✓ Exploitation d'un exemple complet (fil rouge)
- ✓ Utilisation de méthodes traditionnelles (Booch, Larman)
- ✓ Conception du diagramme de cas d'utilisation
- ✓ Conception du diagramme de classe
- ✓ Conception du diagramme de séquences

Outillage

- ✓ Utilisation d'un outil UML<->Java
- ✓ Application sur un exemple (sujet de TD)

6.3 Programmation Orientée Objet en Java

Objectifs

A l'issue de la formation :

- ✓ L'étudiant saura utiliser tous les concepts de programmation objet en Java
- ✓ L'étudiant saura utiliser les mécanismes de gestion d'événements
- ✓ L'étudiant saura utiliser un IDE (Eclipse)
- ✓ L'étudiant saura utiliser les principales API de Java
- ✓ L'étudiant saura implémenter une interface graphique simple en Swing
- ✓ L'étudiant sera capable d'utiliser le bus Ivy pour mettre en œuvre la répartition dans une application Java

Contenu (8h de cours, 8h de TD, 14h de TP, 2h d'examen)

Les cours et les TD sont répartis sur plusieurs semaines (en moyenne 2 heures cours puis 2 heures de TD et 2h de TP par semaine)

Introduction

- ✓ Pourquoi Java
- ✓ Ecosystème de Java, les différentes éditions
- ✓ Eclipse

Le langage Java

- ✓ Classe, packaging
- ✓ Conventions
- ✓ Types primitifs
- ✓ Structure algorithmique
- ✓ Instanciation et constructeurs
- ✓ Point d'entrée et paramètres
- ✓ Interaction entre objets
- ✓ Tableaux
- ✓ Boucles foreach
- ✓ Affichage en console
- ✓ String, Enumeration

Java Orienté Objet

- ✓ Héritage
- ✓ Visibilité et accessibilité
- ✓ Redéfinition et Surcharge
- ✓ Polymorphisme et liaison retardée
- ✓ Attributs et méthodes de classe (+exemple fonctions mathématiques)
- ✓ Généricité, généricité contrainte
- ✓ Interface et classes abstraites
- ✓ Collections
- ✓ Exceptions
- ✓ Entrées sorties avec NIO
- ✓ La classe Object (méthode equals et clone)

Java Avancé

- ✓ Processus, Synchronisation
- ✓ Classe interne, classe anonyme
- ✓ Événements
- ✓ Lambda expressions
- ✓ Swing (Layout, principaux widgets, interaction)
- ✓ Répartition (échange de messages au moyen du bus Ivy)

6.4 Programmation Orientée Objet en Python

Objectifs

A la fin de ce cours, les élèves seront capables de modéliser un système avec des composants OO, et seront capables de concevoir et implémenter ces composants logiciels en respectant une spécification.

Les élèves sauront:

- ✓ Modéliser une problématique et un système avec des classes et des relations de composition, hiérarchie, liens
- ✓ Abstraire et encapsuler des données, répartir dans des opérations/méthodes privées et publiques
- ✓ Définir des contrats entre différents composants, et assembler ces composants
- ✓ Traduire en code Python ces concepts

Contenu (18h de cours, 2h d'examen)

1 ou 2 cours max, une séance de design OO, des TPs, un projet de 4p où chaque personne produit un composant avec contrats, à assembler à la fin.

Python pour éviter d'apprendre un autre langage, et pour son utilisabilité (on fournit un module de contrats pour python)

Article 7. Description des prestations du Lot1 : Sûreté de fonctionnement

Ce lot comprend les enseignements suivants :

Sûreté de fonctionnement et analyse de sécurité d'un système bord
Sûreté de fonctionnement et analyse de sécurité d'un système ATM
Sûreté de fonctionnement et analyse de sécurité opérations aériennes
Certification des systèmes bord
Ingénierie et certification des systèmes bord
Ingénierie et certification des systèmes ATM
Introduction à la certification SMS
Sensibilisation qualité et sécurité

Selon les promotions concernées, nous avons besoin d'assistants TD/TP, d'enseignants principaux TD/TP et/ou d'enseignants pour des cours. Au maximum, il sera nécessaire de disposer simultanément de 2 intervenants.

7.1 Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité d'un système bord

Objectifs

A l'issue de ce cours l'étudiant sera capable de :

- expliquer et justifier les assurances sécurité du système
- conduire une analyse de sécurité en général
- planifier un dossier d'assurances
- donner la définition de la sûreté de fonctionnement d'un système
- conduire une analyse de sécurité en utilisant la méthode FHA-PSSA-SSA.

Les contraintes identifiées lors de ces analyses guideront les choix d'architecture et de conception. Les solutions retenues porteront sur des exigences sur le système et sur ses composants : l'humain, les procédures et les équipements (logiciel et matériel).

FHA: Functional Hazard Analysis
PSSA: Preliminary System Safety Assessment
SSA: System Safety Assessment

Contenu d'une formation de 9h (6 heures de cours et 2 heures de TD, 1 heure d'examen)

1. Dossier d'assurance et analyse de sécurité en général
 1. Dangers et exigences
 2. Architecture et moyens d'atténuation des risques
 3. Argumentaire sécurité
2. Introduction à la sûreté de fonctionnement (RAMS)
 1. Introduction & Définition
 2. Données d'entrée
 3. Méthodologie
 4. Outils
3. Process FHA-PSSA-SSA
 1. Plan du programme de sécurité
 2. AFHA - A/C Functional Hazard Assessment
 3. PASA - Preliminary A/C Safety Assessment

4. SFHA - System Functional Hazard Assessment
5. PSSA - Preliminary System Safety Assessment
6. SSA - System Safety Assessment
7. ASA - Aircraft Safety Assessment
8. CCA - Common Cause Analysis

7.2 Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité ATM

Objectifs

A l'issue de ce cours l'étudiant sera capable de :

- expliquer et justifier les assurances sécurité du système
- conduire une analyse de sécurité en général
- planifier un dossier d'assurances
- décrire la sûreté de fonctionnement d'un système
- conduire une analyse de sécurité en utilisant la méthode FHA-PSSA-SSA.

Les contraintes identifiées lors de ces analyses guideront les choix d'architecture et de conception. Les exigences de sécurité identifiées seront soit des exigences sur le système et soit des exigences sur ses composants: l'humain, les procédures et les équipements (logiciel et matériel).

FHA: Functional Hazard Analysis

PSSA: Preliminary System Safety Assessment

SSA: System Safety Assessment

Contenu d'une formation de 11h (4 heures de cours et 4 heures de TD, 1 heure d'examen)

1. Dossier d'assurance et analyse de sécurité en général
 1. Dangers et exigences
 2. Architecture et moyens d'atténuations des risques
 3. Argumentaire sécurité
2. Introduction à la sûreté de fonctionnement (RAMS)
 1. Introduction & Définition
 2. Données d'entrée
 3. Méthodologie
 4. Outils
3. Process FHA-PSSA-SSA
 1. Plan du programme de sécurité
 2. FHA - A/C Functional Hazard Assessment
 3. PSSA - Preliminary System Safety Assessment
 4. SSA - System Safety Assessment

7.4 Sûreté de fonctionnement et l'analyse de sécurité Opérations Aériennes

OBJECTIF GENERAL

At the end of this course, students will have basics on safety assurance of complex systems including:
-Definitions of basis notion, safety analysis and the process defined by the system safety risk management.

Some methods and tools will be presented to enable students to develop a safety assurance case

OBJECTIFS DETAILLES

At the end of this course, students will be able to:

- develop a Safety assurance case by appreciating the safety risk at the global system level, by

controlling dangerous situations at the subsystem level, by specifying the safety and mitigation requirements and by visualizing hazardous situations using the Bowtie Xp tool.
-apply the STPA method at the global system level
-apply the FHA-PSSA-SSA method to safety at a subsystem (aeroplane)

7.3 Ingénierie et certification des systèmes bord

Objectifs

A la fin du cours; l'élève sera capable de :

- Produire un dossier d'assurance sécurité en utilisant les standards industriels (ARP4754A, DO_160, DO-178C, DO-254)

ARP4754 - Guidelines For Development Of Civil Aircraft and Systems

DO 160: « Environmental Conditions and test Procedures for Airborne Equipment »

DO-254 "Design Assurance Guidance for Airborne electronic hardware"

DO-178 Software considerations in airborne systems and equipment certification"

Contenu d'une formation de 11h (10 heures de cours et 0 heures de TD, 1 heure d'examen)

1. Guidelines for developpement of civil a/c and systems,(ARP 4754)
2. DO 160: Environnemental conditions and test Procedure for Airborne equipment
3. Software considerations in airborne systems and equipment certification (DO178C)
4. DO254: Design Assurance Guidance for Airborne hardware

7.4 Ingénierie et certification des systèmes ATM

Objectifs

A la fin du cours ; l'élève sera capable de :

- Produire un dossier d'assurance sécurité en utilisant les standards industriels (DO_160, ED-153, DO-254)

DO 160: « Environmental Conditions and test Procedures for Airborne Equipment »

DO-254 "Design Assurance Guidance for Airborne electronic hardware"

ED-153 Guidelines for ANS Software Safety Assurance"

Contenu d'une formation de 11h (10 heures de cours et 0 heures de TD, 1 heure d'examen)

1. DO 160: Environnemental conditions and test Procedure for Airborne equipment
2. ED-153 Guidelines for ANS Software Safety Assurance
3. DO254: Design Assurance Guidance for Airborne hardware

7.5 Introduction au système de gestion de la sécurité (SMS)

Objectifs

A l'issue de ce cours l'étudiant sera capable de :

- comprendre que gérer la sécurité permet de maintenir dans le temps l'efficacité des moyens d'atténuations critiques
- appliquer et comprendre les exigences réglementaires associées (Annex 19)
- utiliser un outil de gestion des risques et de ses atténuations (bowtie) comme un outil efficace pour améliorer continuellement la sécurité

Contenu d'une formation de 3h (3 heures de cours et 0 heures de TD, 1 heure d'examen)

1. Dossier d'assurances sécurité (Dangers et exigences, bowtie, rationale)
2. Analyse de sécurité en général
3. Exemple Bowtie et gestion SMS
4. Planifier un dossier d'assurance

7.6 Sensibilisation Qualité et Sécurité

Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable :

- d'expliquer pourquoi est mis en place un système de management de la qualité (SMQ) et un système de management intégré (SMI).
- d'expliquer les principes généraux de la qualité et de la sécurité ainsi que leurs applications dans les services de la navigation aérienne.
- d'expliquer comment sont certifiés les services de la DSNA sur les aspects qualité et sécurité

Plus précisément, l'étudiant sera capable de :

- 1 - Expliquer les objectifs de la qualité
- 2 - Expliquer les objectifs de la sécurité
- 3 - Expliquer ce qu'est un système de management (de la qualité, de la sécurité, intégré)
- 4 - Présenter les principes qualités et leur application dans une organisation
- 5 - Présenter les grands composants d'un système de management de la sécurité tel que décrit par l'annexe 19 de l'OACI, notamment la gestion des risques
- 6 - Expliquer comment sont certifiés les services de la DSNA sur les aspects qualité et sécurité

Contenu d'une formation de 6h (3 heures de cours et 2 heures de TD, 1 heure d'examen)

- 1 - Expliquer les objectifs de la qualité
- 2 - Expliquer les objectifs de la sécurité
- 3 - Expliquer ce qu'est un système de management (de la qualité, de la sécurité, intégré)
- 4 - Présenter les principes qualités et leur application dans une organisation
- 5 - Présenter les grands composants d'un système de management de la sécurité tel que décrit par l'annexe 19 de l'OACI, notamment la gestion des risques
- 6 - Expliquer comment sont certifiés les services de la DSNA sur les aspects qualité et sécurité