

# Normes d'ingénierie système et logiciel pour les très petites organisations

CLAUDE Y. LAPORTE, GAUTHIER FANMUY, KEN PTACK ET JOE MARVIN

**Résumé** : Il est reconnu dans l'industrie que de nombreuses très petites organisations (TPO) développent des composants de systèmes, des systèmes et des logiciels de très grande qualité, destinés ou non à être utilisés par d'autres. Ces TPO, comptant jusque 25 personnes, développent des produits clés pour l'économie mondiale. De nombreuses normes internationales ont été développées pour capter des pratiques d'ingénierie éprouvées. Toutefois, les TPO ont du mal à s'approprier ces normes qui n'ont pas été écrites pour elles et sont par conséquent difficiles à appliquer dans de tels contextes.

En 2009, un groupe de travail AFIS/INCOSE a été constitué pour étudier la possibilité de développer un standard pour les TPO qui développent des systèmes. Au cours du Workshop international de l'INCOSE tenu en 2011, un groupe d'ingénieurs système a examiné la nouvelle norme ISO/CEI 29110, norme logicielle pour les TPO, et a proposé des modifications à cette dernière pour répondre aux problématiques système. Un projet de document a été élaboré et examiné par les membres de l'INCOSE et de l'AFIS. Récemment, un groupe de travail de l'ISO, GT24, a été mandaté pour développer une norme pour les TPO développant des systèmes. La norme ISO/IEC sera le principal référentiel utilisé pour le développement de cette nouvelle norme. Le « Systems Engineering Handbook » de l'INCOSE sera le principal référentiel utilisé pour le développement d'un ensemble de « trousse de déploiement » Système, qui vise à aider à l'application de la future norme en ingénierie système pour les TPO.

**Mots clés** : ingénierie système, normes, très petites organisations

## 1. INTRODUCTION

Aujourd'hui, la capacité des organisations à rivaliser, à s'adapter et à survivre dépend de plus en plus de la qualité des produits, de la productivité, du temps de développement et des coûts. Les systèmes deviennent de plus en plus gros et complexes ; par exemple, déjà en 2010 le téléphone cellulaire comportait 20 millions de lignes de code et des voitures de haut de gamme comportaient jusqu'à 100 millions de lignes de code, 80 processeurs et 5 bus système ([1], [19]).

L'industrie reconnaît la valeur des très petites organisations (TPO), à savoir une entreprise, un organisme, un département ou un projet ayant jusqu'à 25 personnes, en contribuant à des produits et services [18]. Il y a un besoin d'aider ces TPO à comprendre l'avantage des concepts, des processus et des pratiques décrites dans les standards en ingénierie système et logiciel internationaux et à faciliter leur utilisation.

La plupart des TPO ne disposent pas d'expérience ou d'expertise dans la sélection des processus appropriés, à partir des normes de cycle de vie telles que l'ISO/IEC 12207 et l'ISO/CEI 15288, pour un projet spécifique. Ces TPO ne savent pas comment ajuster le processus sélectionné, ni élaborer un processus pour leur utilisation sur la base des standards ajustés.

Une étude sur les pratiques industrielles en ingénierie des exigences [2] montre que, même dans les grandes entreprises, les concepts fondamentaux de l'ingénierie des exigences ne sont pas connus par les acteurs projets. Une enquête faite en 2009 dans le pôle de compétitivité Systematic en France [21] a mis en évidence le besoin de 3000

► nouveaux ingénieurs système pour les cinq prochaines années en France. Par ailleurs, il s'agit d'une discipline récemment prise en compte par les universités : seulement moins de 100 nouveaux ingénieurs système sont formés chaque année en France.

Pour répondre à ces difficultés l'ISO a mandaté le GT24 pour développer un ensemble de normes et de guides pour les TPO semblables à la norme ISO/CEI 29110 pour l'ingénierie et le management des systèmes.

## 2. BREF HISTORIQUE DE LA CRÉATION D'UN PROJET DE NORME POUR LES TPO DÉVELOPPANT DES SYSTÈMES

Lors de la conférence de l'INCOSE de 2008 [17], un document sur le développement des normes pour les TPO développant des logiciels a été présenté. Cette présentation a déclenché l'idée, auprès de membres du conseil d'administration de l'INCOSE, de mettre en place un groupe de travail pour élaborer un ensemble de normes et de guides, pour les TPO en ingénierie des systèmes, ensemble semblable à celui développé pour les TPO qui développent du logiciel.

Un groupe de travail INCOSE a été créé en avril 2009 pour identifier les meilleures pratiques d'ingénierie des systèmes pour les TPO développant des produits. Ce groupe de travail, co-présidé par les auteurs, est composé de membres de l'INCOSE et de l'AFIS issus de différents pays : Allemagne, Afrique du Sud, Canada, France, Italie et États-Unis.

Lors de la première réunion du groupe de travail, l'un des co-auteurs, l'éditeur du GT24 responsable du développement de la norme ISO/CEI 29110, a proposé une approche similaire à celle développée par le GT24 de l'ISO, à savoir la réalisation d'une enquête, le développement d'un ensemble d'exigences, la création de profils et trousse de déploiement et la conduite de projets pilotes. Les membres du groupe de travail AFIS/INCOSE ont souscrit à cette proposition. Les objectifs initiaux du groupe de travail étaient [5] :

- d'améliorer ou de rendre efficient les processus de développement des produits en utilisant la méthode d'ingénierie des systèmes,
- d'élaborer des guides pratiques adaptés aux TPO dans un contexte de sous-traitance ou de contractant de premier niveau,
- de contribuer à la normalisation.

Les éléments de livraison prévus étaient les suivants :

- des trousse de déploiement (processus, listes de vérification, modèles, supports de formation, matrices de couverture
- des normes et des modèles),

- des enseignements tirés de projets pilotes,
- des études de cas,
- une cartographie des activités adaptées aux TPO avec le SE Handbook de l'INCOSE et les normes de l'ISO (par exemple, l'ISO/CEI 15288), ainsi que d'autres références (par exemple, le modèle CMMI® pour le développement du Software Engineering Institute [20],
- un complément au Systems Engineering Handbook de l'INCOSE [6],
- des communications au travers des membres de l'INCOSE par des documents, des présentations, des présentations web.

En septembre 2011, la proposition de développer des normes d'ingénierie système pour les TPO a été acceptée par une vingtaine de pays membres du Comité 7 de l'ISO. Neuf pays ont pris l'engagement de participer au développement de ces nouvelles normes. En novembre 2011, les nouveaux délégués au GT 24 se sont réunis à Dublin (Irlande) pour lancer le développement officiel des normes « Système » et des guides pour les TPO. Les délégués du Brésil, Canada, France, Japon, Thaïlande et INCOSE ont participé à la première réunion.

## 3. L'APPROCHE DE DÉVELOPPEMENT DES NORMES « LOGICIELLES » POUR LES TPO PAR LE GT 24 DE L'ISO

Le GT 24 a utilisé le concept de profils normalisés (*Standardized Profiles*) de l'ISO pour élaborer la nouvelle norme ISO/CEI 29110 pour les TPO. Un profil est défini formellement comme un ensemble d'une ou plusieurs normes de base et/ou de profils normalisés et, le cas échéant, l'identification des classes choisies, de sous-ensembles conformes, d'options et de paramètres de ces normes de base ou des profils normalisés pour accomplir une fonction spécifique [7]. Un profil est, en quelque sorte, un tableau qui identifie précisément les éléments qui sont pris des normes existantes et ceux qui ne le sont pas. Par exemple, une des normes de base utilisée par le GT 24 est la norme ISO 12207 [8] qui définit les processus de cycle de vie du logiciel. Le GT 24 n'a pris que les éléments de la norme ISO 12207 qu'il jugeait importants pour un organisme comportant 25 personnes ou moins. Le GT 24 a aussi utilisé, comme autre norme de base, la norme ISO 15289, laquelle décrit le contenu typique des documents produits dans un projet logiciel. Ces deux normes ont servi à « bâtir » les profils de la norme ISO/CEI 29110.

L'approche globale suivie par GT 24 pour développer cette nouvelle norme pour les TPO se composait de quatre étapes :

- le développement d'un ensemble de profils pour les TPO non impliquées dans le développement de logiciels critiques,
- la sélection des processus applicables aux TPO,

## NORMES

- l'adaptation des processus aux TPO,
- l'élaboration des guides, listes de vérifications, modèles et exemples pour les TPO.

## 3.1 PROFILS

La caractéristique essentielle des organisations ciblées par le GT 24 de l'ISO est la taille. Cependant, il y a d'autres aspects et caractéristiques possibles, tels que : les caractéristiques des modèles d'affaires, les facteurs situationnels (p. ex. aspects de criticité, d'incertitude de l'environnement) et les risques. Créer un profil prenant en compte les différentes combinaisons possibles telles que citées ci-dessus se traduirait par un ensemble ingérable de profils. Par conséquent, les profils de TPO ont été regroupés de telle façon à être applicables à plus d'une catégorie, ce sont les groupes de profils.

## 3.2 GROUPES DE PROFILS GÉNÉRIQUES

Un groupe de profils est une collection de profils qui sont liés soit par la composition des processus (activités, tâches), ou par un niveau de capacité, ou les deux. Le groupe de profils génériques a été défini comme applicable à une large majorité de TPO qui ne développent pas de logiciels ou de systèmes critiques et ont typiquement des facteurs situationnels [11]. Le groupe de profils génériques est une collection de quatre profils (entrée, basique, intermédiaire, avancé) avec pour objectif de fournir une approche progressive pour satisfaire une grande majorité des TPO. Les TPO ciblées par le profil d'entrée sont des TPO qui travaillent sur de petits projets (par exemple, au plus six personnes-mois d'efforts) et des TPO en démarrage. Le profil basique décrit les pratiques de développement logiciel pour une seule application par une seule équipe projet, sans risques ou facteurs situationnels particuliers. Le profil intermédiaire s'adresse aux TPO développant plus d'un projet à la fois. Le profil avancé est destiné aux TPO qui se développent en tant que société indépendante dans un environnement concurrentiel.

## 3.3 LE PROFIL BASIQUE POUR LES TPO DÉVELOPPANT DU LOGICIEL

La norme ISO/CEI 29110 n'a pas pour objectif d'imposer un cycle de vie spécifique, tels que : cascade, itératif, incrémental, évolutionnaire ou agile. Les documents de l'ISO/CEI 29110 sont ciblés par audience comme décrit dans le tableau 1.

Les parties 2 et 4 du profil basique de la norme, c'est-à-dire l'ISO/CEI 29110-2 [11] et l'ISO/CEI 29110-4-1 [13] ont été publiées par l'ISO en janvier 2011. Le guide pour l'ingénierie et la gestion des logiciels ISO/CEI 29110-5-1-2 [14] a été publié en mai 2011. L'aperçu, l'ISO/CEI 29110-1 [10] et le Guide d'évaluation, l'ISO/CEI 29110-3 [12], ont tous deux été publiés en septembre 2011. À la demande du GT 24, les trois rapports techniques (Partie 1, Partie 3, et la Partie 5) sont disponibles

ISO/IEC 29110	Titre	Audience cible
Partie 1	Aperçu général	TPO, évaluateurs, acteurs de normalisation, fournisseurs d'outils, méthodologues.
Partie 2	Cadre général et taxinomie	Acteurs de normalisation, fournisseurs d'outils, méthodologues. Non destiné aux TPO.
Partie 3	Guide d'évaluation	Évaluateurs et TPO.
Partie 4	Spécifications de profils	Acteurs de normalisation, fournisseurs d'outils, méthodologues. Non destiné aux TPO.
Partie 5	Guide d'ingénierie et de gestion	TPO

Tableau 1 : Audience cible de l'ISO/CEI 29110 [14]

gratuitement sur le site de l'ISO (<http://standards.iso.org/itf/PubliclyAvailableStandards/index.html>). À la demande du GT 24, les parties 1 et 5 sont en cours de traduction en espagnol. En raison d'un manque de ressources, il n'y a malheureusement pas de projet pour la traduction en français de la norme. Les cinq documents sont en cours de traduction en portugais par l'organisation Riosoft du Brésil ([www.riosoft.softex.br](http://www.riosoft.softex.br)). Le Japon a également commencé une traduction de la norme ISO/IEC 29110.

## 3.4 LE PROFIL BASIQUE POUR LES TPO DÉVELOPPANT DES SYSTÈMES

Le but du profil basique pour l'ingénierie de systèmes (IS) est de définir un ensemble de processus et de produits de travail (p. ex. des livrables) de l'ISO/CEI/IEEE 15288 [9] et de l'ISO/CEI 15289 [16] pour les TPO réalisant un projet à la fois.

*Aperçu du processus de gestion et d'implémentation du système* : Le but du processus de gestion de projet (PM) est de constituer, de façon systématique, la liste des tâches relatives au processus d'implémentation du système (SY), pour atteindre les objectifs du projet (qualité, délais et coûts). Le but du processus d'implémentation du système est de réaliser de façon systématique pour un système donné (nouveau ou modifié) les activités d'analyse, de spécification, de conception, de réalisation, d'intégration, de vérification, de validation et de qualification (IVVQ). Les deux processus sont interdépendants comme illustré dans la Figure 1.

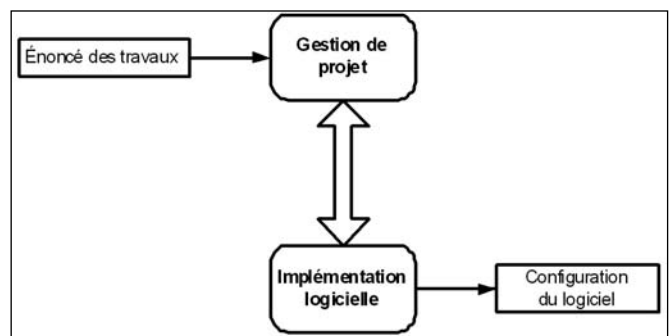


Figure 1 : Les deux processus du profil basique de la future norme en ingénierie système [15]

Il est à noter que la norme internationale en ingénierie système en cours de développement n'est pas destinée à imposer l'usage d'un cycle de vie

**NORMES**

particulier tel que : cascade, itératif, incrémentale, évolutif ou agile.

*Aperçu du processus de gestion de projet* : Le but du processus de gestion de projet (Project Management, PM) est d'établir et de réaliser, de façon systématique, les tâches pour le développement d'un système. La Figure 2 montre les flux d'informations entre les activités du processus de gestion de projet, ainsi que les livrables les plus pertinents avec leurs relations.

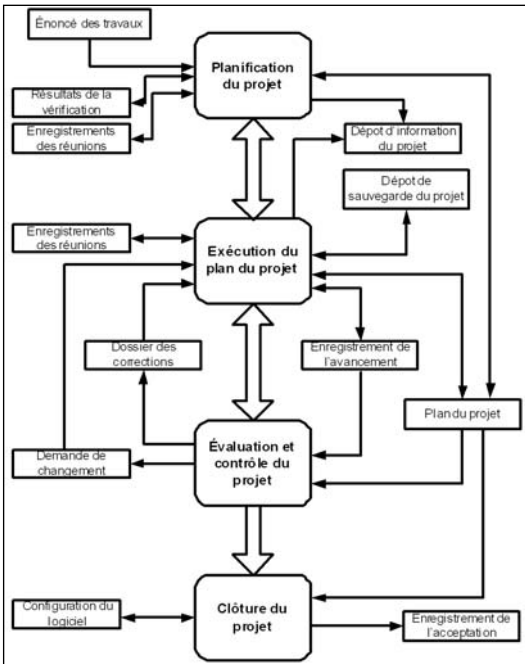


Figure 2 : Proposition de processus de gestion de projet pour le profil basique en ingénierie système [15]

**4. MODIFICATIONS SYSTÈME PROPOSÉES AU PROFIL BASIQUE DE LA NORME ISO/CEI 29110**

Très peu de modifications ont été proposées au profil Basique Logiciel lors de l'élaboration du processus de gestion de projet de système. Le rôle de Client a été remplacé par les rôles d'acquéreur et autres parties prenantes. Deux nouvelles tâches ont été ajoutées : définir « l'Arborescence Système » et « Identifier et documenter la Stratégie pour le retrait de service ». La tâche intitulée « Identifier et documenter les risques du projet » a été remplacée par la tâche « Identifier et documenter une approche de management des risques ». La stratégie de contrôle de version du logiciel a été remplacée par une « Stratégie de Management de la Configuration ». Le Tableau 2 présente les tâches nouvelles et modifiées au profil basique pour le logiciel. Sur le côté gauche de le tableau, les rôles sont répertoriés (p. ex. PM est le chef de projet, ACQ est l'acquéreur, DES est le concepteur), les tâches sont décrites dans la deuxième colonne, les entrées et sorties sont décrites dans les troisième et quatrième colonnes.

*Aperçu du processus d'implémentation du système* : Le but du processus d'implémentation du sys-

Rôle	Liste de Tâches	Entrées	Sorties
PM ACQ	PM.1.2 Définir avec l'Acquéreur les Instructions de Livraison pour chacun des Livrables spécifiés dans l'Énoncé des Travaux.	Énoncé des Travaux [revu]	Plan Projet - Instructions de livraison
PM DES	PM.1.3 Définir l'arborescence système qui représente les relations entre le système, les sous-systèmes et les composants du système.	Conception Système	Arborescence Système
PM TL	PM.1.10 Identifier et documenter l'Approche de Management des Risques et les risques pouvant affecter le projet.	Tous les éléments définis précédemment	Plan Projet - Approche de Management des Risques - Identification des Risques projet
PM TL	PM.1.11 Identifier et documenter la stratégie pour le retrait de service		Plan Projet Retrait de Service
PM	PM.1.12 Documenter la Stratégie de Management de la Configuration projet		Project Plan Stratégie de Management de la Configuration
PM ACQ STK TL WT	PM.2.4 Mener des revues de changements avec l'Acquéreur, les autres Parties Prenantes, ou initialisées par l'Équipe projet, qui a des impacts sur les besoins Acquéreur et autres Parties Prenantes et qui doivent être négociés pour obtenir l'aval des deux parties.  Si nécessaire, mettre à jour le Plan Projet en accord avec l'Acquéreur et les autres Parties Prenantes.	Plan Projet Enregistrements de l'état d'avancement Demandes de Changement [évaluée] Enregistrements de réunions	Enregistrements de réunions [mise à jour] Demandes de Changement [acceptée] Plan Projet [mis à jour]

Tableau 2 : Tâches de gestion de projet ajoutées ou modifiées à la norme en logiciel [15]

tème (SY) est de réaliser de façon systématique les activités techniques d'analyse, de spécification, de conception, de réalisation, d'intégration, de vérification, de validation et de qualification (IVVQ) pour le système et ses différents constituants.

Des changements importants ont été proposés au profil basique logiciel de l'ISO/CEI 29110 ; par exemple, l'addition de nouvelles tâches, la modification de tâches et la suppression de tâches logicielles non pertinentes dans un contexte système. La Figure 3 montre les flux d'informations entre les activités du processus d'implémentation du système, ainsi que les produits de travail les plus pertinents avec leurs relations.

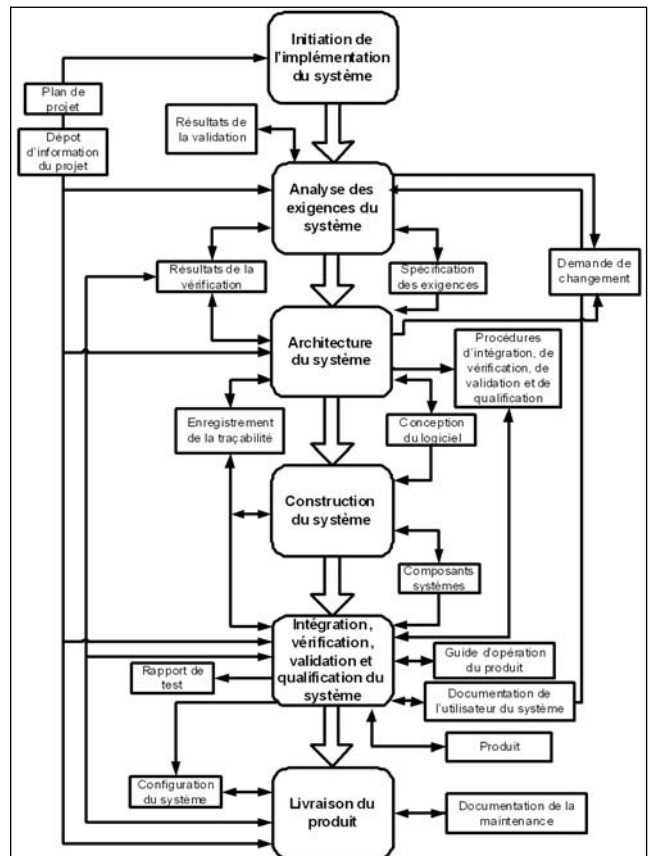


Figure 3 : Proposition de processus d'implémentation du système pour le profil basique en ingénierie système [15]

## NORMES

En particulier, les principaux changements concernent :

- l'élucidation des besoins des parties prenantes (les besoins ne sont pas forcément tous définis au début du projet),
- la définition des exigences pour chaque système de l'arborescence système : le système et ses constituants en parallèle des activités de conception,
- l'établissement pour chaque système d'une architecture fonctionnelle et physique,
- l'établissement d'une stratégie d'intégration, vérification, validation, qualification (IVVQ) ainsi que des plans IVVQ, tracés vers les exigences,
- l'ajout d'activités pour les développements matériels,
- l'établissement d'une documentation de formation d'un système.

### 5. TROUSSES DE DÉPLOIEMENT

La dernière étape de l'approche du GT 24 consiste à établir des guides pour aider à la mise en œuvre des processus définis dans les profils [18]. Ces guides, appelés « trousse de déploiement » (DP – Deployment Package) sont librement accessibles aux TPO sur Internet.

Le Systems Engineering Handbook de l'INCOSE [6] sera utilisé pour développer les trousse de déploiement en support aux normes en ingénierie système. Les éléments types d'une trousse de déploiement sont : une description de processus (activités, entrées, sorties, rôles), des bonnes pratiques, des modèles, des listes de vérification, des présentations, une cartographie vis-à-vis de normes ou modèles, une liste d'outils. Les trousse de déploiement sont conçues de telle sorte qu'une TPO peut mettre en œuvre son contenu sans avoir à mettre en œuvre simultanément le référentiel complet de la norme ISO/CEI 29110. La table des matières d'une trousse de déploiement est illustrée dans le Tableau 3.

1. Introduction
Objet du document
Définitions clés
2. Pourquoi ce processus est important
3. Aperçu des principales tâches
3.1 Tâches
3.2 Rôles et livrables
3.3 Activités du cycle de vie et exemples de cycle de vie
Annexe A Modèles de documents
Annexe B Listes de vérification
Annexe C Matrices de couverture (ISO 15288, ISO 9001, CMMI)
Annexe D Outils
Annexe E Formation
Annexe F Formulaire d'évaluation de la trousse de déploiement

Tableau 3 : Sommaire d'une trousse de déploiement (traduit de [17])

La figure 4 illustre l'ensemble des trousse de déploiement proposées pour le profil basique en ingénierie système, qui seront disponibles gratuitement sur Internet. Des ingénieurs systèmes de l'AFIS et de l'INCOSE se sont portés volontaires pour le développement des trousse.

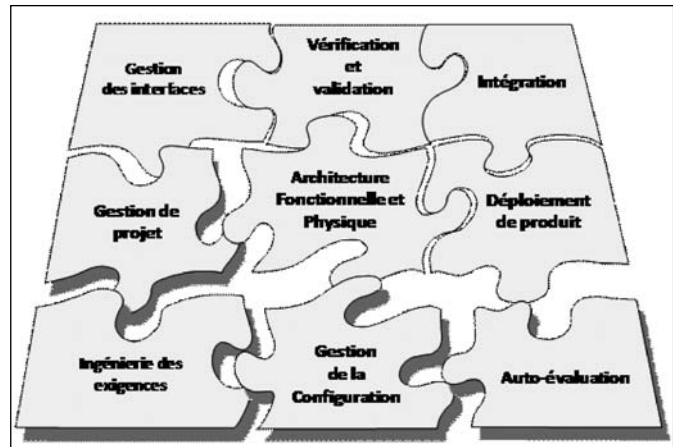


Figure 4 : Trousse de déploiement proposées pour le profil basique en ingénierie système (adapté de [3])

1. Objet
2. Documents de référence
3. Pourquoi l'ingénierie des exigences est importante
3.1 Argumentaire
3.2 Mythes et réalité de l'ingénierie des exigences
3.3 Intérêt d'un référentiel d'exigences
4. INGÉNIEURIE DES EXIGENCES ET PROCESSUS D'INGÉNIEURIE SYSTÈME
4.1 Différence entre besoin et solution
4.2 Qu'est-ce qu'un besoin ?
4.3 Qu'est-ce qu'une exigence système ?
4.4 Caractéristiques principales d'une exigence
4.5 Types d'exigences
4.6 Processus d'ingénierie des exigences
4.7 Activité d'élucidation des besoins et de définition des exigences des parties prenantes
4.8 Activité de définition des exigences système
4.9 Activité d'allocation et de définition des exigences sous-systèmes
5. BONNES PRATIQUES D'INGÉNIEURIE DES EXIGENCES
5.1 Qualités d'une exigence individuelle
5.2 Qualités d'un ensemble d'exigences
5.3 Bonnes pratiques d'analyse des exigences
5.4 Bonnes pratiques de rédaction d'exigences
5.5 Bonnes pratiques de management d'exigences
6. LES PRATIQUES D'INGÉNIEURIE DES EXIGENCES CONTRE-PRODUCTIVES OU À ÉVITER
7. ANNEXE A – Glossaire
8. ANNEXE B – Équivalences de terminologies des produits de travail et des livrables
9. ANNEXE C – Plans types de documents de spécification
10. ANNEXE D – Plan type d'ingénierie des exigences projet
11. ANNEXE E – Attributs d'une exigence
12. ANNEXE F – Ontologie
13. ANNEXE G – Liste(s) de vérification
14. Formulaire d'évaluation de la trousse

Figure 5 : Sommaire de la proposition de guide en ingénierie des exigences [4]

Au sein de l'AFIS, une version de travail d'un guide en « ingénierie des exigences » a été développée. Ce guide décrit de bonnes pratiques de spécification et des pratiques de spécification contre-productives. Le sommaire de ce guide est présenté dans la figure 5. Ce guide sera très utile pour aider les TPO à mettre en œuvre la trousse de déploiement en ingénierie des exigences illustrée à la figure 4.

### 6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'industrie reconnaît la contribution en valeur des TPO en termes de produits et de services offerts. Une grande majorité d'organisations dans le monde sont constituées de 25 personnes ou moins. La collection des normes ISO/IEC JTC1 SC7 n'est pas facilement applicable dans les TPO qui les trouvent généralement difficiles à comprendre. Le GT 24, établi par JTC1/SC7 de l'ISO en 2005, a décidé de traiter cette problématique et a développé l'ISO/CEI 29110 : un ensemble de normes et de documents techniques pour les TPO développant du logiciel non critique. Le profil basique de l'ISO/CEI 29110 a été utilisé par l'AFIS et l'INCOSE pour

► développer une version de travail d'un profil basique pour les TPO impliquées dans l'ingénierie de systèmes. Un mandat officiel a été ajouté au GT 24 en septembre 2011 pour développer une série de normes et de guides, semblables à la norme ISO/CEI 29110, pour l'ingénierie des systèmes.

Avec le développement de la série de normes et de guides en ingénierie système, le GT 24 passera en revue trois documents de la norme ISO/CEI 29110 (la partie 1 (Aperçu général), la partie 2 (Cadre général et taxinomie), la partie 3 (Guide d'évaluation)) pour élargir le champ actuel de ces documents de l'ingénierie logicielle à l'ingénierie des systèmes, limitant ainsi le nombre de documents et facilitant leur maintenance. Il est prévu qu'il y aura une partie 4 (spécifications de profils) et une partie 5 (Guide de gestion et d'ingénierie) distinctes pour les profils en logiciel et en système.

En ce qui concerne les travaux futurs, le GT 24 à l'intention d'inviter les TPO à participer à des projets pilotes. Comme quelques délégués du GT 24 travaillent déjà en étroite collaboration avec les TPO, ceux-ci joueront un rôle clé dans la coordination des projets pilotes. Ces projets pilotes permettront de valider l'approche et d'obtenir des commentaires avant la publication de la norme par l'ISO. Des profils et des guides, tels que des guides d'évaluation et des guides de gestion et d'ingénierie, seront également diffusés par l'ISO pour revue et vote au scrutin en 2012. Le GT 24 prévoit de produire un projet final du profil basique pour la gestion et l'ingénierie des systèmes vers la fin de 2012 ou le début de 2013. La publication par l'ISO est prévue pour 2013. De manière similaire à l'ISO/CEI 29110 pour le logiciel, les nouvelles versions des Parties 1, 3 et 5 devraient également être mises à disposition sans frais sur le site de l'ISO : <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/index.html>

Un premier ensemble de trousse de déploiement, pour assister la future norme, sera développé et sera rendu disponible gratuitement pour les TPO sur Internet. Les trousse de déploiement seront basées principalement sur le Systems Engineering Handbook de l'INCOSE.

Une fois le profil d'entrée de l'ISO/CEI 29110 pour le logiciel prêt pour publication, le GT 24 commencera le développement d'un profil d'entrée pour l'ingénierie système. De même, une fois les profils intermédiaire et avancé de l'ISO/CEI 29110 pour le logiciel prêts, le GT 24 développera les deux profils correspondant à l'ingénierie système.

Compte tenu du fait que de nombreuses TPO développent systèmes ou logiciels critiques, le GT 24 mènera une étude visant à déterminer si un ensemble de normes pour les logiciels et systèmes critiques seront à développer.

Information supplémentaire : le site Web suivant fournit de plus amples informations, ainsi que des articles des membres du GT 24 (et éventuellement des trousse de déploiement pour l'ingénierie des systèmes) : <http://profs.logti.etsmtl.ca/claporte/English/VSE/index.html>

## 6. RÉFÉRENCES

- [1] R. N. Charette : *Why software fails?* ; IEEE Computer Society, Spectrum, septembre 2005, pp 42-49.
- [2] G. Fanmuy : *projet RAMP- Enquête sur les pratiques industrielles en ingénierie des exigences* ; novembre 2010
- [3] G. Fanmuy : *L'ingénierie et management des systèmes pour les PME/TPE et petits projets* ; Association Française d'Ingénierie Système (AFIS)/International Council on Systems Engineering (INCOSE), 24 mai 2011, Paris, France.
- [4] G. Fanmuy : Collection AFIS, Guide « Pratique de l'ingénierie des exigences », Association Française d'Ingénierie Système (AFIS), décembre 2012, Paris, France.
- [5] INCOSE VSME Project Charter, 2009. <https://connect.incose.org/tb/vsme/default.aspx>
- [6] Systems Engineering Handbook: A guide for system life cycle processes and activities ; INCOSE-TP-2003-002-03.2, International Council on Systems Engineering (INCOSE), 7670 Opportunity Rd, Suite 220, San Diego, CA 92111?2222, janvier 2010.
- [7] (ISO/IEC TR 10000-1:1998, Information technology — Framework and taxonomy of international standardized profiles — Part 1: General principles and documentation framework ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève,
- [8] ISO/IEC 12207:2008, Information technology – Software life cycle processes ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève, 2008.
- [9] ISO/IEC 15288:2008, Systems and software engineering - System life cycle processes ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève, 2008.
- [10] ISO/IEC TR 29110-1:2011, Software engineering - Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Part 1: Overview ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève,(ISO), 2011. Disponible gratuitement auprès de l'ISO : [http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/c051150\\_ISO\\_IEC\\_TR\\_29110-1\\_2011.zip](http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/c051150_ISO_IEC_TR_29110-1_2011.zip)
- [11] ISO/IEC 29110-2:2011 Software engineering - Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Part 2: Framework and taxonomy ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève, (ISO), 2011. Disponible auprès de l'ISO : [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnu mber=51151](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnu mber=51151)

- [12] ISO/IEC TR 29110-3:2011, Software engineering - Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Part 3: Assessment Guide ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève,(ISO), 2011. Disponible gratuitement auprès de l'ISO : [http://standards.iso.org/itf/PubliclyAvailableStandards/c051152\\_ISO\\_IEC\\_TR\\_29110-3\\_2011.zip](http://standards.iso.org/itf/PubliclyAvailableStandards/c051152_ISO_IEC_TR_29110-3_2011.zip)
- [13] ISO/IEC 29110-4-1:2011, Software engineering — Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Part 4-1: Profile specifications: Generic profile group ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève, Standardization (ISO), 2011. Disponible auprès de l'ISO : [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=51154](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51154)
- [14] ISO/IEC TR 29110-5-1-2:2011- Software engineering - Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Part 5-1-2: Management and engineering guide - Generic profile group: Basic profile ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève,. Disponible gratuitement de l'ISO [http://standards.iso.org/itf/PubliclyAvailableStandards/c051153\\_ISO\\_IEC\\_TR\\_29110-5-1\\_2011.zip](http://standards.iso.org/itf/PubliclyAvailableStandards/c051153_ISO_IEC_TR_29110-5-1_2011.zip)
- [15] ISO/IEC PDTR-29110-5-11-2: 2011 - System engineering – Lifecycle profiles for very small entities (VSEs) - Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève.
- [16] ISO/IEC 15289:2011, Systems and software engineering - Content of systems and software life cycle process information products (Documentation) ; Organisation Internationale de Normalisation, Genève.
- [17] C. Y. Laporte, A. Renault et S. Alexandre : *Applying ISO/IEC software engineering standards in very small enterprises* ; in Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies, Idea Group Inc, Hershey, PA, 2008, pp 42-70.
- [18] C. Y. Laporte : *Contributions to software engineering and the development and deployment of international software engineering standards for very small entities* ; Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 2009.
- [19] J. Mössinger : *Software in automotive systems* ; IEEE Software, vol. 27, n° 2, pages 92-94, 2010.
- [20] Software Engineering Institute (2010) : CMMI pour le développement, Version 1.3, Pittsburgh PA: Carnegie Mellon University. Version 1.3, CMU/SEI-2010-TR-033.
- [21] Enquête emploi Architect/Ingénieur Système, Systematic, 2009 ; <http://www.systematic-paris-region.org/fr/boite-a-outils-rh>



**Claude Y. Laporte**

Ing., M.Sc., M.Sc.A, Ph.D.

Depuis l'été 2000, il est professeur au département de génie logiciel et des TI de l'École de technologie supérieure. Il se spécialise en assurance qualité logicielle et en amélioration de processus logiciel auprès, entre autres, des très petites entreprises. Il a été pendant 7 ans responsable de l'ingénierie des processus, chez Oerlikon Aéropatiale (maintenant Rheinmetall Canada). Il a été consultant pendant quelques années auprès de la société Bombardier Transport. Il a aussi occupé les fonctions de gestionnaire de projets et d'administrateur de personnel technique au ministère de la Défense du Canada. Il est l'Éditeur des projets de normes internationales ISO/IEC 29110 développées spécifiquement pour aider les très petites entreprises en ingénierie des systèmes et en ingénierie des logiciels. Il est membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), du Project Management Institute (PMI), de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) et de l'International Council on Systems Engineering (INCOSE). Il est co-auteur de deux ouvrages, publiés en 2011 chez Hermès Science-Lavoisier, sur l'assurance qualité logicielle.



**Joseph Marvin**

Fondateur et Président Directeur Général de Prime Solutions Group, Inc. (PSG), une société de conseil dans le domaine Aérospatial et Défense, qui offre des services d'assistance en ingénierie système sur l'ensemble du cycle de vie d'un système. Partenaire d'IBM, PSG mène des recherches innovantes. Il a auparavant eu une carrière dans l'U.S. Air Force en tant qu'ingénieur en recherche et développement sur des systèmes spatiaux, des systèmes d'opération au sol, des architectures de systèmes sol d'opération et de maintenance. Joseph Marvin est un ingénieur système senior qui a contribué à tous les aspects de l'acquisition de systèmes sol ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). Son expérience industrielle inclue 10 ans en tant qu'ingénieur système en chef chez Lockheed Martin et responsable de programme senior et 2 ans au sein de la société Science Applications International Corporation (SAIC). Il est actuellement président du chapitre Central Arizona de l'International Council of Systems Engineering (INCOSE) et l'animateur du groupe de travail « Systems Engineering - Very Small and Micro Entities [SE-VSME] ». BS Engineering Science, Arizona State University; MS Engineering Science, National University



**Gauthier Fannuy**

Ancien élève de l'École Centrale de Marseille, Gauthier Fannuy est responsable du Département « Ingénierie Système » au sein d'ADN ([www.adneurope.com](http://www.adneurope.com)), une société de conseil et de services intervenant dans différents domaines industriels : pharmaceutique, dispositifs médicaux, hôpitaux, aéronautique, espace, défense et sécurité, automobile, ferroviaire, énergie. Il a auparavant exercé chez PSA Peugeot-Citroën où il a été en charge du déploiement de l'ingénierie système dans des projets et dans une Direction d'Ingénierie Véhicule. Préalablement à cette expérience, il travailla chez Dassault Aviation sur les systèmes d'armes des avions Rafale, Mirage 2000-9, Mirage F1CR et Atlantique 2, où il a assuré diverses responsabilités dans la qualité, le développement de fonctions tactiques, l'intégration d'équipements opto-électroniques, la vérification/validation, couvrant ainsi l'ensemble des activités du cycle de vie d'un système. Par ailleurs, Gauthier Fannuy est Directeur Technique Adjoint de l'AFIS (Association Française d'Ingénierie Système), correspondant de l'AFIS auprès de l'AFNOR. Il est également Directeur Associé pour le domaine Industrie au sein de l'INCOSE (International Council on Systems Engineering).



**Ken Ptack**

Consultant en Ingénierie Système certifié INCOSE CSEP. Il a auparavant travaillé dans l'Industrie Aérospatiale et de la Défense pendant 40 ans. Il est diplômé en Analyse Système d'un Mastère en Ingénierie Naval. Il est le secrétaire de l'ISO/IEC JTC1 SC7 WG24, co-animateur du groupe de travail INCOSE Systems Engineering for Very Small and Micro Entities (VSMEs), membre des groupes de travail INCOSE : Requirements WG, Standards WG. Il a exercé les fonctions de président de l'INCOSE en 1999.