

Norme IEEE 1233, édition 1998

(comprend la norme IEEE 1233-1996
et la norme IEEE 1233a-1998)

Guide de l'IEEE pour la Spécification d'Exigences de Système

(Ceci est une traduction de la norme officielle **IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications**)

Commanditaire :

**Software Engineering Standards Committee
de l'IEEE Computer Society**

Norme IEEE 1233-1996, approuvée le 17 avril 1996

Norme IEEE 1233a-1998, approuvée le 8 décembre 1998

Publiées par le

IEEE-SA Standards Board

Résumé : Le présent document constitue un guide pour l'élaboration de l'ensemble des exigences, la spécification d'exigences de système (SES), dans le but de satisfaire à un besoin exprimé. L'élaboration d'une SES comprend la détermination, la structuration, la présentation et la modification des exigences. Ce guide traite également des conditions d'intégration, dans la spécification, des concepts opérationnels, des contraintes de conception et des exigences de configuration technique. Enfin, il couvre les caractéristiques et qualités nécessaires de chaque exigence et de l'ensemble des exigences.

Mots clés : exigence, SES, système, spécification d'exigences de système

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
345 East 47th Street, New York, NY 10017-2394, USA

Copyright © Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Tous droits réservés. Publié le 22 décembre 1998. Imprimé aux États-Unis.

Version imprimée : ISBN 0-7381-0337-3 SH94659
Version PDF : ISBN 0-7381-1515-0 SS94659

Toute reproduction d'un extrait quelconque de cette publication par quelque procédé que ce soit, et notamment par un système d'extraction électronique, est strictement interdite sans autorisation écrite de l'éditeur.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les sociétés de l'IEEE et par les comités de coordination des normes de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Bénévoles, les membres des comités ne touchent aucune compensation, et ne doivent pas obligatoirement être membres de l'Institut. Ces normes sont le produit d'un consensus obtenu entre les membres de l'IEEE, qui détiennent de vastes compétences, et les intervenants extérieurs, qui ont souhaité participer à l'élaboration de la norme.

L'utilisation des normes de l'IEEE est absolument facultative. L'existence d'une norme IEEE ne signifie pas l'absence d'autres façons de produire, de tester, de mesurer, d'acheter, de mettre en marché ou de fournir les biens et services englobés dans cette norme. De plus, l'opinion exprimée lors de l'approbation et de la publication d'une norme est susceptible de changer à la suite de l'avancement des connaissances, et à partir des commentaires formulés par ses utilisateurs. Chaque norme IEEE est révisée ou reconduite au moins tous les cinq ans. Lorsqu'un document date de plus de cinq ans et n'a pas été reconduit, il est raisonnable de conclure que son contenu, même s'il possède encore une certaine valeur, ne reflète pas les toutes dernières connaissances. Les utilisateurs devraient donc vérifier s'ils ont en main la version la plus récente de la norme.

L'Institut invite toutes les parties intéressées, qu'elles soient affiliées ou non à l'IEEE, à lui faire part de leurs commentaires, en vue d'une éventuelle révision. Les suggestions de modification d'un document doivent prendre la forme d'une proposition de texte modifié, accompagnée des commentaires.

Interprétations : À l'occasion, le sens de certaines parties d'une norme peut nécessiter une interprétation, par rapport à une application spécifique. Dès que l'IEEE reçoit une demande d'interprétation, il lance le processus de préparation de la réponse. Comme les normes IEEE sont le résultat d'un consensus entre toutes les parties intéressées, il faut s'assurer que les interprétations recueillent également leur adhésion. C'est pourquoi l'Institut et les membres de ses sociétés et comités de coordination des normes ne sont pas en mesure de répondre immédiatement à de telles demandes, sauf dans les cas où la question a déjà fait l'objet d'un examen formel.

Envoyer tout commentaire ou demande d'interprétation à l'adresse suivante :

Secretary, IEEE Standards Board
443 Hoew Lane
P.O. Box 1331
Piscataway, NJ 08855-1331
USA

Remarque : La mise en application de cette norme peut nécessiter l'utilisation de technologies brevetées. Leur approbation par l'Institute of Electrical and Electronics Engineers ne signifie pas que l'utilisation d'une technologie en vue de se conformer à une norme est autorisée par le détenteur du brevet. Il incombe à l'utilisateur d'obtenir toutes les permissions nécessaires à son utilisation.

L'Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. autorise la photocopie d'extraits de ses normes à des fins internes ou personnelles, à la condition que les droits correspondants soient versés au Copyright Clearance Center. Pour effectuer le paiement des droits de licence, communiquer avec le Copyright Clearance Center, Customer Service, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA ; (978) 750-8400. La permission de photocopier des extraits de normes aux fins de formation doit également être demandée au Copyright Clearance Center.

Introduction

(Cette introduction ne fait pas partie de la norme IEEE 1233, édition 1998 – Guide de l'IEEE pour l'élaboration de spécifications d'exigences de système.)

Ce guide a pour objectif de proposer un cadre pour le recueil des exigences de système. Destiné à l'analyste, il fournit une méthode précise pour déterminer des exigences bien formées et offre des moyens de les structurer.

Ce guide aidera l'analyste à amorcer la phase de recueil des exigences de système. Il lui servira à clarifier les caractéristiques d'une bonne exigence, et à déterminer les diverses sources d'exigences.

Le lecteur trouvera en annexe C les lignes directrices relatives à l'utilisation de ce guide, dans le but de respecter les exigences établies dans le document IEEE/EIA 12207.1-1997, IEEE/EIA Guide for Information Technology—Software life cycle processes—Life cycle data [*Guide de l'IEEE/EIA pour la technologie de l'information – Processus du cycle de vie du logiciel – Données du cycle de vie, NDT*].

Participants

La norme IEEE 1233-1996 a été rédigée par un groupe de travail reconnu par le Software Engineering Standards Committee [*Comité des normes de génie logiciel, NDT*] de l'IEEE Computer Society [*Société d'informatique de l'IEEE, NDT*]. Au moment l'approbation de cette norme, le groupe de travail était formé des membres suivants :

Louis E. Miller, président

William N. Sabor, secrétaire

Bakul Banerjee
David Byrch
Kim A. Cady
Larry Diehr
Charles A. Droz
Larry C. Forrest

P. Michael Guba
James R. Hughes
Joe Iaquinto
Marybeth A. Jupina
Thomas M. Kurihara
Richard C. Lee

Jim Longbucco
Donald F. Parsons
Eric Peterson
John Sheckler
Jess Thompson
Eva D. Williams

Autres participants :

Geoff Cozens
Paul Davis
Kristin Dittmann

Christof Ebert
Don McCash
Virginia Nuckolls

Anne O'Neill

Ont participé au vote sur la norme IEEE 1233-1996 :

H. Ronald Berlack
Mark Bilger
William J. Boll
Fletcher Buckley
Edward R. Byrne
François Coallier
Christopher Cooke
Geoff Cozens
Alan M. Davis
Robert E. Dwyer
Sherman Eagles
Leo G. Egan
Caroline L. Evans
Richard L. Evans
John W. Fendrich
Peter Fillery

Larry Forrest
Eugene P. Friedman
Eitan Froumine
Yair Gershkovitch
Adel N. Ghannam
Julio Gonzalez-Sanz
Patrick J. Griffin
David A. Gustavson
John Harauz
Derek J. Hatley
William Hefley
Umesh P. Hiriyannaiah
Jody Howard
Eiichi Kaneko
Jerry Kickenson
Janet Kintner

Thomas M. Kurihara
Renee Lamb
John B. Lane
Boniface Lau
J. Dennis Lawrence
Ben Livson
Harold Mains
Roger Martin
James W. McClean
Sue McGrath
Louis E. Miller
Dennis E. Nickle
Indradeb P. Pal
Joseph A. Palermo
Stephen R. Schach
Norman Schneidewind

Wolf A. Schnoegel
Gregory D. Schumacher
Carl S. Seddio
David M. Siefert
Richard S. Sky
Alfred R. Sorkowitz

Robert N. Sulgrove
Tanehiro Tatsuta
Richard H. Thayer
George D. Tice
Leonard L. Tripp
Tom Vaiskunas

Thomas E. Vollman
Ronald L. Wade
Dolores Wallace
William M. Walsh
Paul R. Work
Janusz Zalewski

La norme IEEE 1233a-1998 a été rédigée par le Life Cycle Data Harmonization Working Group [*Groupe de travail sur l'harmonisation des données sur le cycle de vie, NDT*] du Software Engineering Standards Committee de l'IEEE Computer Society. Au moment de l'approbation de cette norme, le groupe de travail était formé des membres suivants :

Edward Byrne	Leonard L. Tripp , président	Richard Schmidt
Paul R. Croll	Dennis Lawrence	Norman F. Schneidewind
Perry DeWeese	David Maibor	David Schultz
Robin Fralick	Ray Milovanovic	Basil Sherlund
Marilyn Ginsberg-Finner	James Moore	Peter Voldner
John Harauz	Timothy Niesen	Ronald Wade
Mark Henley	Dennis Rilling	
	Terry Rout	

Ont participé au vote sur la norme IEEE 1233a-1998:

Syed Ali	Julio Gonzalez-Sanz	Lawrence S. Przybylski
Robert E. Barry	L. M. Gunther	Kenneth R. Ptack
Leo Beltracchi	David A. Gustafson	Annette D. Reilly
H. Ronald Berlack	Jon D. Hagar	Dennis Rilling
Richard E. Biehl	John Harauz	Helmut Sandmayr
Michael A. Blackledge	Herbert Hecht	Stephen R. Schach
Sandro Bologna	William Hefley	Norman Schneidewind
Kathleen L. Briggs	Mark Heinrich	David J. Schultz
M. Scott Buck	Debra Herrmann	Lisa A. Selmon
Michael Caldwell	John W. Horch	Robert W. Shillato
James E. Cardow	Jerry Huller	David M. Siefert
Enrico A. Carrara	Peter L. Hung	Carl A. Singer
Antonio M. Cicu	George Jackelen	Richard S. Sky
Theo Clarke	Frank V. Jorgensen	Alfred R. Sorkowitz
Sylvain Clermont	Vladan V. Jovanovic	Donald W. Sova
Rosemary Coleman	William S. Junk	Luca Spotorno
Virgil Lee Cooper	George X. Kambic	Julia Stesney
W. W. Geoff Cozens	Ron S. Kenett	Fred J. Strauss
Paul R. Croll	Judith S. Kerner	Toru Takeshita
Gregory T. Daich	Robert J. Kierzyk	Richard H. Thayer
Geoffrey Darnton	Thomas M. Kurihara	Booker Thomas
Taz Daughtrey	John B. Lane	Patricia Trelle
Bostjan K. Derganc	J. Dennis Lawrence	Leonard L. Tripp
Perry R. DeWeese	Randal Leavitt	Theodore J. Urbanowicz
Evelyn S. Dow	Fang Ching Lim	Glenn D. Venables
Carl Einar Dragstedt	John Lord	Udo Voges
Sherman Eagles	Stan Magee	David D. Walden
Christof Ebert	Harold Mains	Dolores Wallace
Leo Egan	Robert A. Martin	William M. Walsh
Richard E. Fairley	Tomoo Matsubara	John W. Walz
John W. Fendrich	Patrick D. McCray	Scott A. Whitmire
Jay Forster	Bret Michael	P. A. Wolfgang
Kirby Fortenberry	Alan Miller	Paul R. Work
Eva Freund	James W. Moore	Natalie C. Yopconka
Barry L. Garner	Pavol Navrat	Janusz Zalewski
Marilyn Ginsberg-Finner	Alex Polack	Geraldine Zimmerman
John Garth Glynn	Peter T. Poon	Peter F. Zoll

Lorsque l'IEEE-SA Standards Board [*Comité des normes de l'IEEE-SA, NDT*] a approuvé la norme IEEE 1233a-1998, le 8 décembre 1998, il était formé des membres suivants :

Richard J. Holleman, président

Donald N. Heirman, vice-président

Judith Gorman, secrétaire

Satish K. Aggarwal
Clyde R. Camp
James T. Carlo
Gary R. Engmann
Harold E. Epstein
Jay Forster*
Thomas F. Garrity
Ruben D. Garzon
James H. Gurney

Jim D. Isaak
Lowell G. Johnson
Robert Kennelly
E. G. "Al" Kiener
Joseph L. Koepfinger*
Stephen R. Lambert
Jim Logothetis
Donald C. Loughry
L. Bruce McClung

Louis-François Pau
Ronald C. Petersen
Gerald H. Peterson
John B. Posey
Gary S. Robinson
Hans E. Weinrich
Donald W. Zipse

*Membre émérite

Valerie E. Zelenty

Rédactrice en chef des projets de normes de l'IEEE

Table des matières

1. Présentation	1
1.1 Portée.....	1
2. Références	1
3. Définitions	2
4. Spécification d'exigences de système	4
4.1 Définition.....	4
4.2 Propriétés.....	4
4.3 Objectif.....	5
4.4 Utilisation prévue	6
4.5 Avantages	6
4.6 Dynamique des exigences de système	7
5. Présentation du processus d'élaboration de la SES.....	7
5.1 Client	7
5.2 Environnement	8
5.3 Communauté technique	10
6. Exigences bien formées	11
6.1 Définition d'une exigence bien formée	11
6.2 Propriétés d'une exigence	12
6.3 Catégorisation.....	13
6.4 Pièges.....	14
7. Élaboration de la SES.....	15
7.1 Définir les exigences	15
7.2 Constuire une exigence bien formée.....	17
7.3 Structurer les exigences	18
7.4 Présenter les exigences	19
Annexe A (informative) Sommaire de la spécification d'exigences de système.....	20
Annexe B (informative) Bibliographie.....	24
Annexe C (informative) Lignes directrices concernant la conformité avec la norme IEEE/EIA 12207.1-1997.....	25

Guide de l'IEEE pour la Spécification d'Exigences de Système

1. Présentation

1.1 Portée

Ce guide propose un cadre pour l'élaboration d'un ensemble d'exigences, afin de satisfaire à un besoin exprimé. Dans ce document, cet ensemble d'exigences est dénommé *Spécification d'exigences de système (SES)*. La mise sur pied d'une SES comprend la détermination, la structuration, la présentation et la modification des exigences. Ce guide traite également des conditions d'intégration, dans la spécification, des concepts opérationnels, des contraintes de conception et des exigences de configuration technique. Enfin, il couvre les caractéristiques et qualités que doivent posséder chaque exigence et l'ensemble de celles-ci.

Ce guide ne précise aucune norme de spécification de système à l'échelle industrielle et ne fixe aucune spécification d'exigences de système obligatoire. Sa rédaction se fonde sur le principe que l'état actuel des connaissances en matière de conception de systèmes ne justifie ou n'appuie aucun document de normes formel.

2. Références

Ce guide devrait être utilisé parallèlement aux publications suivantes :

IEEE Std 100-1996, IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms.¹

IEEE Std 610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.

IEEE Std 730-1998, IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans.

IEEE Std 828-1998, IEEE Standard for Software Configuration Management Plans.

IEEE Std 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Exigences Spécifications.

IEEE Std 1074-1997, IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes.

¹ Les publications de l'IEEE sont disponibles auprès de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers, 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331, USA (<http://www.standards.ieee.org>).

IEEE Std 1220-1998, IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process.

ISO 9000-1: 1994, Quality management and quality assurance standards – Part 1: Guidelines for selection and use.²

ISO 9126: 1991, Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use.

MIL-STD-490A, Spécification Practices.³

MIL-STD-498, Software Development and Documentation.

3. Définitions

Les définitions indiquées ci-dessous n'ont de signification que dans le contexte de ce guide. Les termes non définis dans ce document sont inclus dans la norme IEEE 610.12-1990.⁴

3.1 Analyste : Membre de la communauté technique (ingénieur-système ou analyste des systèmes de gestion, chargé de l'élaboration des exigences de système), dont les compétences et la formation lui permettent de définir des problèmes et d'analyser, de créer et d'exprimer des algorithmes.

3.2 Annotation : Documentation complémentaire qui accompagne une exigence, comme de l'information historique ou des documents descriptifs.

3.3 Base de référence : Spécification ou système qui, après avoir été évalué et accepté, sert de base aux développements ultérieurs. Elle ne peut être modifiée qu'en vertu de procédures strictes de contrôle des modifications. (Norme IEEE 610.12-1990)

3.4 Client : Entité pour laquelle il est nécessaire de satisfaire aux exigences relatives au système à définir et à développer. Il peut s'agir du client final du système achevé, d'une organisation appartenant à la même société que l'organisation chargée du développement (ex. : la gestion des systèmes), d'une société ou d'une entité externe ou d'une combinaison des trois. C'est à cette entité que le développeur doit fournir la preuve que le système satisfait aux exigences fixées.

3.5 Contrainte : Énoncé qui fixe des limites mesurables à un élément ou à une fonction du système. Une contrainte constitue donc un paramètre imposé, de force ou par compulsion, à la solution et qui peut en restreindre ou en modifier l'évolution.

3.6 Élément : Composant d'un système. Il peut s'agir d'un équipement, d'un programme informatique ou d'un humain.

3.7 Environnement : Circonstances, objets et conditions qui influenceront le système achevé. Il s'agit des facteurs politiques, commerciaux, culturels, organisationnels et physiques, ainsi que des normes et politiques qui régissent ce que le système doit faire ou comment il doit le faire.

3.8 Exigence : (A) Condition ou capacité requise par un utilisateur pour résoudre un problème ou réaliser un objectif. (B) Condition ou capacité qui doit être remplie ou possédée par un système ou un de ses composants pour satisfaire à un contrat, une norme, une spécification ou tout document imposé de façon formelle. (C) Représentation documentée d'une condition ou d'une capacité, telle que celle définie en (A) ou en (B). (Norme IEEE 610.12-1990)

² Les publications de l'ISO sont disponibles auprès du Secrétariat central de l'ISO, Case postale 56, 1 rue de Varemb., CH-1211, Genève 20, Suisse (<http://www.iso.ch/>). Elles sont également disponibles aux États-Unis, auprès du Sales Department, American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036, USA (<http://www.ansi.org/>).

³ Les publications MIL sont disponibles auprès du Customer Service, Defense Printing Service, 700 Robbins Ave., Bldg. 4D, Philadelphia, PA 19111-5094, USA.

⁴ L'information sur les références se trouve à la section 2.

3.9 Exigence bien formée : Énoncé de la fonctionnalité (capacité) d'un système, qui peut être validée, et qui doit être remplie ou possédée par un système pour résoudre le problème d'un client ou pour réaliser l'un de ses objectifs. Cette exigence doit être caractérisée par des conditions mesurables et limitée par des contraintes.

3.10 Exigence brute : Exigence fixée par l'environnement ou par l'humain, qui n'a pas été analysée et formulée comme une exigence bien formée.

3.11 Exigence dérivée : Exigence déduite ou présumée à partir du recueil et de la structuration des exigences dans une configuration et une solution particulières.

3.12 Fonction : Tâche, action ou activité qui doit être exécutée pour parvenir à un résultat recherché.

3.13 Modèle : Représentation d'un processus, dispositif ou concept réel.

3.14 Prototype : Modèle expérimental, fonctionnel ou non fonctionnel, du système ou d'une partie du système. Les prototypes servent à susciter une rétroaction de la part des utilisateurs, dans le but d'améliorer et de spécifier une interface humaine complexe, dans le cadre d'études de faisabilité ou pour déterminer des exigences.

3.15 Représentation : Ressemblance, photo, dessin, schéma fonctionnel, description ou symbole, qui représente logiquement une image ou une situation physique, opérationnelle ou conceptuelle.

3.16 Spécification d'exigences de système (SES) : Recueil structuré d'informations, qui donne corps aux exigences de système.

3.17 Système : Groupe de personnes, d'objets et de processus interdépendants, constitué dans le but de réaliser des objectifs définis ou de remplir un certain rôle opérationnel, par l'exécution de fonctions précises. Un système complet comprend tous les équipements, installations, matériels, programmes informatiques, micrologiciels, documentations techniques, services et personnels associés, exigés pour son fonctionnement et son soutien, dans le cadre d'une utilisation autonome dans son environnement prévu.

3.18 Testabilité : Niveau auquel une exigence est énoncée, dans des termes qui permettent d'établir des critères de test, puis l'exécution de ces tests afin de déterminer si les critères sont remplis. (Norme IEEE 610.12-1990)

3.19 Traçabilité : Niveau auquel il est possible d'établir une relation entre plusieurs produits du processus de développement, en particulier une relation de type prédécesseur-successeur ou principal-subordonné (ex. : le degré de correspondance entre les exigences et la conception d'un élément de système donné). (Norme IEEE 610.12-1990)

3.20 Utilisateur final : Personne ou personnes qui utiliseront ultimement le système aux fins prévues.

3.21 Validation : Processus d'évaluation d'un système ou d'un composant pendant ou au terme du développement, qui permet de déterminer si ce système ou ce composant satisfait aux exigences spécifiées. (Norme IEEE 610.12-1990)

3.22 Vérification : Processus d'évaluation d'un système ou d'un composant, qui permet de déterminer si, à une phase donnée de son développement, ce système satisfait aux conditions imposées au début de cette phase. (Norme IEEE 610.12-1990)

4. Spécification d'exigences de système

Une spécification d'exigences de système (SES) est généralement considérée comme un document dans lequel sont énoncées les exigences fixées par le client, à l'intention de la communauté technique chargée de la conception et de la réalisation d'un système. Le recueil d'exigences qui forme la spécification et sa représentation sert de passerelle entre les deux parties ; il doit donc pouvoir être compris par chacune d'elles. Lors de la création d'un système, l'une des tâches les plus délicates est d'ailleurs de communiquer ces exigences, en un seul document, à tous les sous-ensembles de ces deux groupes. Cette opération requiert généralement l'utilisation de divers formalismes et langages.

4.1 Définition

La SES présente la définition des besoins, le concept opérationnel et les tâches d'analyse du système. Il s'agit donc de la description de ce que le client du système attend de celui-ci, de son environnement prévu, de son profil d'utilisation, de ses paramètres de rendement, et de ses qualités et efficacité attendues. Ce document expose donc également les conclusions du processus d'élaboration de la SES décrit à la section 5.

Ce guide suggère une distinction entre ce recueil structuré de renseignements et la manière dont il est présenté à ses différents destinataires. La forme de la présentation de la SES doit être adaptée à l'utilisation qu'on veut en faire. Il peut s'agir d'un document, de modèles ou de prototypes sur papier, de documents sous un format autre, ou d'une combinaison de ceux-ci. Une même SES permet de produire diverses représentations, dans le but de répondre aux besoins d'un public particulier. Il faut cependant s'assurer que chacune d'entre elles puisse être rattachée à une source commune d'information sur les exigences de système. Le public doit être sensibilisé au fait que ce recueil structuré d'informations demeure toutefois l'unique source de référence, en cas d'ambiguïtés dans la présentation choisie.

Ce guide établit une nette distinction entre les exigences de système (ce que le système doit faire), contenues dans la SES, et les exigences du processus (comment construire le système), qui doivent être énoncées dans un document rattaché au contrat, tel qu'un cahier des charges.

4.2 Propriétés

Le recueil des exigences doit posséder les propriétés suivantes :

- a) *Ensemble unique.* Chaque exigence doit n'être énoncée qu'une seule fois ;
- b) *Normalisé.* Les exigences ne doivent pas se chevaucher (c.-à-d. elles ne doivent pas renvoyer à d'autres exigences ou aux capacités d'autres exigences) ;
- c) *Ensemble lié.* Les exigences doivent être liées entre elles par des relations explicitement définies, qui établissent la manière dont elles sont rattachées pour constituer un système complet ;
- d) *Complet.* Une SES doit regrouper toutes les exigences fixées par le client, ainsi que celles nécessaires à la définition du système ;
- e) *Homogène.* Le contenu de la SES doit être homogène et ne pas être contradictoire, en ce qui concerne les détails, le style d'énoncé des exigences et la présentation du matériel ;
- f) *Limité.* Les limites, la portée et le contexte de l'ensemble des exigences doivent être définis ;
- g) *Modifiable.* La SES doit pouvoir être modifiée. Des exigences claires et qui ne se chevauchent pas facilitent la réalisation de cet objectif ;
- h) *Configurable.* Il doit être possible d'en créer des versions, dans le temps et en fonction de l'évolution de la SES ;
- i) *Granulaire.* Correspond au niveau d'abstraction du système défini.

4.3 Objectif

L'objectif de la SES est de fournir une description *boite noire* de ce que le système doit faire, en matière d'interactions ou d'interfaces avec son environnement externe. La SES doit décrire intégralement toutes les entrées, sorties, et relations obligatoires entre ces entrées et sorties. La SES structure et communique les exigences au client et à la communauté technique.

4.3.1 Structuration des exigences

Une SES sera d'autant plus efficace qu'elle organisera mieux les exigences de système en catégories conceptuelles. En pratique, il est difficile de déterminer et de séparer les exigences des autres aspects de la perception que le client a du système, et qui sont souvent inclus dans des documents définissant des *exigences*. En effet, la déclaration des besoins fondamentaux est bien souvent occultée par les procédures d'utilisateur classiques, ou par les hypothèses quant à l'implémentation formulées par l'utilisateur ou par la communauté technique. L'analyste doit donc recueillir et énoncer les besoins fondamentaux du client et de la communauté technique, formuler convenablement les exigences et structurer ou regrouper ces besoins et exigences en catégories explicites.

Tout en rassemblant les exigences non structurées de l'utilisateur en un ensemble organisé, l'analyste doit déterminer les exigences techniques, sans s'égarer dans un énoncé d'approche de mise en œuvre. S'engager dans les questions d'implémentation avant de bien comprendre les exigences peut conduire à un énoncé inadéquat de ces exigences et à une mise en œuvre défectueuse. Faire la distinction entre les exigences techniques et les mises en œuvre techniques représente un défi permanent pour l'analyste.

La description du système doit être énoncée en termes opérationnels et logistiques. Les questions traitées doivent comprendre les capacités opérationnelles du système souhaitées, ses caractéristiques physiques, les paramètres de rendement et leurs valeurs prévues, les interfaces et interactions avec l'environnement, et les exigences relatives à la documentation, à la fiabilité, à la logistique et au personnel.

Ces exigences doivent être communiquées de façon structurée. Ainsi, le client et la communauté technique seront capables :

- a) de déterminer les exigences issues d'autres exigences ;
- b) de classer les exigences par niveau de détail ;
- c) de vérifier l'exhaustivité de l'ensemble d'exigences ;
- d) de déceler les incohérences entre les exigences ;
- e) de déterminer de façon claire les capacités, conditions et contraintes de chaque exigence ;
- f) de atteindre une compréhension commune des objectifs de l'ensemble des exigences ;
- g) de déterminer les exigences qui compléteront la SES.

Il est important que l'analyste inclue la structure à l'ensemble d'exigences, et que les représentations de la SES communiquent ces exigences de façon organisée. Des lignes directrices pour la définition explicite des exigences sont fournies à la section 6.

4.3.2 Communication aux deux destinataires

La SES a principalement deux destinataires, et son rôle est essentiellement de documenter le contrat passé entre le client et la communauté technique.

4.3.2.1 Client

Client est un terme collectif qui peut inclure le client du système proposé, l'organisme de financement, la personne responsable de l'acceptation du système, et qui signera la livraison, et les responsables de la supervision de la mise en œuvre, du fonctionnement et de la maintenance du système.

La SES doit répondre aux intérêts et aux préoccupations directs des clients. Certains clients peuvent ne pas comprendre les processus d'établissement d'exigences ou de création de systèmes. En effet, quoique compétents dans leur domaine de responsabilité et dans l'application pour laquelle le système est défini, ils ne sont généralement pas familiarisés avec le vocabulaire et la représentation techniques, qui sont souvent employés pour spécifier les exigences. L'un des objectifs principaux de l'analyse des exigences de système étant de garantir que la SES est bien comprise, cette dernière doit être présentée au client dans un langage qu'il est susceptible de comprendre, et qui est complet, concis et clair.

4.3.2.2 Communauté technique

Le SES doit également transmettre les exigences du client à la communauté technique. Celle-ci est composée des analystes, estimateurs, concepteurs, agents d'assurance-qualité, certificateurs, testeurs, agents de maintenance et fabricants. La représentation de la SES qui s'adresse à ces destinataires doit être techniquement précise et construite dans un formalisme qui leur donnera la possibilité de concevoir, construire et tester le système recherché.

4.4 Utilisation prévue

L'utilisation recommandée de la SES, qui peut varier en cours d'élaboration, est la suivante :

- a) Lors de la conception du système, les exigences sont attribuées aux sous-systèmes, matériels, logiciels, fonctionnements et autres composants essentiels du système ;
- b) La SES sert à bâtir le système résultant. Elle est également utilisée pour la rédaction des plans de vérification correspondant au système. Si le système comporte du matériel et des logiciels, les plans de test matériel et logiciel doivent également être élaborés à partir des exigences de système ;
- c) Pendant la phase de mise en œuvre, les procédures de test sont définies à partir de la SES ;
- d) Durant le processus de validation, les procédures de validation tirées de la SES sont utilisées par le client comme base pour l'acceptation du système.

Toute modification apportée à la base de référence de la SES doit être contrôlée au moyen d'un processus formel de gestion. Ce processus doit comprendre la négociation entre les parties concernées par la modification et déclencher l'évaluation du risque correspondante (p. ex. sur les échéanciers ou sur les coûts).

4.5 Avantages

Une SES convenablement rédigée profite à toutes les phases suivantes du cycle de vie. La SES documente l'ensemble des capacités du système et procure les avantages suivants :

- a) Assure le client que la communauté technique comprend ses besoins et cherche à y répondre ;
- b) Offre une première possibilité de rétroaction bidirectionnelle entre le client et la communauté technique ;
- c) Procure une méthode permettant au client et à la communauté technique de déceler les problèmes et les incompréhensions, et de les résoudre à relativement peu de frais ;
- d) Sert de base pour déterminer si le système répond ou non aux besoins du client ;

- e) Protège la communauté technique, en fournissant une base de référence pour les capacités du système et une référence pour déterminer l'achèvement du système ;
- f) Soutient le développeur dans la planification et la conception de son programme, ainsi que dans ses efforts d'élaboration ;
- g) Facilite l'évaluation des effets des inévitables modifications apportées aux exigences ;
- h) Assure une protection accrue contre les problèmes de compréhension entre le client et la communauté technique, au cours du développement.

4.6 Dynamique des exigences de système

Les exigences sont rarement statiques, et bien qu'il soit souhaitable d'en fixer un ensemble de façon permanente, c'est rarement possible. On peut, par contre, figer un sous-ensemble d'exigences principales. Il est, par conséquent, nécessaire de déterminer les exigences dont les probabilités d'évolution sont importantes, et de les communiquer ensuite au client et à la communauté technique. Il est nécessaire d'évaluer l'impact des nouvelles exigences proposées, afin de s'assurer que le but original de la base de référence des exigences est conservé, ou que les changements apportés à l'objectif sont compris et acceptés par le client.

5. Présentation du processus d'élaboration de la SES

Cette section offre un aperçu des étapes de l'élaboration de la SES. En général, le processus d'établissement des exigences de système est relié à trois facteurs externes : le client, l'environnement et la communauté technique. Chacun d'eux est décrit plus bas. La figure 1 illustre leurs interactions.

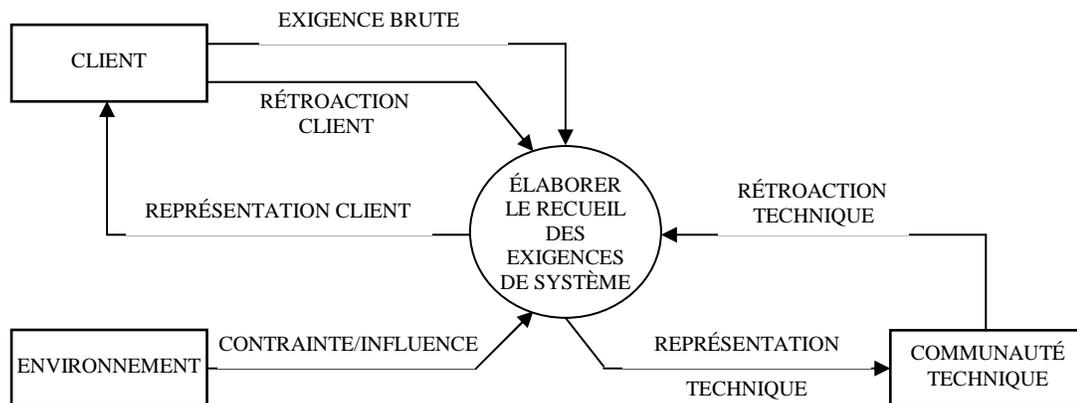


Figure 1 – Contexte d'élaboration d'une SES

5.1 Client

Le client est la clé de voûte contextuelle de la SES. C'est lui qui donne l'impulsion initiale au système en fournissant les objectifs, besoins et problèmes au processus d'élaboration de la SES. Les échanges entre les clients et les développeurs de la SES sont décrits ci-dessous.

5.1.1 Exigences brutes

Avant l'élaboration de la SES, le client dispose déjà d'une idée de système, d'amélioration à apporter à un processus ou de problèmes à résoudre. Le concept du système n'est peut-être pas encore très précis et structuré ; les exigences sont, à ce stade-ci souvent enchevêtrées avec les idées et les suggestions relatives aux conceptions possibles. Ces exigences brutes sont souvent exprimées dans des documents introductifs tels que :

- a) *Concept de fonctionnement.* Se concentre sur les objectifs et les capacités générales souhaitées du système, sans préciser le type de mise en œuvre qui permettra d'atteindre ces buts ;
- b) *Concept de système.* Comprend l'information sur le concept de fonctionnement, mais également la conception d'une interface préliminaire pour le système, ainsi que d'autres exigences explicites ;
- c) *Spécification commerciale.* Se compose d'une liste de caractéristiques (souvent sous forme d'une liste à puces) pour le nouveau système, et définit la portée de ces caractéristiques et leur priorité (obligatoire ou hautement souhaitables), qui permettront de positionner le système de façon concurrentielle. Il inclut également un contexte ou des limites, qui déterminent la manière dont le nouveau système devra interagir avec les systèmes existants. La spécification commerciale peut être complétée par une analyse coûts-avantages et un échéancier de livraison ;
- d) *Appel d'offres.* Un appel d'offres est parfois nécessaire. Il peut comprendre un ou plusieurs des documents introductifs mentionnés ci-dessus. Il a pour objet de solliciter des soumissions, qui seront ensuite étudiées sous divers aspects de la construction du système. Il peut aussi, tout simplement, constituer une demande d'aide pour la production des documents introductifs du système ;
- e) *Interfaces externes du système.* La définition, de façon stricte ou par référence, des interfaces externes au système est l'une des étapes les plus importantes (quoique souvent négligée) à exécuter avant la rédaction de la SES. Une définition approuvée du milieu externe du système permet de limiter raisonnablement ce qu'on en attend à l'interne. Il est nécessaire de décrire tous les éléments connus de chacune des interfaces. Cette information peut être incluse dans la SES, si elle est trop volumineuse. Cependant, dans la plupart des cas, il vaut mieux élaborer un document de contrôle des interfaces externes au système (DCI).

Il existe de nombreux types d'interfaces externes, et un même système peut en posséder plusieurs. En voici quelques exemples :

- Opérationnelle
- Ordinateur-ordinateur
- Électrique
- Transmission de données et protocoles
- Lignes de télécommunications
- Dispositif-système, système-dispositif
- Ordinateur-système, système-ordinateur
- Contrôle et détection de l'environnement

5.1.2 Représentation du client

La rétroaction destinée au client comprend les représentations de la SES, et les échanges ou communications techniques, qui permettent de clarifier ou de confirmer les exigences.

5.1.3 Rétroaction du client

La rétroaction du client est composée de l'information de mise à jour de ses objectifs, problèmes ou besoins, des renseignements de modification des exigences relatives aux communications et aux échanges techniques, et des données pour la détermination de nouvelles exigences.

5.2 Environnement

En plus de l'analyste et du client, l'environnement peut implicitement ou explicitement influencer les exigences de système ou créer des contraintes. L'analyste doit être conscient de cette influence sur les capacités du système. Dans les cas de systèmes sensibles aux facteurs environnementaux, le client et l'analyste préciseront ceux qui touchent les exigences de système. Les facteurs environnementaux se classent en plusieurs catégories, qui peuvent se chevaucher :

- a) Facteurs politiques ;
- b) Facteurs commerciaux ;

- c) Normes et politiques techniques ;
- d) Facteurs culturels ;
- e) Facteurs organisationnels ;
- f) Acteurs physiques.

Ces catégories, dont il est essentiel de tenir compte, sont décrites ci-dessous. Cette liste n'est cependant pas exhaustive.

5.2.1 Facteurs politiques

Les divers organismes gouvernementaux internationaux, fédéraux, provinciaux et locaux ont promulgué des lois qui peuvent influencer les exigences de système. Certains d'entre eux disposent d'agences responsables de la mise en application des lois et règlements et chargées de vérifier que les systèmes les respectent. Parmi les lois fédérales, citons la *Loi sur le droit d'auteur*, la *Loi sur les brevets* et la *Loi sur les marques de commerce*. Quant aux règlements, il en existe notamment sur le zonage, sur les risques environnementaux, sur les déchets, sur le recyclage, sur la sécurité des systèmes et sur la santé.

Les facteurs politiques varient selon le pays. Les paramètres qui influent sur les exigences de système dans un environnement peuvent être complètement différents dans un autre. Par conséquent, il est important d'effectuer des études dans le cadre politique dans lequel le système sera construit et utilisé, afin de s'assurer que celui-ci est conforme aux lois et règlements en vigueur.

5.2.2 Facteurs commerciaux

L'élaboration de la spécification de systèmes peut être influencée par trois types de conditions du marché. La première fait correspondre le système aux besoins de la clientèle, à l'aide d'études de marché ou par le développement de marchés adaptés à la recherche technique. Adapter un système aux besoins du client touche les exigences de système en premier lieu et entre dans les exigences de ce client.

La deuxième condition est la réponse à la demande. Comme l'illustre la figure 1, ce facteur fait partie des paramètres environnementaux. Il est nécessaire de tenir compte de la réponse à la demande, car elle touche la distribution et l'accessibilité du système, qui constituent d'autres exigences de système (ex. : Le système doit être léger pour réduire les coûts d'expédition, le système doit être de dimensions réduites pour entrer dans les distributeurs automatiques, etc.). Les exigences de distribution et d'accessibilité doivent être définies lors de l'élaboration du système, avant sa fabrication ou son intégration, afin qu'elles puissent y être incorporées. Un système dont l'accès est malaisé ne connaîtra qu'un succès limité. Par conséquent, il est important de tenir compte des segments de marché auxquels il s'adresse, et de considérer la manière dont l'information de marketing peut être utilisée pour déterminer les exigences de système.

Le troisième facteur d'influence est la concurrence. La connaissance des systèmes concurrents facilite la définition des exigences. Rester compétitif nécessite de tenir compte des éléments suivants :

- a) fonctionnalité ;
- b) prix ;
- c) fiabilité ;
- d) durabilité ;
- e) rendement ;
- f) maintenabilité ;
- g) sécurité.

L'analyse du marché concurrentiel est un processus permanent, et concerne les exigences des systèmes nouveaux comme les exigences des dispositifs existants. Ses résultats peuvent faire évoluer un système à un point tel qu'il ne ressemble que de très loin au concept original du client.

5.2.3 Normes et politiques techniques

Les exigences de système sont directement influencées par les clients, qui cherchent à se conformer aux normes et aux politiques techniques fixées par les gouvernements ou les industries. Les politiques techniques, et les normes et lignes directrices associées aident à garantir :

- a) l'homogénéité d'un système ;
- b) sa sécurité ;
- c) sa fiabilité et sa maintenabilité.

En fournissant des détails sur la manière de mettre en œuvre un système donné, les normes et les lignes directrices relatives à l'homogénéité créent des exigences particulières.

L'objectif des normes de sécurité industrielle est généralement de limiter les risques d'accident et d'éviter les problèmes juridiques éventuels. Les exigences de sécurité doivent être clairement définies dans un document précis (ex. : exigences de sécurité pour l'industrie du jouet, homologations UL, exigences du Code électrique national[®], etc.).

Le client et la communauté technique peuvent également exiger que le système respecte certains critères de fiabilité établis dans des normes techniques. Les exigences de fiabilité et de maintenabilité doivent être déterminées dans la SES. Elles sont de natures diverses. Elles peuvent, par exemple, être directement orientées système et nécessiter la spécification du temps d'indisponibilité maximal ou du délai moyen minimal entre deux pannes, ou bien encore du temps de réparation moyen minimal.

5.2.4 Facteurs culturels

La culture est l'ensemble des modèles de comportement humains intégrés, transmis de génération en génération. Il s'agit d'une expérience acquise, reliée aux croyances religieuses, au pays d'origine, au groupe ethnique, au niveau socioéconomique, à la langue, au milieu, au lieu d'emploi et aux caractéristiques de la famille immédiate. Pour bien comprendre la culture d'une région ou d'un segment de marché, il faut en connaître les valeurs et les croyances. Lors de l'élaboration d'un système, il est essentiel de tenir compte des influences culturelles, car elles touchent les exigences de système.

5.2.5 Facteurs organisationnels

Les exigences de système sont également soumises à l'influence de l'organisation au sein de laquelle elles sont élaborées. Les facteurs organisationnels introduits par la société peuvent provenir du marketing, de la politique interne, des politiques techniques ou des normes internes. L'influence exercée sur les exigences de système par une société est semblable à celle exercée par les autres milieux, mais ses caractéristiques sont uniques (c.-à-d. chaque société a sa propre culture, ses propres objectifs et ses propres valeurs, qui influencent le système qu'elle conçoit, fabrique ou livre).

5.2.6 Facteurs physiques

Les influences physiques comprennent les facteurs d'origine naturelle et humaine, tels que la température, le rayonnement, l'humidité, la pression et la présence de produits chimiques.

5.3 Communauté technique

La communauté technique, illustrée à la figure 1, est composée des personnes concernées par les opérations visant le système : conception, mise en œuvre, intégration, test, fabrication, déploiement, exploitation et maintenance. Tous les membres de la communauté technique devraient être associés à l'élaboration de la SES, et le plus tôt possible. Cette intégration précoce de la communauté technique réduit le risque, pour les responsables de la mise au point de la SES, de ne s'apercevoir de nouvelles exigences ou de modifications apportées aux exigences établies que tard dans le cycle de vie.

5.3.1 Représentation technique

La représentation du recueil d'exigences destiné à la communauté technique devrait inclure les échanges ou communications techniques permettant de clarifier ou de confirmer les exigences.

5.3.2 Rétroaction technique

La communauté technique produit une rétroaction lors de toutes les opérations susceptibles d'entraîner la modification, l'ajout ou la suppression d'exigences. La SES est alors raffinée de manière à prendre en charge les phases suivantes du cycle de vie du système. Par exemple, à la suite de la phase d'élaboration des exigences, un plan de test du système peut être mis sur pied, et chaque exigence rattachée à un test bien précis. Ce processus peut révéler que certaines exigences ne sont pas testables ; la SES est alors modifiée en conséquence.

D'autres rétroactions provenant de la communauté technique peuvent permettre au client de connaître les caractéristiques les plus récentes du système et les technologies à venir, et lui offrir un aperçu des méthodes de mise en œuvre avancées.

6. Exigences bien formées

La présente section explique les propriétés d'une exigence bien formée, fournit un exemple d'exigence bien formée et souligne les pièges dans lesquels les exigences ne doivent pas tomber.

6.1 Définition d'une exigence bien formée

Comme défini précédemment, une exigence bien formée énonce la fonctionnalité (capacité) d'un système. Elle doit pouvoir être validée et être remplie ou possédée par ce système pour résoudre le problème du client ou pour réaliser l'un de ses objectifs. Cette exigence doit être caractérisée par des conditions mesurables et limitée par des contraintes.

Cette définition facilite la classification des exigences générales du client, qui peuvent provenir des besoins exprimés par ce même client ou résulter de l'analyse technique. Elle constitue un moyen de distinguer les exigences en tant que capacités, de leurs attributs (conditions et contraintes). Les contraintes sont d'ordre fonctionnel ou non fonctionnel. Une contrainte non fonctionnelle peut, par exemple, demander que le système soit peint dans un ton particulier de bleu, uniquement dans un but décoratif (non obligatoire).

Ce guide recommande ne pas inclure dans la SES les exigences de mise en œuvre, telles que l'obligation de recourir à une méthodologie de conception particulière. Celles-ci seront contenues dans d'autres documents techniques de contrôle du système, comme le plan de qualité, le contrat ou le cahier des charges.

6.1.1 Capacités

Les capacités sont les exigences fondamentales du système. Elles représentent les caractéristiques ou les fonctions requises ou souhaitées par le client. Une capacité doit généralement être énoncée d'une façon telle qu'elle décrit ce que le système doit faire. Elle doit également être précisée de façon à être indépendante de la solution, afin de permettre l'étude de différents moyens de répondre au besoin ou de fournir la caractéristique ou la fonction. Par exemple, les capacités d'un train à grande vitesse reliant Los Angeles à New York peuvent inclure l'aptitude à démarrer, accélérer, circuler à vitesse de croisière, décélérer, s'arrêter, et faire embarquer et débarquer des passagers. Cependant, la marque du système d'exploitation informatisé ne sera pas considérée comme une capacité.

6.1.2 Conditions

Les conditions sont des attributs et des caractéristiques qualitatifs ou quantitatifs mesurables, stipulés pour une capacité. Elles caractérisent de façon plus détaillée la capacité requise, et permettent de formuler et

d'énoncer cette capacité sous une forme validable et vérifiable. Par exemple, dans le cas du train à grande vitesse mentionné ci-dessus, une condition de la capacité de circuler à vitesse de croisière peut être une vitesse de croisière comprise entre 0 et 300 km/h ou une vitesse de croisière optimale de 200 km/h.

Bien évidemment, les conditions (attributs mesurables) ne peuvent correspondre qu'à un élément mesurable, comme une capacité. Il serait inutile, par exemple, de fixer une exigence stipulant une vitesse de 0 à 200 km/h de façon abstraite. En effet, si cette plage peut caractériser la vitesse de croisière d'un train à grande vitesse, elle ne correspond pas à la vitesse de montée d'un ascenseur.

Les conditions peuvent limiter les choix dont dispose le concepteur. Il est donc important de définir les conditions en tant qu'attributs de capacités, et non comme capacités principales, afin de s'assurer que les exigences définissent clairement les besoins, sans imposer de limites au champ de la solution.

6.1.3 Contraintes

Les contraintes sont des exigences imposées à la solution par les circonstances, la force ou la compulsion. Elles restreignent absolument les choix dont dispose le concepteur de la solution, en établissant des limites inflexibles. Par exemple, le train à grande vitesse mentionné plus haut est limité par le besoin d'amener les passagers à destination, vivants (une contrainte de sécurité pourrait être l'obligation d'installer des ceintures de sécurité). Il pourrait également être restreint par la technologie (le client peut exiger que la logique de contrôle du train soit entièrement écrite en Ada).

La liste des contraintes peut comprendre des interfaces non modifiables avec des systèmes existants (format, protocole, contenu, etc.), des limitations de dimensions physiques (ex. : Un contrôleur doit pouvoir prendre place dans un espace réduit de l'aile d'un avion), les lois de la nature, les lois d'un pays particulier, le temps ou le budget disponible, la priorité (p. ex. obligatoire ou facultative) ou l'utilisation d'une plateforme de technologie préexistante.

Les contraintes peuvent s'appliquer à toutes les exigences, ou être spécifiées par rapport à une capacité ou un ensemble de capacités précis.

Les contraintes peuvent être autonomes (c.-à-d. ne limiter aucune capacité en particulier) ou reliées à une capacité précise. De nombreuses contraintes, comme le choix de la technologie (ex. : le type de système d'exploitation), s'appliquent à l'ensemble des capacités. D'autres ne s'appliquent qu'à une seule ou à certaines d'entre elles. Par exemple, plusieurs contraintes de sécurité relatives à l'accélération du train à grande vitesse ne s'appliqueront pas aux fonctions d'embarquement des passagers.

6.1.4 Exemple

Cet exemple a pour but d'énoncer une exigence bien formée, ainsi que les conditions et capacités associées.

Exigence : Déplacer des gens de New York à la Californie à une vitesse maximale de 5300 km/h.

Capacité : Transporter des gens entre Los Angeles et New York

Condition : Vitesse de croisière de 2500 km/h

Contrainte : Vitesse maximale de 5300 km/h

6.2 Propriétés d'une exigence

Chaque exigence doit posséder les propriétés suivantes :

- a) *Abstraite*. Elle doit être indépendante de la méthode de mise en œuvre ;
- b) *Non ambiguë*. Elle doit être énoncée de manière à n'être interprétable que d'une seule manière ;

- c) *Traçable*. Il doit être possible d'établir une relation entre la déclaration précise des besoins du client documentée et les énoncés spécifiques de la définition du système inclus dans la SES. Cette relation indique ainsi la source de l'exigence ;
- d) *Validable*. Elle doit offrir un moyen de prouver que le système satisfait à son énoncé.

6.3 Catégorisation

Pour permettre leur analyse, les exigences doivent être catégorisées selon leurs identification, priorité, criticité, faisabilité, risque, source et type. Chacune de ces catégories est détaillée ci-dessous.

- a) *Identification*. Chaque exigence doit être identifiée de façon unique (numéro, étiquette nominative, mnémorique, boutons, lien hypertexte, etc.). Si nécessaire, l'identification peut refléter des liens ou des relations ;
- b) *Priorité*. Le client doit définir la priorité de chaque exigence, à l'aide, par exemple, d'un processus déterminé par l'ensemble des clients potentiels. Il peut pour cela utiliser une échelle numérique (ex. : de 1 à 10) ou une gradation simple, comme *Haute, Moyenne, Basse, Aucune* ;
- c) *Criticité*. L'analyste, en collaboration avec le client, doit définir la criticité de chaque exigence. Certaines exigences peuvent avoir une priorité basse, du point de vue de l'utilisateur, mais être tout de même essentielles au succès du système. Par exemple, une exigence commandant de mesurer la température ambiante extérieure peut être indispensable à une autre exigence, comme le maintien de la température intérieure de la cabine. Cette relation doit être déterminée de telle façon que si l'exigence principale est supprimée par le client, l'exigence de soutien peut également être éliminée ;
- d) *Faisabilité*. Le client et l'analyste doivent collaborer pour déterminer la faisabilité de chaque exigence de système, et classer les exigences selon le type de faisabilité correspondant au domaine du système. La faisabilité s'appuie sur la compréhension d'éléments tels que l'état actuel de la technologie (c.-à-d. les composants disponibles dans le commerce par rapport à la recherche initiale), l'environnement du client (c.-à-d. sa bonne volonté ou sa capacité à accepter des modifications) et le risque ou les coûts associés à une exigence particulière ;
- e) *Risque*. Il est possible de recourir à des techniques d'analyse du risque pour déterminer un classement des exigences de système. Les principaux risques concernent les pertes financières, l'impact environnemental, la sécurité et la santé, et les normes ou lois nationales ;
- f) *Source*. Chaque exigence doit être, de plus, classifiée selon une étiquette qui en indique l'origine. Une exigence peut provenir de plusieurs sources ou créateurs. Il est particulièrement utile d'identifier les créateurs de chaque exigence. Ainsi, si l'exigence n'est pas claire, si elle est conflictuelle ou nécessite d'être modifiée ou supprimée, il sera possible de déterminer les personnes ou les organisations à consulter ;
- g) *Type*. Il est également possible de catégoriser les exigences selon l'un des facteurs suivants :
 - Entrée (ex. : Recevoir des données d'EDI),
 - Sortie (ex. : Exporter un format particulier),
 - Fiabilité (ex. : Temps moyen avant une panne),
 - Disponibilité (ex. : Nombre d'heures de fonctionnement prévu),
 - Maintenabilité (ex. : Facilité de remplacement des composants),
 - Rendement (Performance, ex. : Temps de réponse),
 - Accessibilité (ex. : Différents chemins de navigation pour les utilisateurs novices et les utilisateurs expérimentés),
 - Conditions ambiantes (Environnement, ex. : Niveau de poussières devant être toléré),
 - Ergonomie (ex. : Utilisation de couleurs particulières pour réduire la fatigue oculaire),
 - Sécurité (ex. : Rayonnement électromagnétique maximal),
 - Sûreté (ex. : Limites d'accès physique, fonctionnel ou de données, pour utilisateurs autorisés ou non autorisés),

- Exigences relatives à l'installation (ex. : Utilisation du courant électrique domestique),
- Transportabilité (ex. : Limites de poids pour la portabilité).
- Formation (ex. : Comprend des tutoriels ou une formation par informatique),
- Documentation (ex. : Aide en ligne),
- Interfaces externes (ex. : Compatible avec la norme industrielle relative au mode ou au format de communication),
- Test (ex. : Permet le télédiagnostic),
- Dispositions relatives à la qualité (ex. : Intervalles d'étalonnage minimum requis),
- Politique et réglementaire (ex. : Politiques des organismes de protection de l'environnement),
- Compatibilité avec les systèmes existants (ex. : Utilise les systèmes téléphoniques analogiques comme mode par défaut),
- Normes et politiques techniques (ex. : Les produits doivent être compatibles avec les codes ASME),
- Conversion (ex. : Accepte les données provenant des versions précédentes du système),
- Capacité de croissance (ex. : Pourra prendre en charge l'augmentation du nombre des utilisateurs),
- Installation (ex. : Capacité à mettre un nouveau système en service),

6.4 Pièges

Pièges à éviter lors de l'élaboration d'exigences bien formées :

- a) *Conception et mise en œuvre.* Les analystes et les clients ont tendance, lorsqu'ils définissent les exigences, à inclure à leur énoncé des décisions touchant la conception et la mise en œuvre. Cette information peut être très importante, mais elle doit dans ce cas être documentée et diffusée dans un document d'une autre forme, afin d'aider la conception et la mise en œuvre ;
- b) *Surspécification*
 - 1) Exigences qui décrivent un système précis proposé dans le commerce, et qui peut donc être acheté plutôt que fabriqué (elles ne sont pas l'expression de ce que le système doit faire),
 - 2) Exigences qui fixent des tolérances pour des éléments faisant spécifiquement partie du concept (souvent dénommées *exigences erronées de très bas niveau*),
 - 3) Exigences qui mettent des solutions en application (les exigences décrivent un besoin) ;
- c) *Surcontrainte.* Exigences comportant des contraintes inutiles. Par exemple, si un système doit pouvoir fonctionner avec des accumulateurs rechargeables, une exigence dérivée peut être que le temps de recharge doit être inférieur à 3 heures. Si ce délai est trop restrictif et qu'un temps de recharge de 12 heures est suffisant, des solutions potentielles seront éliminées ;
- d) *Non limitées.*
 - 1) Exigences avec énoncé relatif. Ces exigences ne peuvent pas être vérifiées et peuvent ne nécessiter qu'une reformulation de leur énoncé. Par exemple, l'exigence stipulant de minimiser le bruit peut être reformulée en « le niveau de bruit ne doit pas dépasser... »,
 - 2) Exigences ouvertes (souvent énoncées sous la forme « incluant, mais non limitée à... » ou listes qui se terminent par *etc.*),
 - 3) Exigences dont l'énoncé est vague ou subjectif (contiennent souvent des termes tels que *convivial, temps de réponse court* ou *économique*) ;
- e) *Hypothèses.*
 - 1) Exigences basées sur des hypothèses non documentées. (L'hypothèse doit être documentée, tout comme l'exigence),
 - 2) Exigences basées sur l'hypothèse selon laquelle une norme ou un système en cours d'élaboration sera achevé. (Il est nécessaire de documenter l'hypothèse, ainsi qu'une exigence de remplacement.)

7. Élaboration de la SES

L'élaboration de la spécification d'exigences de système, illustrée à la figure 1, est un processus itératif. Elle est subdivisée en quatre sous-processus, exposés à la figure 2 :

- Détermination des exigences à partir des demandes du client, de l'environnement et de l'expérience de la communauté technique ;
- Construction d'exigences bien formées ;
- Structuration des exigences en une SES ;
- Représentation de la SES sous diverses formes, pour divers destinataires.

Décomposer l'élaboration de la spécification d'exigences de système en sous-processus facilite l'établissement d'une SES complète et précise. Bien que les sous-processus soient présentés ci-dessous comme se produisant en séquence, il arrive en fait fréquemment qu'ils se chevauchent et se répètent.

En raison de l'exécution répétée de ce processus, la SES est constamment modifiée. Ces modifications concernent généralement la base de référence et sont gérées au moyen de procédures de contrôle. (Voir la norme IEEE 1220-1998 pour les procédures de contrôle des modifications.)

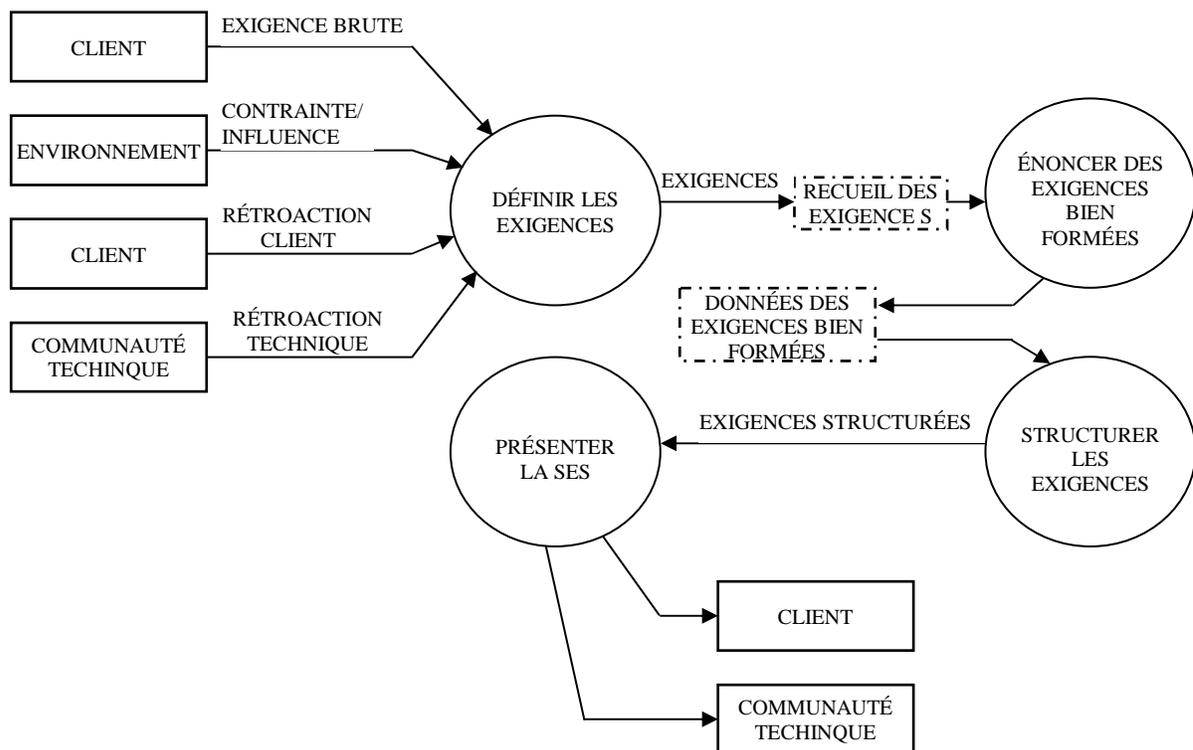


Figure 2 – Élaboration de la SES

7.1 Définir les exigences

En association avec le client, l'analyste filtre les diverses informations définies à la figure 2. Il en extrait un ensemble d'exigences, formule les exigences dérivées nécessaires et crée les exigences manquantes. Les exigences peuvent provenir des documents introductifs ou être le fruit d'exercices analytiques menés conjointement avec le client. Le but de ce processus itératif est de solliciter toutes les exigences de système, de s'assurer que chaque exigence n'est énoncée qu'une seule fois et qu'aucune n'est oubliée.

La définition des exigences du client peut suivre plusieurs approches différentes. En pratique, chaque organisation dispose de sa propre démarche pour déterminer les exigences et amorcer le processus de

création de la solution. Dans certaines sociétés, le client réalise la totalité du processus à l'interne. Dans ce cas, la définition et la spécification des exigences sont dirigées par le client. Dans d'autres organisations, le client définit un ensemble préliminaire d'exigences et demande l'aide d'un analyste interne, ou d'un consultant ou d'un intégrateur de système externe.

L'analyste, qu'il soit interne ou externe, collabore avec le client pour définir et structurer les exigences. Dans certaines organisations, l'analyste travaille directement avec le client. Dans d'autres sociétés, il n'a pas directement accès au client et doit passer par un ou plusieurs intermédiaires (technique, juridique, administratif, ...), qui représentent le client.

En raison de la dynamique propre à la définition d'exigences, il est important que le client et l'analyste s'entendent sur le processus. L'analyste établit le plan qui guidera le processus, définit les représentations de la SES qui seront produites à l'intention des divers destinataires et détermine les outils et méthodes à utiliser.

Le processus doit évoluer vers l'élaboration de la base de données de la SES et la fourniture au client d'un système répondant à ses besoins. L'analyste doit s'assurer d'utiliser toutes les méthodes appropriées pour déterminer les exigences.

Il est essentiel de recourir à un processus de gestion des exigences, afin de garantir que :

- a) le processus est orienté vers un objectif et est axé vers l'établissement d'un ensemble d'exigences ;
- b) les limites du système sont définies ;
- c) toutes les exigences sont sollicitées et évaluées de manière juste, et documentées ;
- d) les exigences sont spécifiées en tant que capacités, et que les conditions d'admission et les contraintes sont définies de manière distincte des capacités ;
- e) les exigences sont validées, ou sont supprimées de l'ensemble des exigences si elles ne sont pas valides ;
- f) l'homogénéité est recherchée, lorsque plusieurs personnes (*auteurs*) contribuent à l'élaboration de l'ensemble d'exigences ;
- g) l'ensemble d'exigences élaboré est compris, à un niveau adéquat de détail, par tous les intervenants.

7.1.1 Méthodes de définition des exigences

À l'origine d'une exigence se trouve une idée ou un concept, qui est la réponse à la perception d'une menace à la sécurité ou à la part de marché, à l'entrée en vigueur d'une loi ou d'un règlement, à un désir de créer un système ou processus nouveau ou à un souci d'amélioration, au besoin de remplacer un système existant, ou à un autre besoin réel ou perçu. Bien que cette idée ou ce concept puisse émaner d'un seul individu, l'ensemble d'exigences sera bien meilleur s'il résulte de la mise en commun et du développement d'idées au sein d'un groupe.

Il existe de nombreuses méthodes qui permettent de déterminer des exigences. Parmi celles-ci :

- a) les ateliers structurés ;
- b) les séances de remue-méninges (*brainstorming*) ou de résolution de problème ;
- c) les entrevues ;
- d) les sondages et questionnaires ;
- e) l'observation des régimes de travail (ex. : Étude des temps et mouvements) ;
- f) l'observation de l'environnement organisationnel et politique du système (ex. : Sociogramme) ;
- g) l'examen de la documentation technique ;
- h) l'analyse du marché ;
- i) l'évaluation de systèmes concurrents ;
- j) la rétroingénierie ;
- k) les simulations ;
- l) le prototypage ;
- m) la référencement à des processus et systèmes.

7.1.2 Interaction entre le client et l'analyste

Lorsqu'un analyste est engagé pour travailler avec le client, il est essentiel d'établir un processus efficace d'interaction entre les deux parties. À cette fin, chaque intervenant doit comprendre qu'il a une responsabilité pédagogique vis-à-vis de l'autre, et que les exigences doivent être le fruit de leur collaboration.

7.1.2.1 Formation mutuelle

Il est impératif que la formation soit bidirectionnelle. L'analyste doit tout d'abord apprendre à connaître l'environnement, les systèmes existants (le cas échéant) et les exigences du client. Chacune des parties doit consacrer le temps et l'énergie nécessaire pour faciliter cet apprentissage.

De son côté, le client peut nécessiter une certaine formation de la part de l'analyste, lors de la définition et de la spécification des exigences. En outre, l'analyste peut avoir à instruire le client sur les exigences en tant que telles, et à faire profiter les exigences de son expérience.

7.1.2.2 Définition conjointe des exigences

Le client et l'analyste peuvent interagir de plusieurs manières dans la définition des exigences. Par exemple, l'analyste peut simplement réaliser des entrevues dans le but de solliciter des suggestions, puis organiser et présenter les exigences au client pour que celui-ci les étudie.

L'expérience de l'analyste est un facteur majeur, mais elle ne doit en aucune manière biaiser ou atténuer la portée des interventions du client. Durant la collaboration, les principaux objectifs de l'analyste doivent être de solliciter et d'organiser les exigences déduites des besoins du client. Il ne doit ajouter des exigences à partir de sa propre expérience ou de solutions précédemment définies que lorsque ces exigences ont été oubliées par le client, quand elles ajoutent nettement de la valeur pour celui-ci et si elles ont été approuvées par ce même client.

Il est également possible que du personnel du client ait à participer à des ateliers avec l'analyste. Ces ateliers, généralement dirigés par l'analyste, peuvent donner lieu à de nombreuses séances de remue-ménages et de définition interactive d'exigences. Leurs résultats sont ensuite documentés par ce même analyste.

Pour une coopération plus étroite, le client peut avoir à intervenir encore plus directement dans la définition des exigences. Le personnel du client peut alors participer à cette opération à un point tel qu'il devient aussi auteur de la SES.

Quelle que soit la méthode utilisée, l'objectif du client et de l'analyste est de définir les exigences, après être parvenus à un consensus et à une compréhension commune de celles-ci. Les exigences doivent pouvoir être représentées de manière homogène sous la forme d'une SES, à la satisfaction du client.

7.2 Construire une exigence bien formée

Au cours de cette sous-étape, l'analyste est chargé :

- a) de s'assurer que chaque exigence est une déclaration des besoins (capacité, contraintes) nécessaire, courte et définitive ;
- b) de définir les conditions adéquates (mesures quantitatives ou qualitatives) pour chaque exigence et éviter les termes tels que *résistant* ou à *l'échelle de l'industrie* ;
- c) d'éviter les pièges relatifs aux exigences (voir sous-section 6.4) ;

- d) de s'assurer de la lisibilité des exigences, c'est-à-dire qu'elles respectent les principes suivants :
 - 1) mots, phrases et concepts simples,
 - 2) structure et relations uniformes,
 - 3) définition de mots, symboles et notations uniques,
 - 4) utilisation d'un langage et d'une symbolologie grammaticalement correctes ;
- e) de s'assurer de la testabilité de l'exigence ;

Voici un exemple de construction d'une exigence bien formée à partir de l'énoncé initial du client. Cet énoncé, « Transporter des gens entre Los Angeles et New York », exprime une exigence brute et servira de base à l'exigence bien formée. Le client fournit également un autre renseignement : « la vitesse ne doit pas dépasser 300 km/h et la vitesse de croisière doit être de 200 km/h ». Ces conditions et contraintes peuvent ensuite être appliquées à l'exigence brute dont les attributs sont :

Capacité : Transporter des gens entre Los Angeles et New York

Condition : Vitesse de croisière de 200 km/h

Contrainte : Vitesse maximale de 300 km/h

Exigence bien formée : Ce système doit transporter des gens entre Los Angeles et New York, à une vitesse de croisière optimale de 200 km/h et à une vitesse maximale de 300 km/h.

Une capacité peut être associée à plusieurs conditions et contraintes. Cependant, l'ajout de conditions ou de contraintes à une capacité peut nécessiter la définition de nouvelles exigences bien formées.

7.3 Structurer les exigences

Au cours de ce sous-processus, l'analyste ajoute une structure à l'ensemble d'exigences en les reliant les unes aux autres, selon une certaine méthode de définition comparative. Il est possible d'automatiser certaines tâches de ce processus.

Cette étape se caractérise par les activités suivantes :

- recherche de modèles autour desquels regrouper les exigences ;
- utilisation de l'expérience et du jugement comme approches techniques adéquates ;
- utilisation de la créativité et de l'intuition pour générer des approches de rechange, et pour établir un ordre de priorité des exigences, selon les renseignements fournis par le client ;
- définition des propriétés des exigences ;
- définition des attributs des exigences.

Il est possible d'allouer un attribut à chaque exigence bien formée. Par exemple :

<identification> = 2.1.3.6

<priorité> = haute

<criticité> = basse

<faisabilité> = haute

<risque> = moyen

<source> = client

<type> = rendement

L'organisation des spécifications peut suivre divers plans. La structure la plus souvent utilisée est le regroupement hiérarchique des exigences selon la capacité, dans lequel les capacités plus générales sont décomposées en exigences subordonnées. Il est également possible d'utiliser des liens de réseau (ex. : Liens hypertextes), qui montrent la relation entre les exigences du niveau inférieur. Quel que soit le plan utilisé,

la SES doit toujours faire état des relations entre les exigences. Le type de la relation dépend des méthodes, techniques et outils utilisés pour recueillir, enregistrer et stocker les exigences. Parmi les relations qui peuvent être indiquées dans une SES, se trouvent les dépendances hiérarchiques suivantes :

- a) événements ;
- b) information/données ;
- c) objets physiques ou abstraits ;
- d) fonctions.

7.4 Présenter les exigences

Au cours de ce sous-processus, l'analyste détermine, en collaboration avec le client, les meilleurs moyens de communiquer les exigences aux personnes devant comprendre, étudier, accepter ou utiliser la SES. Une représentation unique de la SES ne convient pas toujours, car

- a) les culture et langage du client étant souvent différents de ceux de la communauté technique, il est parfois nécessaire de présenter différemment les exigences selon le destinataire ;
- b) certaines représentations rendent difficile l'extraction d'une information particulière ;
- c) certaines méthodes de représentation ne facilitent pas la présentation des interactions ;
- d) certaines représentations permettent difficilement de relier une information située à un endroit à une information située ailleurs dans le document.

Par conséquent, il est important que l'analyste détermine, toujours en association avec le client, les meilleurs moyens de communiquer les exigences aux personnes devant comprendre, étudier, accepter ou utiliser la SES. À cette fin, il doit concevoir diverses représentations de la SES. Ces représentations ne doivent pas être tenues à jour séparément ; elles doivent être dérivées et générées à partir de la SES. Par exemple, il peut être nécessaire de produire un document de présentation à l'intention de la direction du client, qui contienne un commentaire rédactionnel, ainsi qu'une sélection d'exigences du niveau supérieur. Le responsable de l'acceptation des exigences pour le client se verra, lui, remettre un document davantage détaillé, comprenant des modèles formels. Un jeu complet de modèles formels sera, quant à lui, mieux adapté aux équipes de conception. Le recours à des outils automatisés pour la tenue à jour de la SES et la production des diverses représentations en améliorera l'efficacité.

7.4.1 Modes de représentation

Il est possible d'obtenir l'exposé des exigences correspondant le mieux aux besoins des destinataires grâce à l'un des modes de représentation suivants ou d'une combinaison d'entre eux :

- a) Textuel
 - 1) Papier
 - 2) Électronique
- b) Modèle
 - 1) Physique
 - 2) Symbolique
 - 3) Graphique
 - 4) Prototype

La rédaction des exigences se poursuit généralement au-delà de l'approbation de la SES. Dans le cas de systèmes volumineux et complexes, les probabilités sont fortes pour que la version de SES initialement approuvée contienne des omissions ou des distorsions. De plus, de nombreux systèmes évoluent en raison de l'ajout de nouvelles caractéristiques. Il faut alors reprendre le processus, afin de corriger les erreurs de départ ou d'insérer de nouvelles exigences, dans le but d'améliorer le système. Il est essentiel de contrôler de manière formelle la SES pour gérer les modifications qui y sont apportées.

Annexe A

(informative)

Sommaire de la spécification d'exigences de système

Ce guide reconnaît et soutient une large variété de méthodes et de médias de communication des exigences, dont le texte et les modèles. Ce sommaire a pour objectif d'aider le lecteur à se concentrer sur le contenu technique de la SES (voir la norme IEEE 1220-1998 pour les exigences relatives à l'élaboration d'une SES). Il est possible d'élargir ou de réduire le contenu destiné au client ou à la communauté technique. Les représentations d'une SES sont par conséquent nombreuses et celle qui suit n'en est qu'un exemple.

Sommaire d'une SES	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
1. Introduction	
1.1. Objectif	
1.2. Portée	
1.3. Définitions, acronymes et abréviations	
1.4. Références	
1.5. Présentation du système	
2. Description générale	
2.1. Contexte	
2.2. Modes et états	
2.3. Principales capacités	
2.4. Principales conditions	
2.5. Principales contraintes	
2.6. Caractéristiques des utilisateurs	
2.7. Hypothèses et dépendances	
2.8. Scénarios d'exploitation	
3. Capacités, conditions et contraintes	
REMARQUE : Chaque capacité, condition et contrainte doit contenir des dispositions relatives au comportement, au traitement des exceptions, à la fabricabilité et au déploiement du système.	
3.1. Physiques	
3.1.1. Construction	
3.1.2. Durabilité	
3.1.3. Adaptabilité	
3.1.4. Conditions ambiantes	
3.2. Caractéristiques de rendement	
3.3. Sécurité	
3.4. Gestion de l'information	
3.5. Exploitation	
3.5.1. Ergonomie	
3.5.2. Maintenabilité	
3.5.3. Fiabilité	
3.6. Politiques et réglementation	
3.7. Maintien du cycle de vie	
4. Interfaces	

Explications

Explication des éléments qui pourraient ne pas être suffisamment explicites :

1.2 Portée

Cette sous-section permet :

- a) d'identifier le nom du système à produire ;
- b) de se référer et présenter les résultats de l'analyse préalable des besoins, sous la forme d'un énoncé court et structuré des problèmes du client. Expliquer ce que le système fera et ne fera pas pour répondre à ces besoins ;
- c) de décrire l'application du système défini. En particulier, décrire le plus précisément possible les principaux avantages et objectifs associés.

2.1 Contexte

Cette sous-section comporte les schémas et descriptions qui permettent de présenter le contexte dans lequel se retrouvera le système, et de définir les interfaces significatives avec les systèmes extérieurs.

2.2 Modes et états

Si le système peut exister sous plusieurs modes et états, cette sous-section doit en présenter une description et, le cas échéant, l'appuyer par des schémas.

2.3 Principales capacités

Cette sous-section présente des schémas et un exposé qui illustrent les regroupements des principales capacités des exigences.

2.6 Caractéristiques des utilisateurs

Cette sous-section définit tous les types d'utilisateurs du système (selon la fonction, l'emplacement et le type de dispositif), le nombre d'utilisateurs de chaque groupe et les caractéristiques de l'utilisation qu'ils font du système.

2.8 Scénarios d'exploitation

Cette sous-section comporte des exemples descriptifs de la manière dont le système sera utilisé.

3. Capacités, conditions et contraintes

3.1 Physiques

3.1.1 Construction

Les caractéristiques de l'environnement (mécanique, électrique, chimique) dans lequel le système sera installé sont indiquées dans cet article. Peuvent, par exemple, être spécifiés : les limites de poids, les moments d'inertie, les limitations de dimensions et de volume, l'espace réservé à l'équipage, la disposition du poste de commande, le mode d'entrée, le mode de sortie et l'accès pour l'entretien. Il est également nécessaire d'énoncer les exigences relatives aux matériaux à utiliser pour l'article ou le service couvert par cette spécification. Tout comme les exigences liées aux plaques signalétiques et marquages, à l'interchangeabilité de l'équipement, et à l'exécution du travail.

3.1.3 Adaptabilité

Cet article doit mentionner la croissance, l'expansion, la capacité et la contraction. Par exemple, s'il est impératif que le système soit prévu pour l'augmentation de la largeur de bande nécessaire au réseau, il doit être spécifié que la baie comprendra des fentes supplémentaires, destinées à recevoir les cartes de réseau qui seront ajoutées au fur et à mesure de l'accroissement de la demande.

3.1.4 Conditions ambiantes

Cet article décrit les conditions ambiantes que le système rencontrera. En particulier, le milieu naturel (vent, pluie, température), le milieu induit (mouvement, chocs, bruits) et l'environnement électromagnétique.

3.2 Caractéristiques de rendement

Cet article sert à mettre en évidence les conditions essentielles de rendement et les capacités associées. De façon générale, il s'agit de :

- a) Actions ou modifications dynamiques (taux, vitesses, mouvements, niveaux de bruit, etc.) ;
- b) Critères quantitatifs relatifs à la capacité d'endurance de l'équipement, qui répond aux besoins de l'utilisateur, dans les conditions environnementales et autres stipulées. Ces critères (ex. : la durée de vie minimum prévue) indiquent la durée de session opérationnelle requise et le taux d'utilisation planifié ;
- c) Exigences de rendement des phases et modes opérationnels.

3.3 Sécurité

Les exigences de sécurité, qui concernent l'installation hébergeant le système, et les exigences de sécurité opérationnelle apparaissent dans cette sous-section. Il peut s'agir, par exemple, de la spécification des exigences de sécurité et de confidentialité, dont les limitations d'accès au système (procédures de connexion et mot de passe), et les méthodes de protection et de récupération des données. Ces exigences peuvent inclure les dispositifs qui permettraient de protéger le système en cas d'accès, d'utilisation, de modification, de destruction ou de divulgation accidentel ou malveillant. Elles devraient comprendre, particulièrement dans le cas d'un système intégré dont la sécurité est un élément essentiel, un journal ou un historique des données distribué, l'attribution de certaines fonctions à différents sous-systèmes ou la restriction des communications entre certaines zones du système.

3.5.1 Ergonomie

Cet article indique les documents associés et spécifie les exigences spéciales et uniques (contraintes relatives à l'attribution de fonctions aux membres du personnel et aux communications, interactions personnel-équipement, etc.). Elle devrait également inclure les zones, postes et équipements spécifiques, pour lesquels une attention très particulière doit être portée à l'ergonomie, en raison de la sensibilité de l'opération ou de la criticité de la tâche (c.-à-d. les zones où l'effet d'une erreur humaine serait particulièrement néfaste).

3.5.2 Maintenabilité

Cet article spécifie les exigences quantitatives en matière de facilité de maintenance. Ces exigences s'appliquent aux opérations d'entretien exécutées dans l'environnement de maintenance et de soutien prévu. Elles doivent être énoncées en termes quantitatifs, par exemple :

- a) Temps (temps d'indisponibilité moyen et maximal, temps de réaction, temps de maintenance, temps de réparation moyen et maximal, temps moyen entre deux opérations de maintenance, etc.) ;
- b) Taux (heures-personnel d'entretien par opération de maintenance spécifique, taux de disponibilité, temps de maintenance par heure de fonctionnement, fréquence de la maintenance préventive, etc.) ;
- c) Complexité de maintenance (nombre de personnes et niveau de compétence, diversité d'équipements de soutien, etc.) ;
- d) Indices d'opérations de maintenance (coûts de maintenance par heure de fonctionnement, heures-personnel par révision, etc.).

3.5.3 Fiabilité

Cet article spécifie les exigences de fiabilité en termes quantitatifs, et définit les conditions pour lesquelles ces exigences doivent être respectées. Il peut également contenir le modèle de répartition des valeurs de fiabilité attribuées aux fonctions du système, afin qu'elles contribuent à atteindre le niveau de fiabilité souhaité.

3.6 Politiques et réglementation

C'est ici que se trouvent détaillées les politiques organisationnelles qui touchent le fonctionnement ou le rendement du système, ainsi que toute exigence réglementaire ou contrainte imposée par les pratiques commerciales normales. Parmi ces exigences, le soutien multilingue, les politiques en matière de travail, la protection des renseignements personnels et la subordination à un organisme de réglementation.

Les critères de santé et sécurité, dont les critères élémentaires de conception du système et ceux relatifs aux caractéristiques de l'équipement, les modes de fonctionnement et les facteurs environnementaux devraient apparaître ici.

Cette sous-section devrait également contenir les exigences relatives aux produits toxiques et au rayonnement électromagnétique.

3.7 Maintien du cycle de vie

Cette sous-section présente les opérations qui permettent la réalisation d'un système de qualité, telles que l'étude, et la prise de mesures et leur analyse.

4. Interfaces

Cette section contient la spécification des exigences en matière d'interfaces reliant les divers composants à leurs capacités externes, dont les utilisateurs, et les systèmes humains et autres. Les caractéristiques des interfaces avec les systèmes en développement ou à venir doivent également être incluses. Il est aussi nécessaire de préciser les interdépendances ou contraintes associées aux interfaces (protocoles de communication, dispositifs spéciaux, normes, formats fixes, etc.), qui peuvent assurer un flux bidirectionnel d'information. Par souci de clarté, il est conseillé d'employer une représentation graphique des interfaces lorsque cela est nécessaire.

REMARQUE : Ce sommaire n'inclut pas les catégories de capacités correspondant à tous les domaines. Par exemple, il ne couvre pas les communications, le stockage, la distribution, les capteurs et l'instrumentation. En outre, le lecteur pourra, à sa convenance, organiser différemment les sections, sous-section et articles décrits ci-dessus.

Annexe B

(informative)

Bibliographe

[B1] BLANCHARD, Benjamin S. *System Engineering Management*. Wiley-Interscience, 1991.

[B2] BLANCHARD, Benjamin S. et Walter J. FABRYCKY. *Systems Engineering & Analysis*. International Series and Industrial & Systèmes Engineering, Prentice Hall, 1990.

[B3] GAUSE, Donald C. et Gerald M. WEINBERG. *Exploring Exigences: Quality Before Design*. New York, Dorset House Publishing, 1989.

Annexe C

(informative)

Lignes directrices concernant la conformité avec la norme IEEE/EIA 12207.1-1997

C.1 Présentation

Le Software Engineering Standards Committee (SESC) de l'IEEE Software Society a avalisé une politique d'adoption des normes internationales. La norme internationale *ISO/IEC 12207 – Technologie de l'information - Processus du cycle de vie du logiciel* a été publiée en 1995. Cette norme établit un cadre commun aux processus du cycle de vie des logiciels, avec une terminologie bien définie, auquel peut se reporter l'industrie du logiciel.

En 1995, le SESC a évalué la norme ISO/IEC 12207 et a décidé de l'adopter, afin qu'elle serve de base pour les processus du cycle de vie du Software Engineering Collection [*Recueil de génie logiciel, NDT*] de l'IEEE. L'adaptation de cette norme réalisée par l'IEEE s'intitule IEEE/EIA 12207.0-1996. Elle contient la norme ISO/IEC 12207 et les ajouts suivants : approche améliorée de la conformité, objectifs des processus du cycle de vie, objectifs des données du cycle de vie et errata.

La mise en application de la norme ISO/IEC 12207 dans l'IEEE inclut également les documents suivants :

- IEEE/EIA 12207.1-1997 – IEEE/EIA Guide for information technology - Software life cycle processes – Life cycle data ;
- IEEE/EIA 12207.2-1997 – IEEE/EIA Guide for information technology - Software life cycle processes – Implementation considerations ;
- Ajouts à 11 normes du SESC (c.-à-d. normes IEEE 730, 828, 829, 830, 1012, 1016, 1058, 1062, 1219, 1233 et 1362), pour établir la corrélation entre les renseignements provenant des normes actuelles du SESC et les données issues de l'application de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997.

REMARQUE : Bien que le document IEEE/EIA 12207.1-1997 soit en fait un guide, il contient également des dispositions concernant son utilisation en tant que norme, avec des exigences de conformité particulières. Cette annexe considère le document 12207.1-1997 comme une norme.

Pour se conformer au présent guide et au document IEEE/EIA 12207.1-1997, il est essentiel que l'utilisateur étudie et satisfasse aux exigences de données de ces deux normes.

Lorsque le présent guide est directement utilisé comme référence, la conformité doit être évaluée en priorité par rapport à cette norme uniquement. Lorsqu'il est utilisé conjointement aux normes IEEE/EIA 12207.x, la référence de la conformité prioritaire est la norme IEEE/EIA 12207.x indiquée, sauf mention contraire.

C.1.1 Portée et objectif

Le présent guide et la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 insèrent tous deux les exigences dans le cadre d'une spécification d'exigences de système. Cette annexe explique donc la relation entre ces deux ensembles d'exigences, dans le but de permettre à l'utilisateur chargé de produire des documents conformes à ces normes de mener à bien sa mission.

C.2 Corrélation

Cette sous-section montre la relation entre le présent guide et la norme IEEE/EIA 12207.0-1996, en ce qui a trait à la terminologie, aux processus et aux données du cycle de vie.

C.2.1 Corrélation en matière de terminologie

Les termes clés du système, des exigences et de la spécification sont formulés de manières similaires dans ce guide et dans la norme IEEE/EIA 12207.0-1996. La norme IEEE 1233-1998 apporte cependant un supplément de clarification de la sémantique des exigences, grâce au concept d'*exigence bien formée*.

C.2.2 Corrélation en matière de processus

Ce guide et la norme IEEE/EIA 12207.0-1996 emploient tous deux une approche orientée processus pour la définition de l'ensemble des exigences relatives à un système. La différence réside dans le fait que le présent document se concentre sur l'élaboration des exigences, alors que l'IEEE/EIA 12207.0-1996 propose une vue globale du cycle de vie. De plus, la norme 1233-1998 n'emploie pas pour les processus le modèle d'activité et de tâche de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996. Elle précise, par contre, les divers acteurs qui interviennent dans la définition et la mise en œuvre d'une spécification d'exigences de système. Enfin, elle propose une description plus détaillée des éléments qui entrent dans la préparation d'une spécification d'exigences de système.

C.2.3 Corrélation en matière de données du cycle de vie d'une spécification d'exigences de système

L'information relative à une spécification d'exigences de système requise par ce guide et celle réclamée par la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 sont semblables. Il est donc raisonnable de penser qu'un même document puisse respecter les deux normes. Enfin, ces deux guides utilisent une approche orientée processus pour décrire le contenu d'une spécification d'exigences de système.

C.2.4 Corrélation des autres données du cycle de vie entre les normes IEEE/EIA 12207.1-1997 et IEEE 1233-1998

Le tableau C.1 illustre la corrélation entre la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 et ce guide, en ce qui a trait aux données du cycle de vie autres que la spécification d'exigences de système. L'information qu'il présente intéressera les utilisateurs des deux normes.

Tableau C. 1 – Corrélation des autres données du cycle de vie entre les normes IEEE/EIA 12207.1-1997 et IEEE 1233-1998

Élément d'information	Paragraphe de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996	Type de documentation	Sous-section de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997	Sous-section de la norme IEEE 1233-1998
Architecture du système et description de l'allocation des exigences	5.3.3.1, 5.3.3.2	Description	6.25	7.3
Dossier d'évaluation des exigences de système	5.3.2.2	Dossier	6.6	6.0

C.3 Conformité d'un document

Les renseignements contenus dans cette sous-section partent du postulat qu'une spécification d'exigences de système conforme à ce guide peut également respecter la notion de *conformité d'un document avec une*

spécification d'exigences de système, précisée dans la norme IEEE/EIA 12207.1-1997, à la condition qu'elle contienne l'information supplémentaire mentionnée dans la troisième colonne des tableaux C.3 et C.4 de ce guide. Les exigences relatives à la conformité d'un document sont résumées en une seule ligne, dans le tableau 1 de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997. Cette ligne est reprise dans le tableau C.2 du présent guide.

Tableau C.2 – Sommaire des exigences relatives à une spécification d'exigences de système, extrait du tableau 1 de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997

Élément d'information	Paragraphe de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996	Type de documentation	Sous-section de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997	Références
Spécification d'exigences de système	5.1.1.2, 5.3.2.1, 5.3.2.2	Spécification	6.26	Norme IEEE 1220-1998 Norme IEEE 1233- 1998 Norme EIA/IEEE J-016-1995, F.2.2 Norme MIL-961D Voir également les normes ISO/IEC 5806, 5807, 6593, 8631, 8790 et 11411 pour les lignes directrices sur l'utilisation des notations.

Les exigences de conformité d'un document sont décrites dans les articles suivants :

- L'article C.3.1 examine la conformité avec les exigences d'information indiquées à la colonne 2 du tableau C.2, tel que précisé aux paragraphes 5.1.1.2, 5.3.2.1 et 5.3.2.2 de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996.
- L'article C.3.2 décrit la conformité avec les lignes directrices en matière de contenu générique (le *type de document*), indiquées à la colonne 3 du tableau C.2, sous l'appellation *spécification*. Les lignes directrices en matière de contenu générique d'une spécification sont décrites à la sous-section 5.7 de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997.
- L'article C.3.3 examine la conformité avec les exigences particulières relatives à une spécification d'exigences de système, indiquées à la colonne 4 du tableau C.2, tel que précisé à la sous-section 6.26 de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997.
- L'article C.3.4 présente la conformité avec les objectifs des données du cycle de vie mentionnés à l'annexe H de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996, tel que décrit à la sous-section 4.2 de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997.

C.3.1 Conformité avec les exigences d'information de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996

Les exigences d'information pour une spécification d'exigences de système sont précisées aux paragraphes 5.1.1.2, 5.3.2.1 et 5.3.2.2 de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996. La plupart d'entre elles sont tirées de l'article 6.26.3 de l'IEEE/EIA 12207.1-1997, et sont également traitées à l'article C.3.3. Les seules exceptions concernent les exigences de test, les normes de conformité, les procédures (requis au paragraphe 5.1.1.2 de l'IEEE/EIA 12207.0-1996) et les capacités (requis au paragraphe 5.3.2.1 de l'IEEE/EIA 12207.0-1996). Le présent guide traite de façon extensive des capacités, permettant ainsi le respect de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996. Bien que la spécification d'exigences de test, de normes de conformité et de procédures ne soit pas couverte dans la présente cette norme, ces dernières constituent certainement des exigences supplémentaires auxquelles un document qui respecte ce guide doit satisfaire pour se conformer également à la norme IEEE/EIA 12207.0-1996.

C.3.2 Conformité avec les lignes directrices générales en matière de contenu de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997

Les lignes directrices générales en matière de contenu d'une *spécification*, établies dans le document IEEE/EIA 12207.1-1997, sont précisées à la sous-section 5.7. Pour être déclarée conforme, une spécification doit réaliser l'objectif énoncé à l'article 5.7.1 et comprendre l'information indiquée à l'article 5.7.2 de cette même norme.

Une spécification a pour objectif :

IEEE/EIA 12207.1-1997, article 5.7.1 : Objectif : Spécifier une fonction, un rendement ou un processus recherché (ex. : spécification d'exigences).

Une spécification d'exigences de système qui respecte ce guide réalise cet objectif.

Toute spécification conforme à la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 doit satisfaire aux exigences de contenu générique précisées à l'article 5.7.2 de cette même norme. Le tableau C.3 du présent guide dresse la liste des éléments de contenu générique et, le cas échéant, indique la section de la norme IEEE 1233-1998 qui exige la même information.

Tableau C.3 – Couverture des exigences de spécification générique de la norme IEEE 1233-1998

Contenu générique de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997	Parties correspondantes de la norme IEEE 1233-1998, annexe A	Ajouts aux exigences de la norme 1233-1998, annexe A
a) Date de publication et statut	—	La date de publication et le statut doivent être indiqués.
b) Portée	1.2 Portée	—
c) Organisation responsable de la publication	—	L'organisation responsable de la publication doit être identifiée.
d) Références	1.4 Références	—
e) Responsable de l'approbation	—	Le responsable de l'autorisation doit être identifié.
f) Corps	2. Description générale 3. Capacités, conditions et contraintes 4. Interfaces	—
g) Consignes de livraison	—	Les consignes de livraison du client doivent être indiquées.
h) Exigences relatives à l'assurance	—	Les exigences relatives à l'assurance, fixées par le client, doivent être indiquées.
i) Conditions	2.4 Principales conditions	—
... contrainte et ...	2.5 Principales contraintes	—
... caractéristiques	2.6 Caractéristiques des utilisateurs	—
i) Glossaire	1.3 Définitions, acronymes et abréviations	—
j) Historique des modifications	—	Un historique des modifications apportées à la spécification d'exigences de système doit être fourni ou indiqué en référence.

C.3.3 Conformité avec les exigences de contenu spécifique de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997

Les exigences de contenu spécifique pour une spécification d'exigences de système stipulées dans la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 sont précisées à la sous-section 6.26. Pour qu'une spécification d'exigences de système soit déclarée conforme, elle doit réaliser l'objectif fixé à l'article 6.26.1 et comprendre l'information indiquée à l'article 6.26.3 de cette même norme.

La spécification d'exigences de système a pour objectif :

IEEE/EIA 12207.1-1997, article 6.26.1: Objectif : Préciser les exigences d'un système ou sous-système et les méthodes à employer pour s'assurer que chaque exigence a été respectée. La

spécification d'exigences de système sert de base à la conception et au test d'admission d'un système ou sous-système.

Une spécification d'exigences de système qui respecte ce guide, ainsi que les exigences supplémentaires mentionnées aux tableaux C.3 et C.4 de cette norme, réalise également l'objectif fixé.

Une spécification d'exigences de système qui respecte la norme IEEE/EIA 12207.1-1997 doit satisfaire aux exigences de contenu spécifique précisées à l'article 6.26.3 de cette même norme. Le tableau C.4 de ce guide dresse la liste des éléments de contenu spécifique et, le cas échéant, indique la section de la norme IEEE 1233-1998 qui exige la même information.

Tableau C.4 – Couverture des exigences de spécification spécifiques de la norme IEEE 1233-1998

Contenu spécifique de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997	Parties correspondantes de la norme IEEE 1233-1998, annexe A	Ajouts aux exigences de la norme 1233-1998, annexe A
a) Information de spécification générique	Voir tableau C.3	—
b) Identification et ...	1.2 Portée	—
... présentation du système	1.5 Présentation du système	—
c) États et modes requis	2.2 Modes et états	—
d) Exigences relatives aux fonctions et ...	2.8 Scénarios opérationnels	Les exigences relatives aux fonctions du système doivent être indiquées.
... rendement.	3.2 Caractéristiques de rendement	—
e) Exigences commerciales, ...	3.6 Politiques et réglementation	—
... exigences organisationnelles, ...	3.6 Politiques et réglementation	—
... et exigences de l'utilisateur	3.5.1 Ergonomie	—
f) Exigences relatives à la sûreté ...	3.6 Politiques et réglementation	—
... exigences relatives à la sécurité,...	3.3 Sécurité 3.6 Politiques et réglementation	—
... exigences relatives à la confidentialité	3.6 Politiques et réglementation	—
g) Exigences relatives à l'ergonomie	3.5.1 Ergonomie	—
h) Exigences relatives à l'exploitation ...	3.5 Exploitation	—
... exigences relatives à la maintenance	3.7 Maintien du cycle de vie	—
i) Exigences relatives aux interfaces externes	4. Interfaces	—
j) Exigences relatives à l'environnement	3.1.4 Conditions ambiantes 3.6 Politiques et réglementation	—
k) Contraintes de conception ...	2.5 Principales contraintes 3.6 Politiques et réglementation	—
... et exigences relatives à l'admissibilité	—	Les exigences relatives à l'admissibilité du système, fixées par le client, doivent être indiquées.
l) Exigences relatives aux ressources informatiques	3.2 Caractéristiques de rendement	—
l) (i) Exigences relatives au matériel informatique	—	Les exigences relatives au matériel informatique doivent être indiquées.
l) (ii) Exigences relatives au matériel informatique, y compris les exigences relatives à l'utilisation	—	Les exigences relatives aux ressources matérielles informatiques, y compris les exigences relatives à l'utilisation, doivent être indiquées.
l) (iii) Exigences relatives aux logiciels informatiques	—	Les exigences relatives aux logiciels informatiques doivent être indiquées.

Contenu spécifique de la norme IEEE/EIA 12207.1-1997	Parties correspondantes de la norme IEEE 1233-1998, annexe A	Ajouts aux exigences de la norme 1233-1998, annexe A
l) (iv) Exigences relatives aux communications informatiques	—	Les exigences relatives aux communications informatiques doivent être indiquées.
m) Caractéristiques de qualité	—	Les caractéristiques de qualité doivent être indiquées.
n) Exigences relatives aux données internes	—	Les exigences relatives aux données internes doivent être indiquées.
o) Exigences relatives aux données dépendantes de l'installation	—	Les exigences relatives aux données dépendantes de l'installation doivent être indiquées.
p) Exigences physiques	3.1 Physiques	—
q) Exigences relatives au personnel,	3.5.1 Ergonomie	—
... exigences relatives à la formation,	—	Les exigences relatives à la formation doivent être indiquées.
... et exigences logistiques	3.5.2 Maintenabilité	—
r) Exigences relatives à l'emballage	—	Les exigences relatives à l'emballage, fixées par le client, doivent être indiquées.
s) Priorité et criticité des exigences	—	La priorité et la criticité des exigences doivent être stipulées.
t) Motifs	—	Le motif des exigences de système doit être précisé.

C.3.4 Conformité avec les objectifs des données du cycle de vie

S'ajoutant aux exigences de contenu, les données du cycle de vie doivent être gérées conformément aux objectifs énoncés à l'annexe H de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996.

REMARQUE : Les éléments d'information couverts par ce guide comprennent les plans et dispositions pour la création de données de cycle de vie de logiciel rattachées au type de base « données d'exigences » (*requirements data*), à la sous-section H.4 de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996. Cette section fournit les données d'exigences suivantes : fonctionnalité prévue, contexte opérationnel, contraintes et attentes de rendement, base de test de qualification et justification des principales décisions.

C.4 Conclusion

L'analyse développée dans cette annexe suggère que toute spécification d'exigences de système rédigée à l'aide du présent guide, et qui respecte les exigences de contenu précisées aux tableaux C.3 et C.4, est également conforme aux exigences d'une spécification d'exigences de système énoncées dans le document IEEE/EIA 12207.1-1997. En outre, dans un but de conformité à cette même norme IEEE/EIA 12207.1-1997, une spécification d'exigences de système doit permettre de réaliser les objectifs de données de cycle de vie stipulés à l'annexe H de la norme IEEE/EIA 12207.0-1996.