Institutional Repository - Research Portal
Dépôt Institutionnel - Portail de la Recherche
researchportal.unamur.be
University of Namur

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Vérification et validation d'un système expert pour la mesure fonctionnelle (CosmicXpert)

Gruselin, François; Vilz, Julien

Award date:
2003

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 03. Jul. 2025

Faculté Universitaire Notre Dame de la Paix, Namur

Institut d'informatique.

Année académique 2002-2003

VERIFICATION ET VALIDATION D'UN SYSTEME EXPERT POUR LA MESURE FONCTIONNELLE (COSMICXPERT)

par

François GRUSELIN et Julien VILZ

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de

Maître en Informatique

UBS 10027562

RESUME

La gestion de développement d'application informatique reste une activité du génie logiciel peu maîtrisée. Les mesures fonctionnelles constituent un outil pour aider les gestionnaires à mieux gérer leurs projets. Cependant, l'application des mesures fonctionnelles n'est pas aisée et nécessite une certaine expérience pour l'identification des concepts à mesurer.

La création d'un système expert devient nécessaire afin de faciliter et améliorer l'apprentissage d'une méthode de mesure, la qualité des résultats de mesure et les performances du mesureur. Un tel système, CosmicXpert, a été développé pour la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP.

Comme dans tout développement, ce système expert n'échappe pas à des étapes de vérification et validation. Actuellement, la littérature ne propose pas de processus de vérification et validation adapté à des systèmes experts hybrides. Ce travail a pour objectif de proposer une solution pour la vérification et la validation de systèmes experts complexes existants par l'intégration de deux processus : un concernant la vérification et la validation et l'autre concernant les choix de conception.

ABSTRACT

Management of software development stays an activity of the software engineering little mastered. The functional software measures constitute a tool to help the administrators to manage better their projects. However, the application of the functional measures is not easy and requires a certain experience for the identification of the concepts to be measured.

The creation of an expert system becomes necessary to facilitate and improve the learning of a method of measure, the quality of the results of measure and the performances of the measurer. Such a system, CosmicXpert, was developed for the functional measure COSMIC-FFP.

As in any development, this expert system does not escape stages of verification and validation. Till now, literature doesn't propose process of verification and validation adapted to hybrid expert systems.

This work has for objective to suggest a solution for the verification and the validation of existing complex expert system by the integration of two processes: one concerning the verification and the validation and the other one concerning the choices of conception.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION **1**

CHAPITRE 1 : ETAT DES LIEUX DE LA VERIFICATION ET VALIDATION DES SYSTEMES EXPERTS **2**

1. APERÇU DES SYSTEMES EXPERTS 2
   - *1.1. Système expert basé sur des règles* *3*
   - *1.2. Système expert basé sur un modèle* *3*
   - *1.3. Système expert basé sur des cas* *4*
   - *1.4. Les systèmes hybrides* *5*
2. DEFINITION DU PROCESSUS DE VERIFICATION ET VALIDATION 5
3. LE PROCESSUS DE L'INGENIERIE DE LA CONNAISSANCE 6
   - *3.1. Spécification des besoins* *6*
   - *3.2. Modèle conceptuel* *7*
   - *3.3. Modèle architectural* *7*
   - *3.4. Le système implémenté* *7*
4. TECHNIQUES DE VERIFICATION ET VALIDATION 7
   - *4.1. Méthodes statiques* *8*
   - *4.2. Méthodes dynamiques* *9*

CHAPITRE 2 : UNE MESURE FONCTIONNELLE : COSMIC-FFP **11**

1. INTRODUCTION 11
2. CONTEXTE 11
3. LE DOMAINE DU SYSTEME EXPERT 13
4. MODELE DU PROCESSUS DE MESURE DE COSMIC-FFP 15
   - *4.1. Extraction des fonctionnalités utilisateurs requises (FUR)* *16*
   - *4.2. Phase de mise en correspondance de COSMIC-FFP* *16*
   - *4.3. Phase de la mesure COSMIC-FFP* *19*
5. CONTEXTE DE LA MESURE DE LA TAILLE FONCTIONNELLE 19

CHAPITRE 3 : RESENTATION DE COSMICXPERT **22**

1. LES OBJECTIFS DE COSMICXPERT 22
2. LE PROCESSUS DE MESURE 22
   - *2.1. Phase de compréhension* *23*
   - *2.2. Phase d'interprétation* *23*
   - *2.3. Phase d'utilisation* *24*
   - *2.4. Phase de résolution* *24*
3. MODELISATION DES CONNAISSANCES 24
   - *3.1. Ontologies* *24*
   - *3.2. Les tâches intégrées au système expert* *26*
   - *3.3. Méthode de résolution de problèmes utilisée dans le système expert* *27*
   - *3.4. Inférences du système expert* *27*
   - *3.5. Le domaine de connaissances de CosmicXpert* *27*
4. COSMICXPERT : UN SYSTEME EXPERT HYBRIDE 28
   - *4.1. CosmicXpert : un système expert basé sur des cas* *29*
   - *4.2. CosmicXpert : un système expert basé sur des règles* *30*
5. DESCRIPTION DES FONCTIONNALITES 33
6. EXEMPLE DE RESOLUTION D'UN CAS PROBLEME 35

CHAPITRE 4 : DIFFICULTES DE LA VERIFICATION ET VALIDATION D'UN SYSTEME EXPERT ET PROPOSITION DE SOLUTIONS **39**

1. DIFFICULTES DE LA VERIFICATION & VALIDATION D'UN SYSTEME EXPERT 39
   - *1.1. Formalisme hétérogène de représentation des connaissances* *39*
   - *1.2. Evolution et grandeur de la base de connaissances* *39*

1.3. Manque de classification standard des anomalies *40*
1.4. Difficulté de tester les systèmes de connaissances *40*
2. PROPOSITION DE SOLUTIONS POUR LA VERIFICATION ET LA VALIDATION COSMICXPERT 41
2.1. Processus de vérification et validation *41*
2.2. Processus de réingénierie *42*
3. OBJECTIF FINAL DE LA SOLUTION 42

CHAPITRE 5 : LE PROCESSUS DE VERIFICATION ET VALIDATION DE LA BASE DE CONNAISSANCES D'UN SYSTEME EXPERT 44

1. LA BASE DE CONNAISSANCES DE DIAGNOSTIQUES 45
2. IDENTIFICATION DES CRITERES 45
3. CHOIX DES TECHNIQUES DE V&V 47
4. LE JOURNAL DE V&V 49
5. EXPERIMENTATION DES TECHNIQUES 49
6. L'ANALYSE 50
7. LA PONDERATION 50
8. L'EVALUATION 50
9. LE RAFFINEMENT DU SYSTEME 51

CHAPITRE 6 : APPLICATION DU PROCESSUS DE VERIFICATION & VALIDATION 52

1. CHARTE DE STRUCTURATION 52
2. CYCLE 1 DE VERIFICATION (PROTOTYPE 1) 54
2.1. Base de connaissances *54*
2.2. Choix des critères de vérifications *55*
2.3. Techniques de vérifications utilisées *55*
2.4. Expérimentation *56*
2.5. Analyse *57*
2.6. Évaluation *59*
2.7. Raffinement de la base de connaissances *62*
3. CYCLE 2 DE VERIFICATION (PROTOTYPE 1 A) 63
3.1. Base de connaissances *63*
3.2. Choix des critères de vérification *63*
3.3. Techniques de vérification utilisées *64*
3.4. Expérimentation *64*
3.5. Analyse *65*
3.6. Évaluation *67*
3.7. Raffinement de la base de connaissances *69*
4. CYCLE 3 DE VERIFICATION (PROTOTYPE 2) 70
4.1. Base de connaissances *70*
4.2. Choix des critères de vérification *71*
4.3. Techniques de vérifications utilisées *71*
4.4. Expérimentation *72*
4.5. Analyse *73*
4.6. Évaluation *77*
4.7. Raffinement de la base de connaissances *78*
5. CONCLUSION DE LA VERIFICATION 79
6. CYCLE DE VALIDATION 79
6.1. Validation des scénarios *80*
6.2. Validation des connaissances par des experts *82*
6.3. Validation de l'objectif d'apprentissage *87*
7. CONCLUSION DE LA VALIDATION 92

CHAPITRE 7 : REINGENIERIE DE SYSTSEMES A BASE DE DOCUMENTS ET APPLICATION A COSMICXPERT 93

1. PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT D'UN SYSTEME EXPERT 93
2. METHODE DE REINGENIERIE DE DOCUMENTS 94
2.1. Prérequis *94*
2.2. Choix de langages formels *94*

2.3. Définition des types de documents *94*
2.4. Traduction des documents *95*
2.5. Adaptation du logiciel *95*
3. APPLICATION DE LA METHODE A COSMICXPERT 96
3.1. Validité des hypothèses de conception du premier prototype *96*
3.2. Choix des langages de représentation des connaissances *96*
3.3. Principes généraux de la définition des types de documents *98*
3.4. Première approche *102*
3.5. Deuxième approche *105*
4. INTEGRATION DE FONCTIONNALITES POUR FACILITER LA VERIFICATION ET VALIDATION 113
4.1. Générateur de rapports *114*
4.2. Générateur de tests *116*

CONCLUSION **118**

PERSPECTIVES **120**

1. RAFFINEMENT DU PROCESSUS DE VERIFICATION ET VALIDATION 120
2. AMELIORATION DU PROTOTYPE 2 DE COSMICXPERT 120
2.1. Ajout des scénarios manquants *120*
2.2. Ajout de mots clés *120*
2.3. Améliorer la sélection des cas problèmes *121*
3. INTEGRATION DE NOUVELLES RECHERCHES CONCERNANT COSMIC-FFP 121

BIBLIOGRAPHIE **123**

ANNEXES **126**

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Architecture d'un système expert pour un domaine de problèmes particuliers 3
Figure 2 : Le cycle de raisonnement basé sur des cas 4
Figure 3 : Processus d'ingénierie de la connaissance 6
Figure 4 : Concepts de COSMIC-FFP 14
Figure 5 : Modèle du processus de mesure de COSMIC-FFP 15
Figure 6 : Le modèle des FURs avant implantation de COSMIC-FFP 16
Figure 7 : Le modèle des FURs après implantation de COSMIC-FFP 16
Figure 8 : Processus de mise en correspondance COSMIC-FFP 17
Figure 9 : Flux générique des attributs à travers le logiciel selon une perspective fonctionnelle 18
Figure 10 : Un modèle général pour mesurer la taille fonctionnelle du logiciel 19
Figure 11 : Les types de mouvements de données et certaines de leurs relations 19
Figure 12 : Le chemin cognitif du mesureur 23
Figure 13 : Ontologie de CosmicXpert 25
Figure 14 : Enchaînement des tâches de la mesure dans le système expert 28
Figure 15 : Diagramme des cas d'utilisation de CosmicXpert 34
Figure 16 : Interface du mesureur dans CosmicXpert 35
Figure 17 : Sélection d'un mot clé 36
Figure 18 : Suggestion de concept topologique en fonction du mot clé 37
Figure 19 : Sélection d'un concept topologique 37
Figure 20 : Proposition de cas problème associé au concept topologique choisi 37
Figure 21 : Documentation d'un cas problème 37
Figure 22 : Sélection d'un cas problème 38
Figure 23 : Liste des thèmes associés au concept topologique et au cas problème 38
Figure 24 : Sélection d'un fait pour un thème 38
Figure 25 : Recommandation en fonction des faits choisis 38
Figure 26 : Intégration du processus de vérification et validation avec un processus de réingénierie 41
Figure 27 : Processus de vérification et validation d'un système expert 45
Figure 28 : Liens des connaissances de la base de connaissances avec le domaine COSMIC-FFP 53
Figure 29 : Spirale des cycles de V&V 54
Figure 30 : Moyenne des résultats pour le premier jour 90
Figure 31 : Moyenne des résultats pour le deuxième jour 91
Figure 32 : Moyenne des résultats combinés des deux jours 91
Figure 33 : Cycle de développement exploratoire 93
Figure 34 : Combinaisons des langages 98
Figure 35 : Application de la méthode à CosmicXpert 99
Figure 36 : type TextHTML 100
Figure 37 : Choix 100
Figure 38 : type InsideP 101
Figure 39 : Séquence 102
Figure 40 : Document Concept Topologique 104
Figure 41 : Diagramme des types de documents 106
Figure 42 : Liens contenus dans la base de données 108
Figure 43 : Lien entre les types de fichiers 109
Figure 44 : Document Concept Topologique 110
Figure 45 : Interface du second prototype 113
Figure 46 : Cas d'utilisation pour la validation par les experts 113
Figure 47 : Entrées/Sorties des tests fonctionnels de CosmicXpert 117

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Application des techniques de V&V au artefact du processus de développement de système expert. 8
Tableau 2 : Description des tâches pour CosmicXpert 26
Tableau 3 : Exemple d'application des règles 31
Tableau 4 : Calcul de l'influence des thèmes dans l'application des règles 31
Tableau 5 : Combinaison de l'influence des thèmes dans l'application des règles 32
Tableau 6 : Description d'un scénario 35
Tableau 7 : Gabarit du rapport de vérification 49
Tableau 8 : Nombre de connaissances suivant son type. 55
Tableau 9 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance 57
Tableau 10 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance 57
Tableau 11 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère 58
Tableau 12 : Nombre d'images redondantes suivant les différentes connaissances 59
Tableau 13 : Nombre de connaissances durant le deuxième cycle suivant le type de connaissance. 63
Tableau 14 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance 65
Tableau 15 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance 66
Tableau 16 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère 67
Tableau 17 : Nombre de connaissances durant le troisième cycle suivant le type de connaissances. 71
Tableau 18 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance 73
Tableau 19 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance 74
Tableau 20 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère 75
Tableau 21 : Propriétés du site vérifié 76
Tableau 22 : Résultats du test effectué par CheckSite 77
Tableau 23 : Résultats de l'expérimentation 84
Tableau 24 : Description du type TextHTML 100
Tableau 25 : Description du type InsideP 101
Tableau 26 : Description du document Concept Topologique 104
Tableau 27 : Description du document Concept Topologique 110
Tableau 28 : Gabarit de l'arbre de couverture 114

REMERCIEMENTS

Les auteurs voudraient avant tout remercier Jean-Marc DESHARNAIS initiateur du projet CosmicXpert qui nous a guidés dans la réalisation de ce travail. Nous le remercions également pour son attention particulière à notre égard.

Nous tenons à joindre à nos remerciements Naji HABRA, promoteur de ce travail, Ghislain LESVEQUES, responsable du Laboratoire de recherche en Gestion du Logiciel (LRGL) de l'UQAM, Alain ABRAN professeur à l'ETS de Montréal et co-fondateur de la mesure COSMIC-FFP, Valéry BEVO, chercheur au LRGL ainsi que les autres membres du laboratoire.

Nous adressons un merci tout particulier à la famille BERDNIKOFF pour leur chaleureux accueil et les démarches entreprises pour que notre séjour à Montréal soit inoubliable. Nous n'oublions pas de remercier Monsieur et Madame CLAUDEL de nous avoir mis en relation avec la famille BERDNIKOFF.

Nous tenons ensuite à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin nous ont aidés par leurs conseils durant la rédaction de ce mémoire.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à l'égard de nos parents pour leur soutien tout au long de nos études.

LEXIQUE

Acteur Un acteur représente un rôle joué par une personne ou une chose qui interagit avec un système [Muller 2000].

Administrateur C'est la personne qui gère les accès à CosmicXpert en inscrivant les noms des utilisateurs selon leur type (mesureur et expert) ainsi que les mots de passe et la durée des accès.

Anomalie Une anomalie réfère à une classe de fautes récurrentes en fonction d'une technique d'analyse.

Base de connaissances La base de connaissances est un ensemble d'acquis pertinents à un domaine de connaissances.

Cas d'utilisation Les cas d'utilisation décrivent sous la forme d'actions et de réactions, le comportement d'un système du point de vue d'un utilisateur. Ils permettent de définir les limites du système et les relations entre le système et l'environnement [Muller 2000].

Cas problème C'est un cas pour lequel le mesureur doit utiliser un processus de diagnostic pour identifier correctement un concept de l'ontologie COSMIC-FFP (ex. : identifier un groupe de données ou encore identifier un processus).

Cas Un cas est un morceau de connaissance pris dans le contexte. Le cas représente une expérience qui enseigne une leçon fondamentale pour réaliser les objectifs de la personne qui l'étudie [Kolodner 1993].

Concept topologique Dans le contexte de CosmicXpert, ce sont des concepts qui servent à établir des liens entre les concepts de l'ingénierie du logiciel et ceux de COSMIC-FFP.

COSMIC-FFP COmmon Software Measurement International Consortium – Full Function Point.

Couche Une couche est le résultat du partitionnement fonctionnel de l'environnement du logiciel où tous les processus fonctionnels inclus montrent un haut degré de cohésion et s'exécutent au même niveau d'abstraction.

Dans un environnement logiciel à plusieurs couches, celles-ci interagissent les unes avec les autres via leurs processus fonctionnels respectifs. Ces interactions sont hiérarchiques par nature; lorsque considérée par paire, une couche est « cliente » de l'autre. Une couche « cliente » utilise les services fonctionnels fournis par des couches subordonnées. Les éléments du logiciel dans la même couche peuvent aussi échanger des données. Ce type d'échange de données est habituellement appelé un échange de données « peer-to-peer ».

Ecriture Une écriture est un type de mouvement de données qui déplace un groupe de données se trouvant à l'intérieur d'un processus fonctionnel vers une partie de stockage.

Entrée Un type de mouvement de données qui déplace un groupe de données depuis un utilisateur à travers la frontière vers le processus fonctionnel où il est requis.

Envergure Un rapport qui définit quelle fonctionnalité est incluse dans la mesure entreprise.

Etude de cas Une étude de cas est constituée de documents expliquant un objet à mesurer.

Evénement déclencheur Un événement déclencheur est un événement qui se produit en dehors de la frontière du logiciel mesuré et initie un ou plusieurs processus fonctionnels. Dans un ensemble de FURs, chaque type d'événement qui déclenche un processus fonctionnel est indivisible pour cet ensemble de FURs.

Expert C'est la personne qui est responsable du contenu de la base de connaissances (mots clés, concepts topologiques, cas problèmes, thèmes avec réponses et recommandations).

Fait Un fait est le constat du mesureur par rapport à un thème et au cas problème relié à ce thème.

Fonctionnalité Utilisateur Requise (FUR) C'est un sous-ensemble de besoins de l'utilisateur. La FUR représente les pratiques et procédures de l'utilisateur que le logiciel doit accomplir pour répondre aux besoins de celui-ci. La FUR exclut les besoins en matière de qualité et les besoins techniques.

Frontière Une interface conceptuelle entre le logiciel en étude et ses utilisateurs.

Groupe de données Un groupe de données est un ensemble non vide, non ordonné et non redondant d'attributs. Chaque attribut décrit un aspect complémentaire du même objet d'intérêt (voir définition).

JSP (Java Server Page) est une technologie qui a pour but de contrôler le contenu ou l'apparence d'une page Internet par l'utilisation de servlets. Les servlets sont de petits programmes qui sont intégrés dans les pages Internet et qui s'exécutent sur le serveur Internet afin de modifier la page Internet avant de l'envoyer vers l'utilisateur qui l'a demandé.

Lecture Une lecture est un type de mouvement de données qui place un groupe de données de la partie de stockage à la portée du processus fonctionnel auquel il appartient.

Mesure fonctionnelle Une mesure de taille fonctionnelle est une mesure dérivée à partir de la quantité de fonctionnalités requises par l'utilisateur

Mesureur Le mesureur est l'utilisateur pour qui CosmicXpert est conçu. L'objectif du mesureur est de résoudre un problème de mesure fonctionnelle.

Méthode de mesure Une méthode de mesure est une séquence logique d'opérations, décrite de façon générique, utilisée dans la performance des mesures.

Mot clé Un mot clé est n'importe quel mot du domaine du génie logiciel ou de COSMIC-FFP pouvant être associé à un concept topologique.

Mouvement de données Un composant de base fonctionnelle qui déplace un ou plusieurs attributs appartenant à un seul groupe de données.

Objectif de la mesure Un rapport qui définit pourquoi la mesure a été entreprise, et/ou quel résultat sera utilisé.

Objet d'intérêt Un objet d'intérêt est identifié du point de vue des besoins fonctionnels de l'utilisateur. Il peut représenter des objets ou des parties d'objets trouvés dans le monde physique ou des objets conceptuels ou des parties d'objets conceptuels qui sont requis pour supporter le traitement et/ou la conservation des données.

Ontologie Une ontologie est selon [Mizocuchi 1996], une description d'un ensemble d'objets (définitions, concepts) appartenant à un domaine particulier et l'interaction qui lie ces objets entre eux.

Plan qualité Le plan qualité est l'ensemble des documents spécifiant le niveau de qualité souhaité et les normes à respecter.

Point de vue de la mesure Un point de vue des « fonctions utilisateurs requises » du logiciel défini afin de se concentrer sur des intérêts particuliers dans un système.

Processus Fonctionnel Un processus fonctionnel est un composant élémentaire d'un ensemble de besoins fonctionnels de l'utilisateur comprenant un ensemble de mouvements de données unique cohésif et indépendamment exécutable. Il est déclenché par un ou plusieurs événements déclencheurs directement ou indirectement via un « acteur ». Il est complet lorsqu'il a exécuté tout ce qui est requis en réponse à un déclencheur.

Recommandation Une recommandation est la proposition de solution fournie par le système ou des indications permettant au mesureur de raffiner sa solution (par exemple la référence d'un autre cas problème).

Réingénierie La réingénierie est définie comme l'examen et la transformation d'un système afin de le reconstruire dans une autre forme, et l'implémentation qui en découle.

RTF (Rich Text Format) Format portable de texte avec mise en page défini par Microsoft Corporation.

Sortie Une sortie est un type de mouvement de données qui déplace un groupe de données d'un processus fonctionnel à travers la frontière vers l'utilisateur qui le demande.

SWEBOK (SoftWare Engeneering Body Of Knowledge) Document délimitant les connaissances du génie logiciel.

Système expert Un système expert est un système de calcul capable de représenter et de raisonner sur des domaines riches de connaissances, comme la médecine ou la géologie, avec comme objectif de résoudre des problèmes et de donner des conseils.

Thème Les thèmes sont les pistes de réflexion à suivre par le mesureur pour trouver une solution aux cas problèmes.

UML est une spécification définissant un langage graphique de visualisation, de spécification, de construction et de documentation d'artefacts de système d'objets distribués.

Validation c'est le processus qui s'assure la construction du bon système.

Vérification c'est le processus qui s'assure de bien construire le système.

W3C (World Wide Web Consortium) Groupe responsable des standards de l'Internet.

XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) est une famille de types de documents et de modules actuels et futurs reproduisant un sous-ensemble et des extensions de HTML reformulés en XML.

XMI est un format largement utilisé pour partager des objets en utilisant XML. XMI est applicable à une large variété d'objets : analyse (UML), logiciel (Java, C++), composant (EJB, IDL, Corba Component Model), et base de données [OMG 2003].

XML (eXtensible Markup Language) est un format texte simple et très flexible dérivé de SGML (ISO 8879), conçu à l'origine afin de satisfaire les besoins de publications électroniques à large échelle. XML est aussi un acteur important dans l'échange de données très variée sur Internet et ailleurs.

XML Schéma définit un vocabulaire partagé auquel est associé des règles définies par l'utilisateur et exécutable par une machine. Ces schémas fournissent un moyen de définir la structure, le contenu et la sémantique de documents XML.

XSD (XML Schema Definition) voir XML Schéma

XSL (eXtenslible Stylesheet Language) est une famille de recommandations définissant la transformation et la présentation de documents XML.

XSLT (XSL Transformations) Une feuille de style XSLT spécifie la présentation d'une classe de documents XML en décrivant comment une instance de la classe est transformée en un document XML utilisant un vocabulaire prédéfini, comme (X)HTML.

INTRODUCTION

La mesure fonctionnelle est un outil important mais peu répandu pour la gestion du développement de logiciel. Les tâches de mesure sont encore réservées à des experts. La création de système expert est un facteur permettant de faciliter la diffusion et la compréhension de ces méthodes. Les auteurs de la méthode de mesure COSMIC-FFP en sont conscients. La naissance du projet CosmicXpert est issue de ce constat.

CosmicXpert est l'aboutissement de la thèse de doctorat de Jean-Marc DESHARNAIS co-auteur de la méthode COSMIC-FFP. Cette thèse a été réalisée au laboratoire de recherche en gestion du logiciel de l'Université du Québec à Montréal. Elle décrit, entre autre, la démarche cognitive du mesureur utilisant COSMIC-FFP et émet l'hypothèse qu'un système à base de connaissances pourrait aider le personnel de la mesure à acquérir et à maintenir les connaissances nécessaires à la mesure fonctionnelle des logiciels. CosmicXpert a été conçu afin de vérifier cette hypothèse.

L'efficacité d'un système expert dépend essentiellement de la qualité des connaissances qu'il contient. C'est pourquoi le développement de tel système doit impérativement intégrer un processus de vérification et validation.

Les processus de vérification et validation définis dans la littérature concernent dans la majorité des cas des systèmes experts basés sur des règles. Nous avons donc été contraints de concevoir une méthodologie adaptée à un système hybride.

Les trois premiers chapitres ont pour objectif de présenter les domaines nécessaires au développement d'un processus de vérification et validation adapté à CosmicXpert : les systèmes experts et les méthodes adaptées de vérification et validation, la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP et le système expert hybride CosmicXpert.

Le chapitre 4 expose les difficultés liées à la vérification et la validation des systèmes experts et introduit une solution, composée de deux processus, visant à réduire ces difficultés.

Le premier processus concerne la vérification et la validation, le second permet d'intégrer des choix de conception mieux adaptés aux conclusions du premier processus. Les chapitres 5, 6 et 7 décrivent ces processus ainsi que leurs applications à CosmicXpert.

Chapitre 1

ETAT DES LIEUX DE LA VERIFICATION ET VALIDATION DES SYSTEMES EXPERTS

1. Aperçu des systèmes experts

L'objectif du processus de vérification et validation est sensiblement différent dans le cas d'un système expert que dans le cas d'une application classique. C'est pourquoi il est important de pouvoir définir ce qu'est un système expert.

Une définition générale des systèmes experts est donnée dans [Jackson 1986]:

> *« Un système expert est un système de calcul capable de représenter et de raisonner sur des domaines riches de connaissances, comme la médecine ou la géologie, avec comme objectif de résoudre des problèmes et de donner des conseils. »*

WATERMAN [Waterman 1986] cité dans [Luger 2002] propose une classification des systèmes experts en fonction des problèmes qu'ils résolvent. Cette classification complète la définition de JACKSON et permet ainsi de bien délimiter l'ensemble des systèmes experts.

Les catégories de WATERMAN sont les suivantes :

- *Interprétation* - dégager des conclusions de haut niveau à partir de collections de données brutes.
- *Prédiction* - projeter des conséquences probables d'une situation donnée.
- *Diagnostique* - déterminer, à partir de symptômes observables, la cause de dysfonctionnement dans des situations complexes.
- *Conception* - trouver une configuration de composants d'un système afin d'atteindre, par exemple, des objectifs de performance tout en satisfaisant un ensemble de contraintes d'exécution.
- *Planification* – concevoir une séquence d'actions visant à atteindre un ensemble d'objectifs en fonction de conditions de départ et de contraintes d'exécution.
- *Surveillance* – comparer le comportement observé d'un système par rapport à son comportement attendu.
- *Education* – assister le processus d'apprentissage dans des domaines techniques.
- *Contrôle* – gouverner le comportement d'un environnement complexe.

Le processus de validation et vérification d'un système expert mettant en oeuvre une de ces méthodes doit être adapté à cette méthode. C'est pourquoi nous allons nous intéresser aux méthodes les plus répandues. LUGER dans [Luger 2002] en décrit quatre:

1) système expert basé sur des règles
2) système expert basé sur un modèle
3) système expert basé sur des cas
4) système expert hybride

1.1. Système expert basé sur des règles

Les systèmes experts basés sur des règles représentent les connaissances sous la forme d'expression « si ... alors ... » dont voici une exemple : si le moteur ne tourne pas, et que les lumières ne fonctionnent pas alors le problème provient de la batterie ou des câbles.

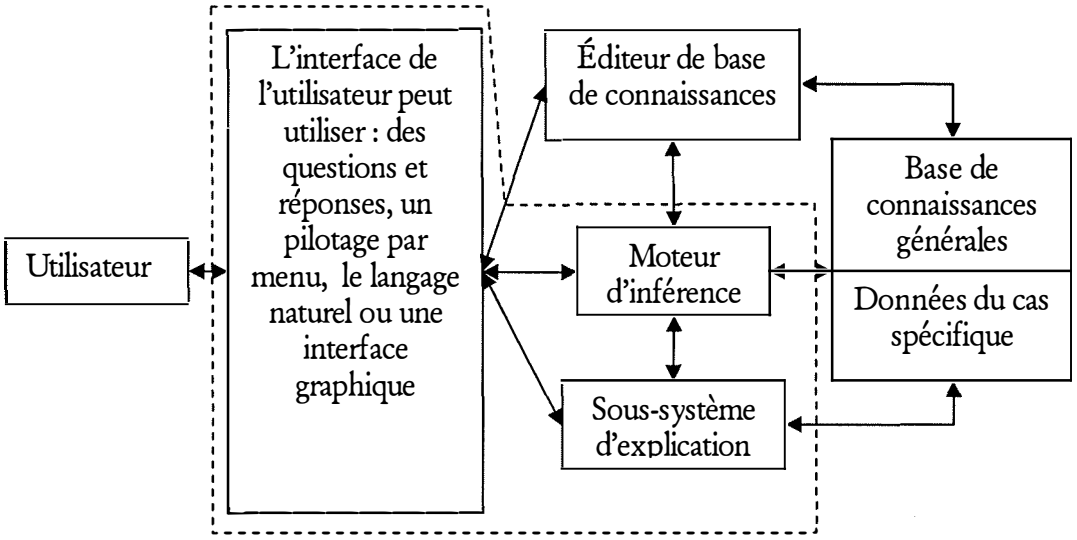


Figure 1 : Architecture d'un système expert pour un domaine de problèmes particuliers

Les données concernant le problème à résoudre sont introduites dans le système grâce à *l'interface utilisateur*. Les informations concernant le problème sont entrées via un questionnaire ou encore un texte en langage naturel, ou via des schémas.

Un *moteur d'inférence* applique les connaissances aux données du problème à résoudre. Le moteur d'inférence est en fait un interpréteur pour la base de connaissances constituées de règles dans ce cas.

Le système expert doit garder des traces des *données spécifiques au problème*, les faits, les conclusions et toutes autres informations concernant le problème à résoudre.

Le *sous-système d'explication* permet au programme d'expliquer son raisonnement à l'utilisateur et de le justifier.

Beaucoup de systèmes incluent un éditeur de base de connaissances, cet outil permet au programmeur de tester et d'ajouter de nouvelles connaissances sous forme de règles.

1.2. Système expert basé sur un modèle

> *« Un raisonneur de base de connaissances dont l'analyse est basée directement sur les spécifications et les fonctionnalités d'un système physique est appelé système basé sur un modèle. Dans sa conception et utilisation, un raisonneur basé sur un modèle crée un logiciel de simulation »* [Luger 2002].

La base de connaissances doit contenir selon LUGER:

- Une description de chaque composante de l'appareil à simuler.
- Une description de la structure interne de l'appareil. Cela consiste à représenter chacun de ses sous composants et leurs interconnexions.
- Des informations concernant les performances actuelles de l'appareil.

La représentation des connaissances d'un système utilisant un raisonneur de ce type peut prendre des formes très différentes.

Les relations entre composants et leurs fonctionnalités peuvent être décrites sous forme de règles. Le paradigme de programmation orientée objet est également un bon moyen de représenter les composants en terme d'objets et de méthodes.

1.3. Système expert basé sur des cas

« Une autre stratégie puissante utilisée est le raisonnement par cas. Un cas est constitué d'un exemple ou d'un problème passé et de ses différentes solutions. Le raisonnement par cas (CBR: Case-based reasoning) utilise une base de données explicite de solutions de problèmes à transposer sur des situations de résolutions de problèmes nouveaux. Ces solutions proviennent d'experts humains à travers un processus d'ingénierie de connaissances ou proviennent de résultats, de succès, ou d'échec précédant du système » [Luger 2002].

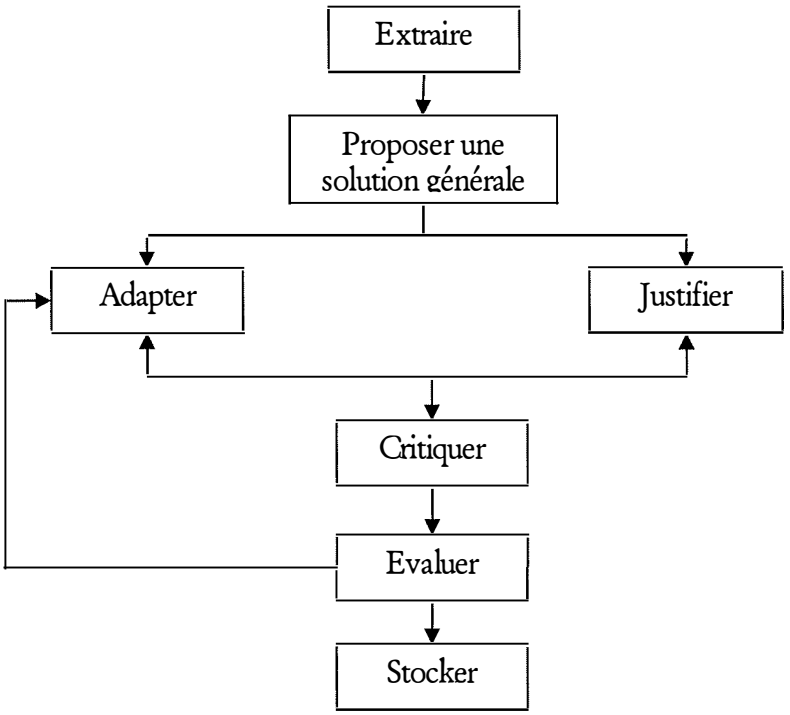


Figure 2 : Le cycle de raisonnement basé sur des cas

Janett KOLODNER décrit le cycle de raisonnement basé sur des cas à l'aide de la Figure 2 [Kolodner 1993].

1.3.1. Extraction d'un cas

L'extraction d'un cas se fait souvent en deux phases :

1) Appel à des anciens cas : L'objectif de cette phase est de sélectionner un ensemble de cas qui pourraient potentiellement aider l'utilisateur dans son raisonnement pour solutionner le nouveau cas.
2) Sélection du meilleur sous-ensemble : L'objectif de cette phase est de réduire l'ensemble des cas générés dans la première phase à un ou plusieurs cas les plus riches.

1.3.2. Proposition d'une solution générale

La proposition d'une solution générale consiste à extraire des cas sélectionnés dans l'étape précédente, les morceaux nécessaires pour construire une solution générale au nouveau cas.

1.3.3. Adaptation

L'étape d'adaptation consiste à adapter la solution générale proposée à l'étape précédente pour résoudre le nouveau cas.

1.3.4. Justification et critique

Avant d'essayer la solution sur le cas spécifique, elle est justifiée. En général, toutes les données pour valider la solution ne sont pas disponibles.

La solution est critiquée en la comparant avec d'autres solutions de cas présents dans la base des cas. Ces solutions nécessitent également une adaptation.

1.3.5. Evaluation

L'évaluation est la phase la plus importante du cycle de raisonnement par cas. C'est dans cette phase que le système reçoit les informations concernant la confrontation de sa solution avec le monde réel.

L'utilisateur analyse la solution en fonction du cas spécifique qu'il veut résoudre. Il retourne ensuite son analyse au système expert qui peut de cette façon apprendre, c'est-à-dire augmenter sa base de connaissances pour ce type de problèmes et éviter certaines erreurs dans le futur.

1.3.6. Stockage

Le cas spécifique, une fois solutionné est alors enregistré dans la mémoire du système expert. Le cas doit comprendre l'énoncé du thème, la solution et toutes les informations qui permettent au système de l'utiliser.

1.4. Les systèmes hybrides

« Un domaine de recherche et d'application important est la combinaison des différents modèles de raisonnement. Avec une architecture hybride, deux paradigmes ou plus sont intégrés pour obtenir un effet de coopération dans lequel les forces de l'un compensent les faiblesses de l'autre » [Luger 2002].

2. Définition du processus de Vérification et Validation

La définition la plus utilisée pour expliquer la vérification et la validation est celle de BOEHM [Boehm 1984] cité dans [Preece 2001] :

- Vérification, c'est le processus qui s'assure de bien construire le système.
- Validation, c'est le processus qui s'assure la construction du bon système.

Dans ce même article, PREECE explique la différence entre vérification et validation.

« Il y a souvent une confusion entre validation et vérification, mais la vue conventionnelle est que la ***vérification*** *est le processus qui vérifie si le logiciel remplit les exigences spécifiées par les utilisateurs, tandis que la* ***validation*** *est le processus qui vérifie si le logiciel remplit les exigences réelles des utilisateurs. »*

L'objectif du processus de vérification et validation a été adapté au système expert :

« L'objectif principal de la validation et vérification (V& V) d'un système intelligent est en fait très simple : c'est d'assurer que, lorsqu'un ensemble correct d'entrées est fourni, le système produit une réponse, solution, ou comportement qui est équivalent à ceux produit par les meilleurs experts humains.» [Knauf et al.2002].

PREECE va plus loin en affirmant dans [Preece 1994] que le processus de validation détermine la fiabilité d'un système expert et donc détermine si le projet de développement du système expert a réussi ou échoué.

3. Le processus de l'ingénierie de la connaissance

Le processus de vérification & validation doit s'effectuer à toutes les phases de la conception d'un système. C'est pourquoi, nous reprenons ici les grands artefacts produits par le processus d'ingénierie de la connaissance.

« L'ingénierie de la connaissance peut être vue comme une instance spéciale de l'ingénierie du logiciel, dans cette discipline la stratégie de développement doit employer des prototypes d'exploration : les spécifications seront généralement mal définies au début, et cela nécessitera quelques efforts, pour acquérir la connaissance, et la construction de prototypes avant que les spécifications ne deviennent plus claires. L'ingénieur de la connaissance sera confronté à des tâches plus difficiles quand le domaine des connaissances est lui-même peu défini. » [Preece 2001]

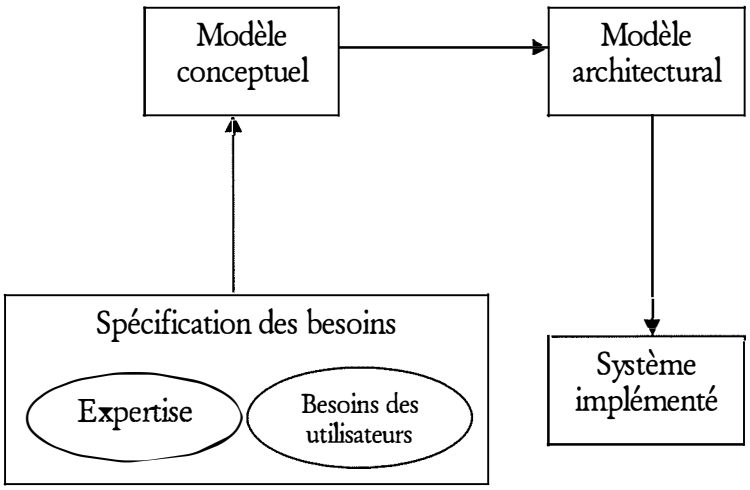


Figure 3 : Processus d'ingénierie de la connaissance

3.1. Spécification des besoins

Le document de spécification des besoins décrit les besoins minimums désirés. Comme ce document est souvent en langage naturel, il est difficilement analysable par des techniques de V&V automatique. Par contre, c'est grâce à ce document que la validation va

s'effectuer. Si les besoins exprimés sont tous rencontrés par l'application, le système est valide.

> *« Il n'est pas inhabituel pour un ingénieur de la connaissance d'être face à une situation dans laquelle les utilisateurs sont incapables de dire ce dont ils ont besoin et les experts sont incapables de dire ce qu'ils savent vraiment. D'une façon ou d'une autre, un système expert devra pourtant être construit ! Construire un système de connaissances tient de l'art. »* [Preece 2001]

3.2. Modèle conceptuel

Le modèle conceptuel décrit le contenu à intégrer dans le système de connaissances. Le contenu est souvent représenté par des entités du monde réel et les relations qu'elles ont entre elles.

Cette description est tout à fait indépendante de la façon dont ces connaissances seront représentées dans le système implémenté.

3.3. Modèle architectural

Le modèle architectural sert à rendre opérationnel le modèle conceptuel dans un système de connaissances exécutable.

Ce modèle décrit le système via les concepts d'entités « calculables », structures de données, processus, etc....

3.4. Le système implémenté

Le système implémenté est le produit final du processus de développement. Une fois les problèmes de conception réglés, le système de connaissances peut être programmé dans n'importe quel langage, bien que généralement, des langages spécifiques au développement de système de connaissances soient utilisés.

4. Techniques de vérification et validation

BEIZER cité dans [Tsai et al. 1999] propose une classification des techniques de V&V selon deux catégories : les méthodes statiques (analyses) et les méthodes dynamiques (tests et simulations).

Les méthodes statiques permettent de détecter des anomalies sans exécuter le programme tandis que les méthodes dynamiques nécessitent l'exécution de séries de tests.

Cette classification distingue également, à l'intérieur des méthodes dynamiques, les tests structurels et les tests fonctionnels. Les tests structurels utilisent les informations concernant la structure interne du système, tandis que les tests fonctionnels sont basés uniquement sur les spécifications du système.

PREECE [Preece 2001] présente les techniques de V&V les plus utilisées pour les systèmes experts et [Tsai et al.1999] donne des exemples de techniques et d'approches pour les différents groupes de la classification de Beizer. Dans la suite, nous intégrerons les techniques reprises dans [Preece 2001] dans la classification utilisée par [Tsai et al. 1999].

Le Tableau 1 extrait de [Preece 2001] reprend les techniques énoncées ci-dessous et les associe aux artefacts du processus de développement d'un système expert auxquels elles peuvent s'appliquer.

Tableau 1 : Application des techniques de V&V au artefact du processus de développement de système expert.

Artefact	Techniques de V&V
Modèle conceptuel	Inspection, vérification statique (si formalisé), référence croisée (avec le modèle architectural)
Modèle architectural	Inspection, vérification statique, preuve formelle, référence croisée (avec le modèle conceptuel et le système implémenté)
Système implémenté	Inspection, vérification statique, test dynamique et fonctionnel, référence croisée (avec le modèle architectural)

Les techniques décrites ci-dessous peuvent s'appliquer dans le processus de V&V d'applications autres que des systèmes experts à l'exception de la vérification statique qui se concentre sur l'analyse d'une base de connaissances basées sur des règles.

4.1. Méthodes statiques

Les méthodes statiques peuvent avoir plusieurs objectifs, comme s'assurer que la base de connaissances est complète et ne comporte pas d'erreurs logiques ou encore prouver que le programme est correct par rapport aux spécifications.

4.1.1. Inspection

La méthode statique la plus utilisée est l'inspection. C'est cependant la moins fiable car elle implique seulement la lecture par un humain d'un ou plusieurs artefacts du processus de développement. Cette méthode se concentre en général sur la lecture du modèle conceptuel (dans un langage semi-formel) de la base de connaissances par un expert du domaine.

4.1.2. Audit

C'est une technique utilisée plus rarement que les autres car elle est plus coûteuse. Un audit est une inspection réalisée par un groupe de personnes extérieures à l'organisation.

4.1.3. Vérification statique

Dans les systèmes basés sur des règles, la vérification statique permet de rechercher dans la base de connaissances les anomalies logiques. Beaucoup d'outils logiciels existent pour effectuer ce type de vérification.

Les anomalies les plus souvent identifiées par cette technique sont la redondance et les conflits. La redondance consiste en la répétition de règles n'apportant rien dans la résolution de problèmes. Un conflit est identifié quand plusieurs règles se contredisent et provoquent des réactions imprévisibles du système.

D'autres anomalies comme la circularité et la déficience peuvent être identifiées. La circularité se produit lorsqu'une chaîne d'inférence dans une base de connaissances forme un cycle. La déficience se produit lorsqu'il y a des entrées valides vers une base de connaissances qui ne contient aucune règle.

COVER est un exemple d'outils de vérification statique automatique d'une base de connaissances qui a été implémenté pour vérifier les modèles conceptuels logiques de base pour les quatre propriétés: redondance, conflit, circularité, et déficience.

4.1.4. Preuve formelle

La preuve formelle est une forme d'analyse logique plus approfondie des artéfacts formels produits durant le processus de développement que celle fournie par la vérification statique.

Lorsque les besoins peuvent être traduits en spécifications formelles, des techniques de preuves peuvent être appliquées afin de démontrer que les artéfacts formels du processus de développement rencontrent bien les besoins représentés en langage formel.

4.1.5. Référence croisée

Il existe des descriptions du système à différents niveaux, par exemple une description au niveau conceptuel et une autre au niveau architectural. Il est préférable alors d'effectuer une vérification croisée, c'est-à-dire vérifier que tout ce qui était décrit dans le premier niveau se retrouve dans le second.

Une bonne solution est de créer des hyperliens entre les représentations des connaissances entre les différents niveaux.

4.2. Méthodes dynamiques

Les méthodes dynamiques consistent à tester le système implémenté et font donc intégralement partie du processus de vérification et validation. Les étapes générales pour effectuer le test d'un système sont :

1) Etablir les critères de test,
2) Générer les séries de tests (entrées du système) et les sorties attendues,
3) Exécuter les séries de tests,
4) Evaluer les résultats en sortie.

C'est à partir du choix des critères que tout le reste du processus se construit. Ce sont ces critères qui définissent l'objectif de la comparaison du système implémenté avec les spécifications des besoins. C'est en fonction du choix de ces critères que les séries de test seront générées. Par exemple, certains tests peuvent être utiles pour vérifier la fiabilité et la sécurité du système. Cependant, le critère de fiabilité vérifie si le système correspond aux spécifications tandis que le critère de sécurité vérifie que le système n'est pas dommageable pour son environnement.

4.2.1. Test structurel

Les tests structurels sont aussi appelés *tests de type boîte blanche*. Le programme est traité comme une boîte transparente à travers laquelle on voit la structure du système.

Les tests sont construits en fonction des détails de l'implémentation.

Les techniques les plus fréquemment utilisées dans les tests structurels sont basées sur les graphes de cause à effet, les flux dynamiques, les flux de données, et les chemins.

4.2.2. Test fonctionnel

Les tests fonctionnels sont basés sur les spécifications fonctionnelles et non sur des détails d'implémentation. Ces tests sont également appelés *test de type boîte noire*.

Une technique peu coûteuse consiste à créer des jeux de tests aléatoirement. C'est relativement efficace quand la probabilité de présence de fautes est uniformément répartie sur l'ensemble des entrées possibles du système. Dans le cas contraire, on découpe l'ensemble des entrées ou sorties possibles en partitions. Les tests sont alors créés à partir des entrées ou sorties des partitions où le risque d'erreurs est le plus grand.

4.2.3. Tests de non-régression

Les tests de non-régression sont très importants. Lors des phases de tests vus plus haut, la détection des erreurs donne bien entendu lieu à des corrections. Malheureusement toute intervention sur la base de connaissances peut générer des erreurs. C'est pour vérifier que la correction des erreurs n'a pas affecté les parties déjà testées que l'on effectue les tests de non-régression. Cela consiste à systématiquement repasser les tests déjà exécutés pour s'assurer que les modifications n'ont pas engendré de dégradations dans la qualité du produit.

4.2.4. Test de Turing

Le test de Turing diffère des autres tests fonctionnels par la méthode d'évaluation des résultats. Le principe est de proposer à un expert une série de résultats parmi lesquels des résultats d'autres experts et des résultats d'un système expert sont mélangés. L'expert doit alors classer les résultats du meilleur au moins bon.

Chapitre 2

UNE MESURE FONCTIONNELLE : COSMIC-FFP

1. Introduction

D'après la définition de système expert dans [Jackson 1986], un système expert doit disposer d'un domaine riche en connaissances. La définition d'un domaine d'un système expert permet de spécifier le sujet d'étude d'un système. Le système expert qui nous intéresse (CosmicXpert) a comme sujet d'étude la méthode de mesure fonctionnelle, COSMIC-FFP.

Afin d'éclaircir le domaine d'étude, nous devons définir les concepts de mesure de taille et de mesure de taille fonctionnelle.

> *«... , nous définissons la mesure comme une projection du monde empirique vers le monde formel relationnel. Par conséquence, une mesure est un nombre ou un symbole assigné à une entité par cette projection afin de caractériser un attribut.* » [Fenton et al. 1996]

Une mesure de taille fonctionnelle est une mesure dérivée à partir de la quantité de fonctionnalités requises par l'utilisateur [ISO/IEC 14143-1]

Dans ce chapitre, nous développerons les différents concepts appartenant à la méthode COSMIC-FFP.

2. Contexte

Le logiciel est devenu depuis des années un outil incontournable dans de nombreuses organisations (gouvernements, entreprises, universités...). Une part importante du budget des organismes leur est donc naturellement réservée et doit être gérée de manière optimale afin de contrôler les dépenses en logiciel. Cette gestion optimale passe par une réduction des risques de développement de logiciels et de maintenance des logiciels. À cette fin, des mesures et des modèles utilisant ces mesures sont nécessaires.

De nombreuses mesures existent actuellement sur le marché (COSMIC-FFP, IFPUG, MARKII, ...) et sont utilisées pour analyser la qualité du logiciel au point de vue gestion (planning, analyse des coûts, ressource allouée).

Cependant, selon [Fenton 1991] :

> *« ... , les objectifs de mesure doivent être bien spécifiés et proches de ce que les programmeurs, les dirigeants et les utilisateurs ont besoin de savoir. Les objectifs peuvent donc être différents suivant le genre de personnes impliquées et suivant le niveau de l'utilisation et du développement du logiciel auquel ils sont générés. Et ce sont ces mêmes objectifs qui renseigneront sur la façon dont sera utilisée l'information collectée. ».*

Des mesures techniques telles les lignes de codes (**LOC**), sont les premières mesures acceptées et sont encore utilisées intensivement. Ces mesures sont utilisées pour estimer les performances techniques des produits ou services selon le point de vue du développeur; analyser l'efficacité et permettre des améliorations des performances de conception.

Mais ces mesures techniques ne sont pas suffisantes pour estimer la performance des produits ou services du point de vue de l'utilisateur et notamment, afin d'analyser la productivité. Des **mesures fonctionnelles** indépendantes des techniques de développement et d'implémentation doivent être utilisées afin de comparer la productivité des différentes techniques et technologies.

Une des mesures fonctionnelles inventées par Albrecht est les **points de fonctions** dont l'objectif est d'estimer la taille du projet, exprimé en jour/homme à partir des besoins fonctionnels des utilisateurs. Cette mesure est toujours largement utilisée mais pose quelques problèmes lorsqu'elle n'est pas appliquée à des logiciels de gestion (logiciel en temps réel).

Selon Ince cité dans [Abran et al. 2002] :

> *« L'approche par points de fonctions est limitée à une catégorie d'applications: les systèmes utilisant de gros fichiers développés par des organisations comme les banques, les sociétés de construction. Elle est donc incapable de s'appliquer à des systèmes hybrides tels que les systèmes de contrôle de stock avec un lourd composant de communication ».*

Ce problème d'adaptabilité avec les différents types d'applications n'est évidemment pas la seule **faiblesse des points de fonctions**. Nous pouvons en citer d'autres qui ont trouvé une solution dans l'extension des points de fonctions:

- Les points de fonctions ne peuvent mesurer l'impact sur le logiciel de la taille des exigences dans toutes les couches et ne donnent aucune aide pour reconnaître les différentes couches. Un logiciel utilise de plus en plus de services « extérieurs » comme ceux fournis par un système d'exploitation ou encore un pilote de périphérique. Les fonctionnalités du logiciel sont dispersées dans plusieurs couches.
- Les points de fonctions sont incapables de définir la taille des exigences pour des composants « peer » dans une architecture multi-niveaux.
- La complexité de la formule d'estimation et des ajustements pose parfois problème entraînant des erreurs d'estimations variables.

Suite aux problèmes d'incapacité de mesurer universellement tous les logiciels rencontrés et les autres problèmes liés aux points de fonctions traditionnels, une méthode de points de fonctions étendus émanant du laboratoire de génie du logiciel et du laboratoire de métrique de l'UQAM (Université du Québec à Montréal) [Oligny et al. 1999] est proposée en septembre 1997 afin de palier ces lacunes, tout en préservant les spécificités des points de fonctions traditionnels.

Grâce aux résultats réalisés, cette nouvelle méthode vise à se conformer à la norme ISO 14143-1 et aux principes du groupe COSMIC.

COSMIC, le Common Software Measurment International Consortium, est une initiative volontaire d'un groupe international d'experts en mesure de logiciels, de différents horizons tant au point de vue géographique que scientifique. Les objectifs du projet COSMIC-FFP sont de développer, tester, faire connaître au marché et faire accepter de nouvelles méthodes d'étalonnage de logiciel pour supporter l'estimation et la mesure de performance.

Le groupe COSMIC débute en 1998 et vise immédiatement à satisfaire les divers besoins fonctionnels des utilisateurs en manière d'estimation de la taille de leur projet.

COSMIC vise à rencontrer, selon le manuel de mesure de COSMIC-FFP [Abran et al. 2002], les besoins :

- des fournisseurs de logiciel qui doivent traduire les demandes des clients en taille du logiciel pour produire leurs estimations ;
- des clients qui veulent connaître la taille fonctionnelle du logiciel livré en tant que composant important de la mesure de la performance du mesureur.

En 2000, la méthode COSMIC-FFP, avec tous ces principes et règles, a été acceptée par ISO/IEC JTC1-SC7 en tant que nouvel objet de travail pour la normalisation.

Le groupe COSMIC a travaillé pendant un an afin de placer la terminologie de la méthode COSMIC-FFP dans la lignée de la terminologie ISO/IEC 14143-1, en affinant les différents concepts, principes de la méthode et critiques liées à son utilisation à travers le monde.

Le résultat de cet effort fut la publication en juin 2002 du dernier brouillon de la commission de ISO/IEC 19761 « Software Engineering – COSMIC-FFP – Une méthode de mesure de la taille fonctionnelle ».

En décembre 2002, la commission de ISO/IEC 19761 a accepté par 16 votes sur 18 la méthode de mesure fonctionnelle COSMIC-FFP comme une méthode mondialement reconnue et est disponible depuis le début 2003. Ce document [ISO/IEC 19761] contient uniquement les règles de bases de la méthode.

3. Le domaine du système expert

Le domaine d'application du système expert reprend toute l'ontologie de COSMIC-FFP. Une ontologie est selon [Mizocuchi 1996], une description d'un ensemble d'objets (définitions, concepts) appartenant à un domaine particulier et l'interaction qui lie ces objets entre eux.

Tout d'abord, les objectifs du domaine permettent de répondre aux questions liées à la mesure de taille fonctionnelle. La méthode de mesure COSMIC-FFP consiste à appliquer un ensemble de règles et de procédures sur un logiciel donné, tel qu'il est perçu par ses utilisateurs, c'est-à-dire à travers les besoins fonctionnels. Le résultat de l'application de la mesure donne une valeur numérique qui quantifie la taille fonctionnelle du logiciel.

Ensuite, l'ontologie de COSMIC-FFP est définie grâce à :

- un ensemble de concepts, définitions représentant le vocabulaire de COSMIC-FFP. Ce vocabulaire est défini dans la [ISO/IEC 19761] et dans [ISO/IEC 14143-1].
- une interaction des différents concepts, définitions, méthodes. Cette interaction est décrite dans la Figure 4. Elle représente le schéma conceptuel de COSMIC-FFP permettant de donner de l'information structurelle à propos des différents concepts et définitions.

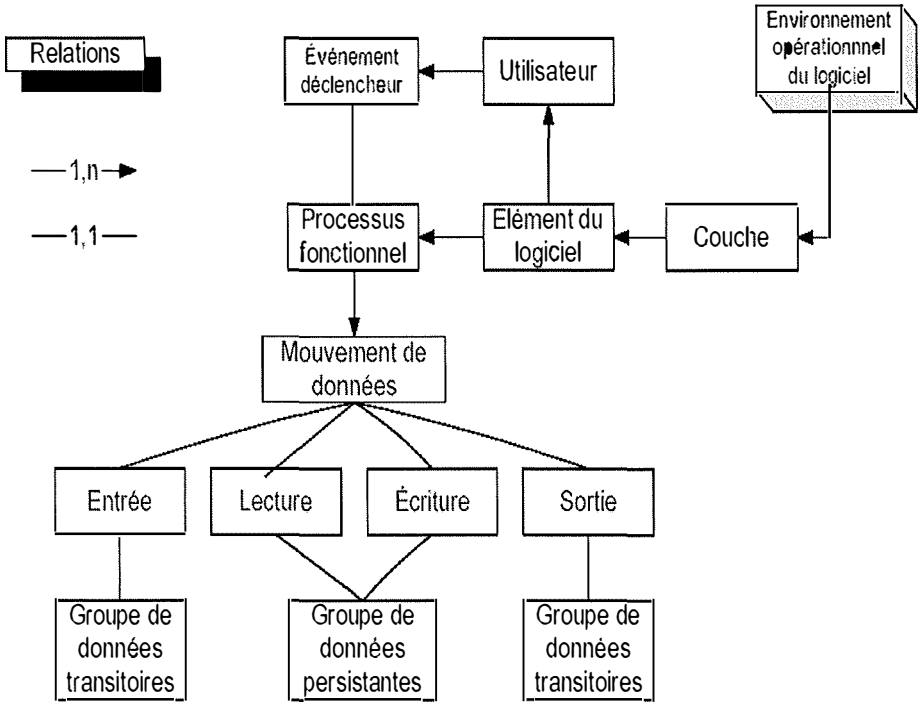


Figure 4 : Concepts de COSMIC-FFP

La méthode peut être appliquée:

- à toutes les phases de constructions du logiciel, contrairement aux mesures techniques qui ne peuvent être appliquées que lorsque le code est réalisé.
- au domaine des logiciels d'affaires (les applications bancaires, productions, facturations ...).
- au domaine des logiciels en temps réel dont la tâche est de garder le contrôle des événements du monde réel. (télécoms, aviation, processus de contrôle, système d'exploitation ...).
- aux logiciels hybrides des précédents tels les logiciels de réservations d'avions et d'hôtels en temps réel.
- indépendamment des décisions d'implantation incorporées dans les artefacts opérationnels du logiciel que l'on veut mesurer tel que décrit dans [ISO/IEC 14143-1].
- suivant plusieurs points de vue différents.

Par contre, la méthode de mesure COSMIC-FFP n'est pas encore au point pour tenir compte en partie ou en tout de la taille fonctionnelle des logiciels qui:

- sont caractérisés par un nombre d'algorithmes mathématiques complexes ou d'autres règles spécialisées ou complexes, telles que celles que l'on peut trouver dans les systèmes experts, les logiciels de simulation, les logiciels d'auto apprentissage, les systèmes de prévision de la météo, etc.
- traitent des variables de processus continus, tels les sons ou les vidéos, que l'on retrouve, par exemple, dans les logiciels de jeux, les instruments de musique, etc.

4. Modèle du processus de mesure de COSMIC-FFP

La méthode de mesure COSMIC-FFP consiste à appliquer un ensemble de règles et de procédures sur un logiciel donné, tel qu'il est perçu par ses utilisateurs, c'est-à-dire à travers les besoins fonctionnels. Le résultat de l'application de ces règles et procédures est un nombre représentant la taille fonctionnelle du logiciel, i.e. une valeur quantitative.

La méthode de mesure de COSMIC-FFP a été construite pour être indépendante des décisions d'implantation incorporées dans les artefacts opérationnels du logiciel que l'on veut mesurer. Pour atteindre cet objectif, la mesure est appliquée à un modèle générique de logiciel sur lequel les artefacts du logiciel à mesurer sont mis en correspondance. La Figure 5, ci-dessous, représente ce processus.

Le modèle du processus de mesure COSMIC-FFP montre que, préalablement à l'application des règles et procédures de mesure, le logiciel doit être mis en correspondance avec un modèle de logiciel propre à COSMIC-FFP qui capture les concepts, les définitions et les relations (structure fonctionnelle) requises pour compléter l'exercice de la mesure de la taille fonctionnelle. Ce modèle est basé sur la notion de « fonctionnalité utilisateur requise » (FUR) indiquant la fonctionnalité livrée par les logiciels à ses utilisateurs.

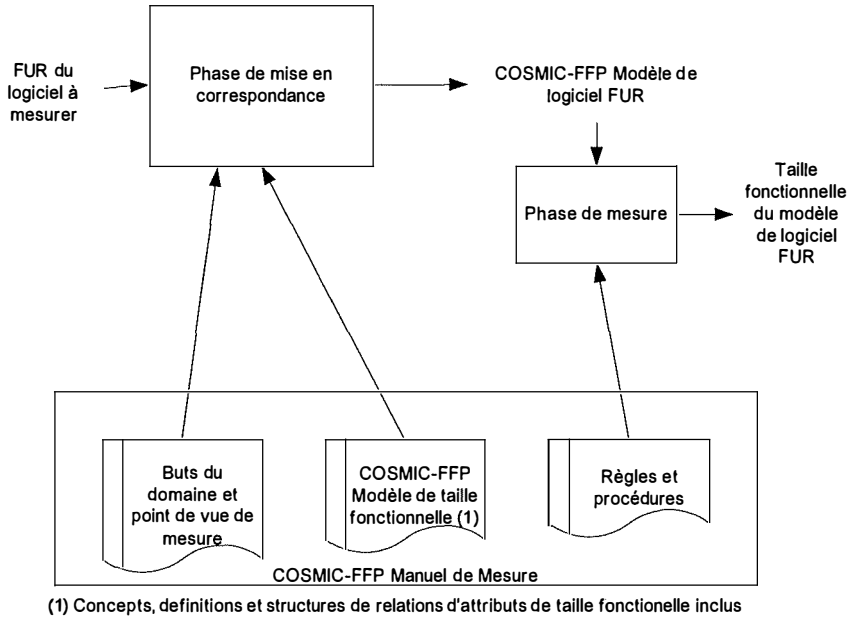


Figure 5 : Modèle du processus de mesure de COSMIC-FFP

Lorsque le logiciel a été mis en correspondance avec le modèle de logiciel COSMIC-FFP, la mesure est réalisée en appliquant un ensemble de principes et de règles sur le modèle. On obtient ainsi un nombre représentant la taille fonctionnelle du modèle de logiciel. Par convention, ce nombre est ensuite utilisé pour représenter la taille fonctionnelle du logiciel lui-même.

4.1. Extraction des fonctionnalités utilisateurs requises (FUR)

En pratique, les FURs ne sont pas toujours présentes dans un document spécifique à l'organisation. Il est donc possible de les extraire d'autres artefacts ou individus connaissant bien le logiciel. Ces extractions sont effectuées soit :

- avant que le logiciel ne soit construit (architecture et conception)
- après que le logiciel soit construit

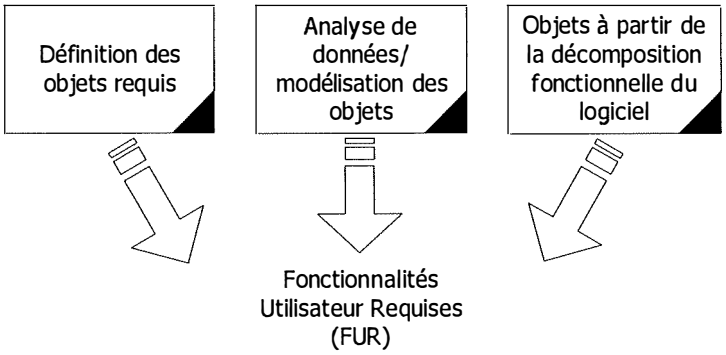


Figure 6 : Le modèle des FURs avant implantation de COSMIC-FFP

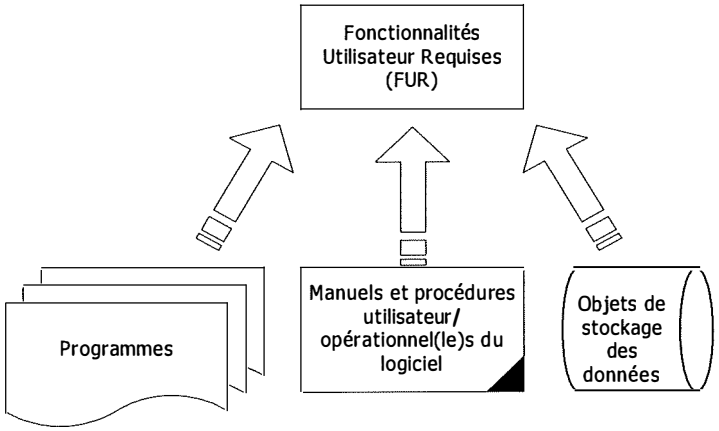


Figure 7 : Le modèle des FURs après implantation de COSMIC-FFP

4.2. Phase de mise en correspondance de COSMIC-FFP

La phase de mise en correspondance de COSMIC-FFP reçoit en entrée les artefacts d'un logiciel et, en utilisant un ensemble de règles et procédures définies, produit un modèle de logiciel spécifique (le modèle de logiciel COSMIC-FFP) pour faciliter la mesure de la taille fonctionnelle du logiciel. Le modèle de logiciel réalisé correspond à un sous-ensemble des FURs et fait partie d'une instance spécifique d'une méthode de la mesure de la taille fonctionnelle. Les règles et méthodes utilisées dans le processus de mise en correspondance du modèle de logiciel générique COSMIC-FFP est résumé dans la Figure 8.

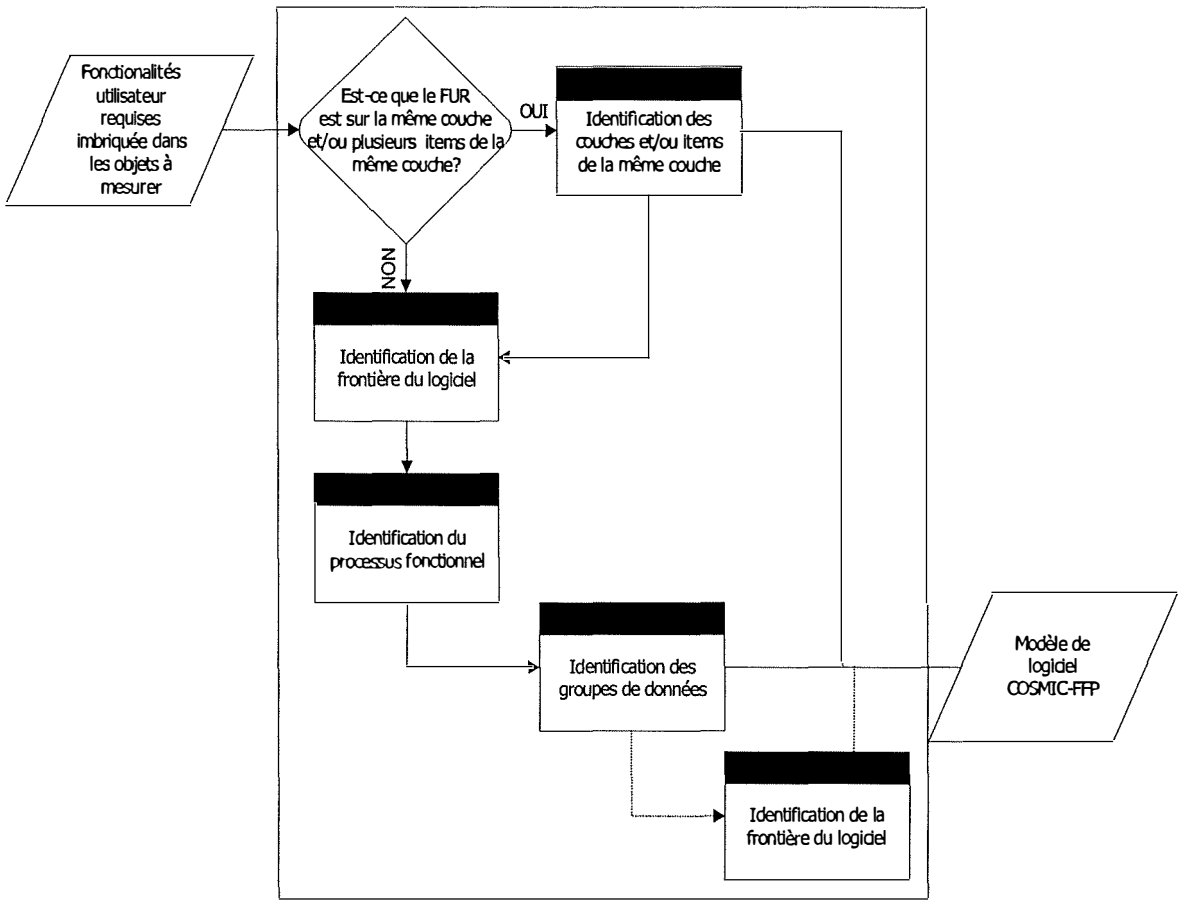


Figure 8 : Processus de mise en correspondance COSMIC-FFP

Ce modèle de logiciel comprend deux parties:

1) Le modèle COSMIC-FFP de contexte du logiciel
2) Le modèle du logiciel proprement dit.

4.2.1. Le modèle COSMIC-FFP de contexte du logiciel

Le modèle COSMIC-FFP de contexte du logiciel est un aspect clé de la mesure de la taille fonctionnelle du logiciel car il consiste à établir l'appartenance d'artefact du logiciel et ce qui est considéré comme faisant partie de son environnement opérationnel.

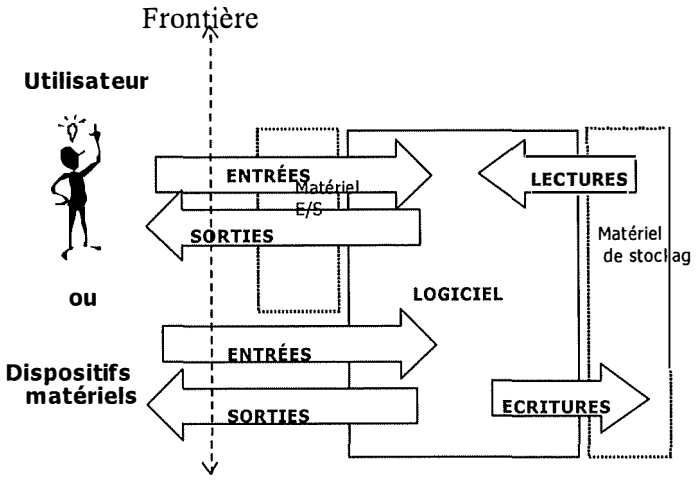


Figure 9 : Flux générique des attributs à travers le logiciel selon une perspective fonctionnelle

Cette perspective permet d'observer que :

- le logiciel est délimité par l'équipement,
- le flux fonctionnel des attributs peut être caractérisé par quatre types de mouvements distincts,
- différentes abstractions sont typiquement utilisées pour différents buts de mesure,
- la frontière est définie comme une « interface conceptuelle entre le logiciel étudié et ses utilisateurs ». Cette frontière ne peut être confondue avec aucune ligne qui ne peut être tracée autour d'une boîte décrivant le logiciel ou une couche du logiciel.

En accord avec les principes d'une méthode de mesure de la taille fonctionnelle, COSMIC-FFP vise à mesurer la taille du logiciel sur la base des besoins fonctionnels des utilisateurs. Lorsque ils sont définis, ces besoins sont alloués soit à l'équipement, soit au logiciel selon la perspective unifiée d'un système intégrant ces deux « composants » complémentaires. Puisque COSMIC-FFP vise à établir la taille du logiciel, seuls les besoins fonctionnels alloués au logiciel sont considérés. Afin de différencier ces FURs alloués à différents niveaux d'abstraction fonctionnels, la méthode de mesure COSMIC-FFP utilise donc plusieurs concepts tels que : Couche, Frontière, Utilisateur, FUR définis dans [ISO/IEC 19761].

4.2.2. Le modèle de logiciel proprement dit

Selon la Figure 10, les besoins fonctionnels de l'utilisateur du logiciel sont modélisés par un ensemble de processus fonctionnels qui contiennent un flux unique de mouvements de données

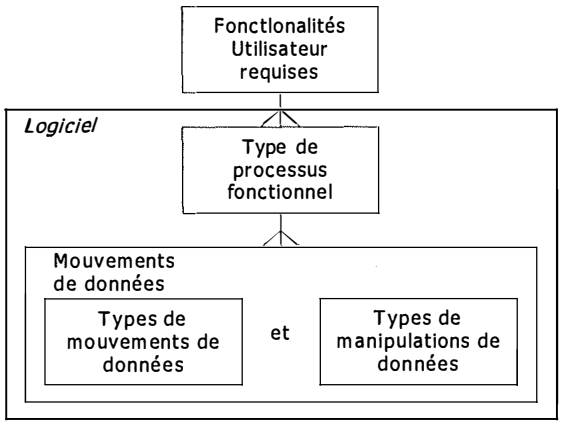


Figure 10 : Un modèle général pour mesurer la taille fonctionnelle du logiciel

Il existe quatre types de mouvements de données identifiés par le modèle général qui sont transférés à l'intérieur ou l'extérieur de la frontière du logiciel. Ces mouvements de données sont des entrées, sorties, lectures ou écritures comme décrit dans la Figure 9 et définis dans [ISO/IEC 19761]. Ces mouvements de données décrivent des relations de transferts de données représentées dans la Figure 11.

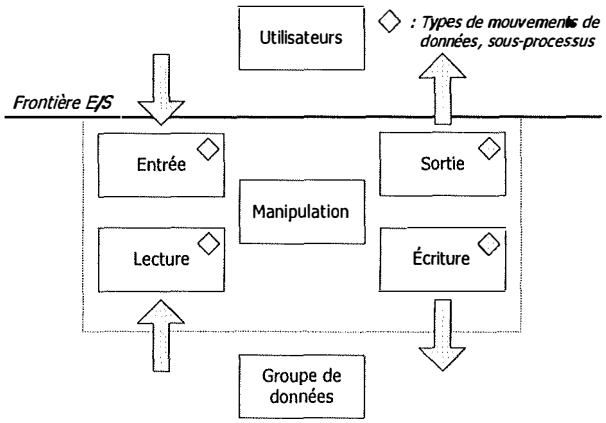


Figure 11 : Les types de mouvements de données et certaines de leurs relations

4.3. Phase de la mesure COSMIC-FFP

La phase de mesure de COSMIC-FFP reçoit, en entrée, une instance du modèle de logiciel de COSMIC-FFP et, en utilisant un ensemble défini de règles et de procédures, produit un nombre dont la magnitude est directement proportionnelle à la taille fonctionnelle du modèle. Ceci se base sur le principe que la taille fonctionnelle du logiciel est directement proportionnelle au nombre de ses mouvements de données élémentaires.

5. Contexte de la mesure de la taille fonctionnelle

Lors de l'application de la méthode de mesure COSMIC-FFP, un point important est de définir l'objectif de la mesure, son envergure et son point de vue. Une mauvaise définition de ces termes pourrait entraîner une estimation erronée de la mesure. Dans les paragraphes suivants, nous allons essayer de définir l'importance de ces trois termes et de montrer quelques analogies.

Il y a plusieurs raisons pour mesurer la taille fonctionnelle du logiciel, tout comme il y a plusieurs raisons de mesurer la surface d'une maison. Dans un contexte particulier, il peut être nécessaire de mesurer la taille d'un logiciel avant son développement, comme il peut être nécessaire de mesurer la surface de la maison avant sa construction. Dans un contexte différent, il pourrait être utile de mesurer la taille fonctionnelle d'un logiciel à posteriori, par exemple, quelques temps après avoir été mis en production. Il peut être utile de mesurer la surface d'une maison pour faire suite à sa livraison et au déménagement de son propriétaire.

Les raisons du pourquoi de la mesure ont un impact, bien que subtil, sur ce qui est mesuré, tant pour l'objet que pour sa représentation, sans affecter l'étalon de mesure ni les principes de la mesure.

Dans l'exemple de la maison ci-dessus extrait de [Abran et al. 2002], la mesure de la surface avant la construction est basée, de toute évidence, sur les plans de la maison. Les dimensions requises (grandeur et largeur) sont extraites des plans en utilisant une échelle appropriée et la surface est calculée selon les définitions géométriques régulières d'une surface rectangulaire : le produit de sa longueur par sa largeur.

De la même façon, la mesure de la taille fonctionnelle du logiciel avant son développement est basée sur les « plans » du logiciel c'est-à-dire un ensemble d'objets produits avant le développement. Les dimensions requises (composants fonctionnels de base) sont extraits des objets en utilisant les conventions appropriées (dans la perspective des Fonctionnalités Utilisateur Requises, excluant les aspects techniques et qualitatifs) et la taille est calculée en rapport avec une fonction de mesure spécifique.

Pour poursuivre plus à fond l'analogie avec la maison, la mesure de la surface après sa construction implique une procédure de mesure différente lorsque les dimensions requises (longueur et largeur) sont extraites de l'édifice comme tel en utilisant un outil différent (mètre à mesurer). Bien que l'objet physique mesuré diffère (la maison plutôt que ses plans), les dimensions, l'étalon de mesure (incluant la convention d'échelle) et les principes de mesure demeurent les mêmes. Alternativement, la maison peut toujours être mesurée sur la base des plans, assumant que les plans ont été maintenus à jour.

De la même façon, la mesure de la taille fonctionnelle du logiciel, suite à sa mise en production implique des procédures de mesure quelque peu différentes lorsque les dimensions requises sont extraites de différents objets. Bien que la nature de ces objets diffèrent, les dimensions, l'étalon de mesure et les principes de la mesure demeurent les mêmes.

Il appartient au responsable de la mesure, sur la base du but de la mesure, de déterminer si le concept à mesurer est la maison telle que décrite verbalement par le propriétaire, la maison basée sur les plans ou la maison telle que construite. Le même raisonnement s'applique à la mesure du logiciel.

Les sections précédentes définissent et décrivent les dimensions, unités de mesure et principes de mesure pour mesurer la taille fonctionnelle du logiciel. Elles fournissent aussi quelques indications pour aider à identifier ces dimensions dans des objets généralement reconnus. Sur la base du but de la mesure, il lui appartient de déterminer quels sont les objets les plus appropriés pour réaliser une mesure spécifique.

Egalement, il est important de définir, avant de commencer un exercice de mesure particulier l'envergure de la mesure, qui généralement provient du but.

Exemple : si le but est de mesurer la taille fonctionnelle du logiciel délivré par une équipe spéciale du projet, il sera premièrement nécessaire de définir l'envergure, c'est-à-dire la fonctionnalité des différents composants délivrés à inclure.

L'envergure peut inclure le logiciel, lequel est utilisé seulement une fois pour convertir les données du logiciel qui sera remplacé. Si le but est changé et que l'on veut mesurer la taille disponible à l'utilisateur lorsque le nouveau logiciel est opérationnel, la taille peut diminuer, puisque le logiciel utilisé pour la conversion ne sera pas inclus dans la mesure de la taille.

Finalement, il est essentiel de définir le point de vue de la mesure, qui peut encore découler de l'objectif. Le point de vue de la mesure, en terme général, définit le niveau de détail qui peut être vu et mesuré, à l'intérieur de l'envergure. Le point de vue de la mesure est fort significatif, car en général dans les mesures prises de différents points de vue de la mesure ne peuvent pas significativement être comparées ou ajoutées ensemble.

Comme une analogie dans la mesure de l'aire de l'étage d'un bureau, par convention ceci peut être entrepris suivant quatre ensembles de règles impliquant différents niveaux de détail, comme il suit. (N.B. l'envergure – le bureau particulier – est la même pour tous les points de vue de la mesure.)

Le propriétaire du bâtiment doit payer des taxes sur le bureau. De ce point de vue, la superficie est le 'Gross Sq M.', déterminé à partir des dimensions externes et donc incluant tous couloirs publiques, espaces occupés par les murs, etc.

Le gestionnaire du chauffage du bâtiment a un autre point de vue. Il est intéressé dans le 'Net Sq. M.', c'est-à-dire la superficie internationale, incluant les superficies publiques et l'espace pris par les ascenseurs, mais excluant l'épaisseur des murs.

L'entrepreneur des services de nettoyage employé par le locataire du bureau a un autre point de vue. Il est intéressé par le 'Net-net Plus Sq. M.', qui exclut les superficies publiques mais inclut les corridors utilisés par le locataire.

Le gestionnaire de la planification du bureau a un autre point de vue. Il est intéressé dans le 'Net-net Sq. M.', c'est-à-dire seulement l'espace utilisable pour les bureaux...

Pour le logiciel, nous n'avons pas encore de définitions standard du point de vue de la mesure, mais on en a besoin pour nos objectifs de mesure. Le plus évident des points de vue de la mesure nécessaire est celui du « Développeur », qui a besoin de voir la fonctionnalité de tous les composants à développer pour satisfaire les FURs. Mais d'autres points de vue de la mesure doivent aussi parfois être pris en compte. Par exemple, les utilisateurs de logiciel de gestion sont les seuls conscients des fonctionnalités fournies au niveau de l'application. Ceci peut juste être « le sommet de l'iceberg » comparé avec la fonctionnalité vue du point de vue de la mesure du Développeur. Les mesures prises utilisant la méthode COSMIC-FFP pour ces deux différents points de vue de la mesure donneront par conséquent des tailles assez différentes.

Chapitre 3

PRESENTATION DE COSMICXPERT

1. Les objectifs de CosmicXpert

Les objectifs de CosmicXpert sont résumés dans les trois points suivants :

- faciliter et améliorer l'apprentissage de la méthode de mesure COSMIC-FFP,
- améliorer la qualité des résultats de mesure,
- améliorer les performances du mesureur.

De tels objectifs peuvent-ils être atteints grâce à un système expert ? Pour répondre à cette question, nous pouvons nous référer aux catégories des systèmes experts mises en évidence par WATERMAN [Waterman 1986].

Parmi ces catégories de systèmes experts, trois peuvent fournir des aides dans la résolution de problèmes liés à la mesure fonctionnelle. Ces catégories sont : l'interprétation, le diagnostic et l'éducation.

CosmicXpert appartient en effet à ces trois catégories. C'est un système expert de type diagnostic car il aide le mesureur à créer un modèle du logiciel devant être mesuré à partir des concepts de la méthode de mesure. Les artefacts du processus de développement du logiciel sont ici considérés comme les symptômes qui permettent de déterminer la taille du logiciel et ainsi d'identifier tous les concepts nécessaires à l'élaboration du modèle à partir duquel la mesure sera établie.

CosmicXpert peut également être classé dans la catégorie interprétation car une part du travail de la mesure est d'interpréter les données brutes constituant les artefacts du processus de développement et d'en dégager les concepts liés à la méthode de mesure. L'approche par diagnostic permet alors de confirmer ou d'infirmer l'interprétation faite des données brutes.

L'utilisation de CosmicXpert a une influence sur l'apprentissage de la méthode de mesure COSMIC-FFP par la présence d'explications des tâches et des concepts.

2. Le processus de mesure

Pour élaborer un système expert ayant les objectifs fixés ci-dessus, il est impératif de comprendre le processus intellectuel suivi pour mesurer un logiciel avec la méthode COSMIC-FFP. Jean-Marc DESHARNAIS analyse ce processus de mesure dans [Desharnais et al. 2002, Desharnais et al. 2001].

L'application de la méthode de mesure COSMIC-FFP inclut deux processus. Le premier consiste à faire correspondre le modèle de mesure avec le logiciel à mesurer. Le second consiste à appliquer les règles de mesure au modèle du logiciel dérivé du premier processus (voir Figure 5).

La mesure d'un logiciel peut être assimilée à la résolution d'un problème spécifique. Les paramètres du problème sont les éléments du logiciel mesuré. Par exemple, les différents artefacts du processus de développement comme le schéma entité-association. C'est seulement une fois que les paramètres sont clairement identifiés que le problème peut être résolu en utilisant les règles appropriées.

La Figure 12 représente le cheminement intellectuel de la résolution d'un problème. Ce cheminement peut être appliqué à la résolution d'un problème concernant la mesure fonctionnelle.

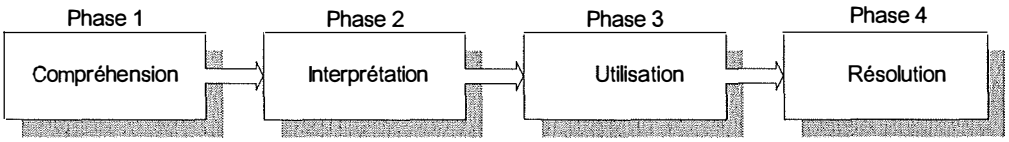


Figure 12 : Le chemin cognitif du mesureur

2.1. Phase de compréhension

La phase de compréhension regroupe les activités permettant au mesureur de comprendre le problème. Le chemin cognitif du mesureur est illustré dans [Desharnais et al. 2001] par le problème ci-après :

L'utilisateur désire consulter la base de données d'un fournisseur pour obtenir la liste des articles achetés durant le mois dernier auprès d'un fournisseur spécifique.

La mesure de la taille fonctionnelle de la fonctionnalité décrite nécessite la compréhension :

- des modalités du processus de publication de la liste,
- les résultats du processus ou les groupes de données lus,
- les validations des paramètres en entrées et les résultats possibles de ces validations.

La qualité de la documentation du logiciel a une importance considérable dans cette étape de la résolution d'un problème de mesure.

Si parmi la documentation du logiciel, un schéma entité-association est présent, il permettra de définir les groupes de données utilisés pour obtenir la liste des articles achetés.

Pour que la compréhension du lien existant entre le schéma entité-association et les groupes de données soit possible, il est nécessaire que le mesureur ait des connaissances dans le domaine du génie logiciel et dans le domaine des mesures fonctionnelles.

2.2. Phase d'interprétation

Durant la phase d'interprétation, le mesureur doit identifier les artefacts du logiciel ayant un sens pour l'application de la méthode de mesure.

Dans la phase précédente, le mesureur a compris qu'il y a un lien entre les entités et les groupes de données. Dans cet exemple, la manière dont le mesureur interprète ce lien a une influence sur le nombre de groupes de données identifiés.

2.3. Phase d'utilisation

La phase d'utilisation consiste pour le mesureur à utiliser les règles décrites dans le manuel de mesure de COSMIC-FFP afin de s'assurer que son interprétation est correcte.

Le mesureur utilise les règles concernant l'identification d'un groupe de données pour vérifier son interprétation du lien existant entre les entités et le concept de groupes de données.

Les règles concernant les mouvements de données permettent de transcrire dans le modèle COSMIC-FFP le processus de publication de la liste et l'étape de validation des paramètres de l'exemple décrit précédemment.

2.4. Phase de résolution

La résolution est la phase durant laquelle le mesureur doit faire appel à ses connaissances implicites en ce qui concerne le développement logiciel et les tâches du processus de mesure à réaliser pour résoudre le problème de mesure.

Solutionner le problème dans l'exemple revient à identifier les groupes de données utiles pour la production de la liste ainsi que les mouvements de données du processus y compris ceux de la validation des paramètres.

L'exemple ici est simple car il n'y a effectivement qu'un seul processus fonctionnel. Dans des cas plus complexes, le problème de mesure est décomposé en plusieurs sous-problèmes. Par exemple, l'identification des processus fonctionnels constitue un premier problème. Chaque processus fonctionnel est ensuite divisé en d'autres problèmes comme l'identification des groupes de données dans chacun des processus fonctionnels.

Le mesureur doit utiliser ses connaissances et son expérience pour confirmer ou infirmer les solutions possibles du problème issues d'interprétations différentes du problème.

3. Modélisation des connaissances

La résolution d'un problème de mesure nécessite des connaissances liées à la méthode de mesure et des connaissances liées au génie logiciel. Celles-ci peuvent être classées dans la conception de systèmes experts, selon HEIST cité dans [Desharnais et al. 2002], en au moins cinq types: les ontologies, les tâches, les méthodes de résolution de problèmes, les inférences et les domaines de connaissances.

3.1. Ontologies

Le processus de mesure, comme déjà expliqué ci-dessus, a besoin de connaissances provenant du génie logiciel et de la méthode de mesure COSMIC-FFP.

3.1.1. Ontologie du génie logiciel

Pour construire le système expert, il est utile de sélectionner une ontologie du génie logiciel autour de laquelle le plus grand consensus s'est formé. C'est pourquoi CosmicXpert utilise les définitions et la structure adoptées dans SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) [Abran et al. 2001] pour les concepts provenant du génie logiciel.

3.1.2. Ontologie de COSMIC-FFP

En ce qui concerne les concepts propres à la mesure, le document de référence est le manuel de mesure de COSMIC-FFP [Abran et al. 2002].

3.1.3. Ontologie de COSMIC-Xpert

L'utilisateur du système expert a besoin de comprendre une troisième ontologie; celle du système expert lui-même. Cette dernière ontologie doit faire le lien entre les deux précédentes. La Figure 13 fournit un diagramme entité-association des concepts de l'ontologie de CosmicXpert.

La définition des entités de ce diagramme est indispensable pour la compréhension de CosmicXpert.

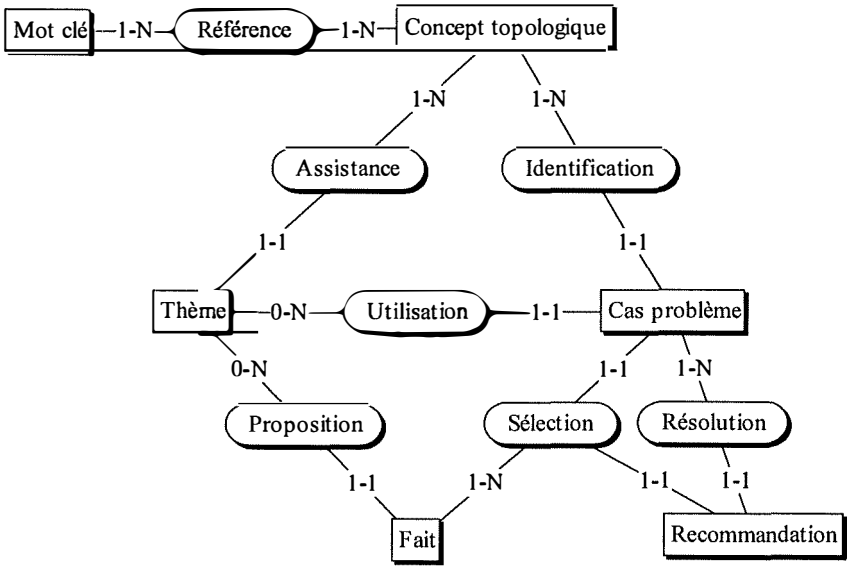


Figure 13 : Ontologie de CosmicXpert

Les **concepts topologiques** sont des concepts qui servent à établir des liens entre les concepts de l'ingénierie du logiciel et ceux de COSMIC-FFP. Ils sont définis dans l'ontologie de COSMIC-FFP.

Un **mot clé** est n'importe quel mot du domaine du génie logiciel ou de COSMIC-FFP pouvant être associé à un concept topologique.

Un **cas problème** est un cas pour lequel le mesureur doit utiliser un processus de diagnostic pour identifier correctement un concept de l'ontologie COSMIC-FFP (par exemple: identifier un groupe de données ou encore identifier un processus fonctionnel).

Les **thèmes** sont les pistes de réflexion à suivre par le mesureur pour trouver une solution aux cas problèmes.

Un **fait** est le constat du mesureur par rapport à un thème et au cas problèmes relié à ce thème.

Une **recommandation** est la proposition de solution fournie par le système ou des indications permettant au mesureur de raffiner sa solution (par exemple : la référence d'un autre cas problème).

3.2. Les tâches intégrées au système expert

La tâche indique les buts du mesureur et les stratégies employées pour réaliser ces buts. Pour le mesureur, l'objectif final est d'identifier les différentes instances des concepts de la méthode de mesure COSMIC-FFP (concept topologique) à partir des artefacts de la documentation du logiciel (ou des commentaires des développeurs).

Le Tableau 2 présente l'ensemble des tâches détaillées intégrées à CosmicXpert pour aider le mesureur à atteindre son objectif.

Tableau 2 : Description des tâches pour CosmicXpert

No.	Tâche	Description
1.	Entrer un mot clé	Le mesureur entre un mot clé qui aidera le système expert à trouver des concepts topologiques.
2.	Chercher un concept topologique	Le système expert présente une liste de concepts topologiques au mesureur.
3.	Donner un ordre de priorité aux concepts topologiques	Le système expert présente les concepts topologiques selon une certaine priorité en fonction du mot clé entré.
4.	Choisir un concept topologique	Le mesureur choisit un concept topologique.
5.	Trouver les cas problèmes	Le système expert recherche les cas problèmes reliés au concept topologique choisi par le mesureur.
6.	Donner un ordre de priorité aux cas problème	Le système expert ordonne les cas problèmes selon une priorité définie par le concept topologique choisi.
7.	Choisir un cas problème	Le mesureur choisit un cas problème correspondant à son interprétation du problème.
8.	Afficher les thèmes	Le système expert affiche les thèmes utiles à la résolution du cas problème.
9.	Répondre aux thèmes	Le mesureur choisi un fait pour chaque thème proposé.
10.	Afficher le résultat	Un pourcentage est présenté au mesureur. Il est calculé en fonction des faits choisis pour les thèmes.
11.	Evaluation du résultat	Le système expert évalue le résultat basé sur des heuristiques.

No.	Tâche	Description
12.	Recommandation/explication	Le système expert recommande soit une solution pour le cas problème, un autre cas problème et/ou une explication pour le cas problème non résolu.
13.	Accepter la recommandation	Le mesureur décide si la recommandation est acceptable.
14.	Choisir un cas problème (nouveau)	Le mesureur choisi un autre cas problème, que ce soit un suggéré par le système expert ou un autre.

3.3. Méthode de résolution de problèmes utilisée dans le système expert

Une méthode de résolution de problème est assignée à chaque tâche du processus de mesure. Les principales méthodes de résolution de problèmes sont les suivantes :

- la recherche par mots clés : à partir du vocabulaire du génie logiciel et de celui de la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP, des mots clés seront retenus et utilisés pour permettre au mesureur d'identifier l'environnement du problème,
- la déduction : par exemple, à partir de cas problèmes précis, le système de connaissances déduira quels sont les thèmes à utiliser pour aider à le résoudre,
- l'induction : par exemple, à partir des réponses aux thèmes, le système de connaissances induira si le concept topologique identifié par le mesureur est le bon.

3.4. Inférences du système expert

Les inférences sont les étapes de raisonnement les plus fines d'une méthode de résolution de problème. Le mesureur effectue deux types d'inférences :

- des recherches permettant de prioriser (avec des %) les cas problèmes à résoudre à partir de mots clés ou d'autres informations,
- des recherches permettant de solutionner les cas problèmes ou de recommander d'autres tâches pour mieux circonscrire les cas problèmes à partir de calculs basés sur la théorie de la certitude. Cette théorie se base sur la notion de croyance.

3.5. Le domaine de connaissances de CosmicXpert

La connaissance du domaine est un ensemble d'énoncés sur le domaine. Ces énoncés proviennent du mesureur ou de l'expert du domaine de la mesure fonctionnelle pour réaliser la mise en correspondance entre les artefacts du logiciel à mesurer et les règles de la méthode de mesure.

Ainsi, le mesureur élabore un énoncé pour mettre en correspondance le concept de processus dans COSMIC-FFP et le modèle de processus dans une méthodologie ou un corpus de connaissances en génie logiciel (ex. : SWEBOK [Abran et al. 2001]). Il lui faudra trouver un « mot clé » résumant cet énoncé. L'expert suggère les mots clés, mais il appartient au mesureur de choisir selon sa convenance.

Cet énoncé (mot clé) permet d'identifier un concept topologique qui s'appuie sur l'ontologie de COSMIC-FFP. Le concept topologique permet la mise en correspondance des concepts des méthodes de développement et les concepts de la méthode de mesure

COSMIC-FFP. C'est l'expert qui décide des liens (et leur force) entre le mot clé et le concept topologique.

Le domaine de connaissances de CosmicXpert, COSMIC-FFP est détaillé dans le chapitre 2.

4. CosmicXpert : un système expert hybride

La Figure 14 définit l'enchaînement des tâches décrites dans le Tableau 2. Cet enchaînement de tâches définit le processus suivi par un mesureur dans CosmicXpert afin de bien interpréter les règles de mesure de COSMIC-FFP.

Ce schéma permet également de mettre en évidence le côté hybride de CosmicXpert. La première partie du processus (figure avec fond blanc) définit une approche du type raisonnement par cas (voir chapitre 1) tandis que la seconde partie (figure avec fond gris) définit une approche ressemblant à un système basé sur des règles.

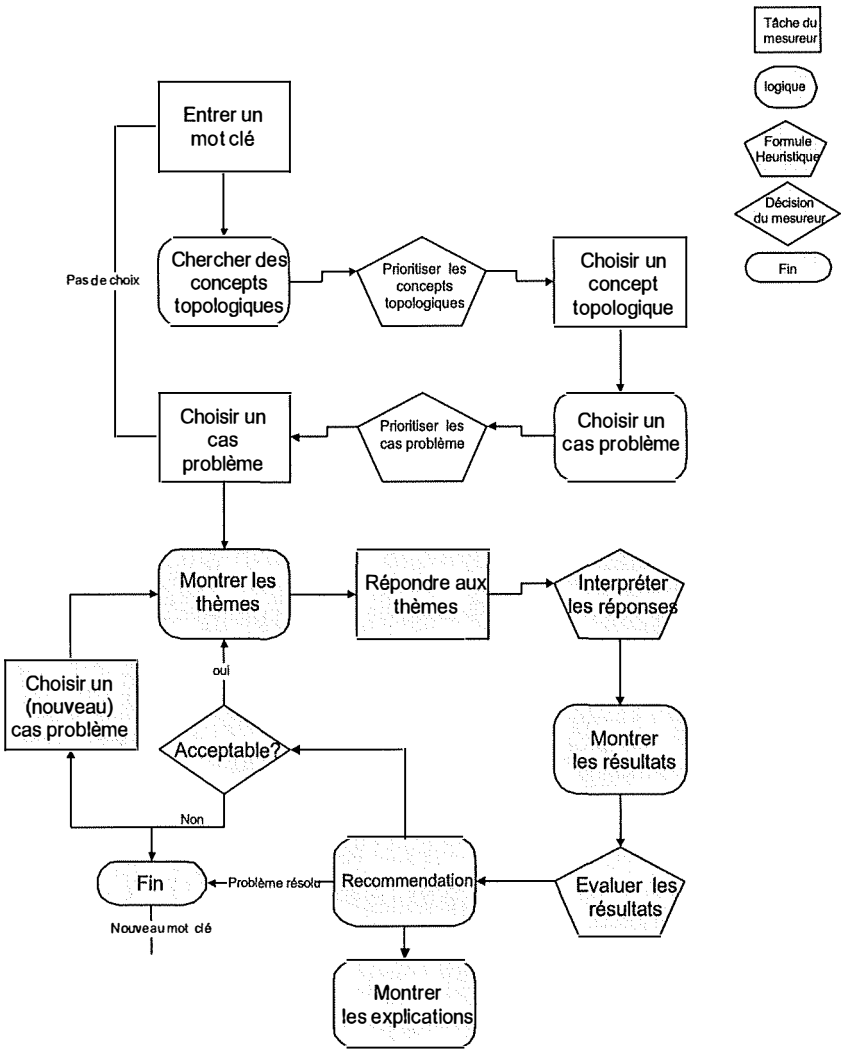


Figure 14 : Enchaînement des tâches de la mesure dans le système expert

4.1. CosmicXpert : un système expert basé sur des cas

Les premières étapes de l'enchaînement des tâches décrit ci-dessus utilisent les principes d'un raisonnement par cas (voir chapitre 1).

Selon [Kolodner 1993] pour qu'un système de raisonnement par cas soit efficace dans un domaine de connaissances, il faut avoir l'intuition que certaines situations reviennent avec régularités dans ce domaine.

C'est le cas du domaine de COSMIC-FFP. Il est en effet possible d'utiliser des cas problèmes déjà résolus pour en résoudre de nouveaux. Le nombre de règles dans COSMIC-FFP étant relativement limité, les options de solutions pour les différents cas problèmes sont également limitées. De plus, ce sont les mêmes règles qui s'appliquent à tous les cas problèmes.

4.1.1. Définition d'un cas

Le concept de cas problème présent dans CosmicXpert respecte la définition d'un cas :

« Un cas est un morceau de connaissances pris dans le contexte. Le cas représente une expérience qui enseigne une leçon fondamentale pour réaliser les objectifs de la personne qui l'étudie » [Kolodner 1993]

4.1.2. Identification des cas

Les cas problèmes constituant la base de connaissances de CosmicXpert sont construits à partir d'étude de cas. Il faut faire la distinction entre une étude de cas et un cas problème.

Une étude de cas est constituée de documents expliquant un objet à mesurer, par exemple le logiciel contrôlant un cuiseur de riz.

Un cas problème est un sous-ensemble d'une étude de cas. Par exemple, dans l'étude de cas du cuiseur de riz, presser sur le bouton démarrer constitue un cas problème. Le problème est de savoir si presser sur le bouton démarrer est une entrée au sens de COSMIC-FFP.

La base de CosmicXpert est construite à partir de plusieurs études de cas. Celles-ci sont représentatives du domaine de la gestion des affaires et du domaine du temps réel. Les cas problèmes extraits de ces études de cas doivent couvrir les principaux concepts de la méthode COSMIC-FFP.

Pour sélectionner les cas problèmes parmi tous ceux que soulève une étude de cas, il est utile de s'appuyer sur certains des principes que l'on retrouve dans [Kolodner 1993] :

- un cas problème enregistre des expériences qui sont différentes à chaque fois. Cependant, toutes les différences ne sont pas importantes à enregistrer. Les cas qui valent d'être enregistrés sont ceux qui donnent une leçon utile,

- les leçons utiles sont celles qui ont la possibilité d'aider une personne à réaliser un but ou un ensemble de buts plus facilement dans le futur ou qui avertissent de la possibilité d'un échec ou mettent en évidence un problème imprévu.

4.1.3. Contenu d'un cas

Un autre principe qu'énonce KOLODNER permet de déterminer ce qui est nécessaire dans un cas problème :

« un cas problème vient selon différentes formes et différentes tailles, couvrant une durée relativement grande ou petite, associant des solutions avec des problèmes, des résultats avec des situations, ou les deux» [Kolodner 1993].

Dans le cadre de CosmicXpert, un cas problème doit contenir la description du problème spécifique à la mesure et les solutions (recommandations) associées à ce problème. Pour associer les solutions aux problèmes, CosmicXpert utilise une approche par règle décrite ci-dessous.

Le cas problème doit également fournir une description de son contexte, autrement dit de l'étude de cas à partir de laquelle il a été conçu.

4.2. CosmicXpert : un système expert basé sur des règles

L'enchaînement des tâches décrit dans la Figure 14 se termine par une approche par règles.

L'objectif de cette approche dans CosmicXpert est d'aider le mesureur à appliquer la solution d'un cas problème existant à son problème. Une fois le cas problème existant sélectionné, le mesureur vérifie si les règles de COSMIC-FFP sont respectées dans le cas problème existant et ainsi appliquer les règles dans le cas qui le concerne.

Afin d'aider le mesureur à appliquer les règles nécessaires à l'identification d'un concept topologique, le système propose des thèmes liés aux règles, sous la forme de question. A chaque thème est associé une série de faits, c'est-à-dire des propositions de réponse.

Une fois que le mesureur a choisi des faits pour les différents thèmes, le système propose une recommandation. Cette dernière est sélectionnée en fonction d'une heuristique utilisant la théorie de la certitude. Elle permet au mesureur d'évaluer la solution du cas problème et ainsi de l'accepter ou de la refuser.

4.2.1. Exemple d'application des règles

Le Tableau 3 présente un exemple d'application des règles à un cas problème en se basant sur la théorie de la certitude. L'exemple présenté ici est l'identification d'un processus fonctionnel.

L'exemple a été volontairement simplifié et ne contient donc que deux thèmes : le nombre et la nature de l'événement déclencheur du processus fonctionnel.

La colonne CF(T) indique le degré de confiance attribué par l'expert concernant la pertinence de l'application du thème au cas problème. Dans l'exemple, l'expert est certain à 80 % que le nombre d'événements est pertinent dans l'identification d'un processus fonctionnel.

La colonne CF(F) indique la confiance attribuée par l'expert concernant l'influence positive ou négative d'un fait spécifique sur l'identification du concept topologique. L'existence d'au moins un événement déclencheur influence positivement la confiance de l'expert dans l'existence d'un processus fonctionnel plus ou moins 80 % alors que l'absence d'un tel événement l'influence négativement d'environ 60 %.

Les valeurs des colonnes CF(T) et CF(F) sont déterminées de façon empirique.

Tableau 3 : Exemple d'application des règles

Cas problème	Thèmes	CF(T)	Faits	CF(F)
Identification d'un processus	1) Nombre d'événements déclencheurs	0,8	a) Au moins un événement déclencheur	0,8
			b) Il y a un événement déclencheur	0,6
			c) Il n'y a pas d'événement déclencheur	- 0,6
	2) Nature de l'événement déclencheur	0,6	a) Action d'un utilisateur humain	0,8
			b) Action d'un autre logiciel	0,6
			c) Données provenant d'une horloge	0,4
			d) Données d'une autre couche	- 0,2

Le calcul de l'influence d'un thème dans l'identification du concept topologique est donné par le produit du pourcentage de confiance associée au thème (CF(T)) et la confiance associée au fait choisi (CF(F)) pour ce thème.

Tableau 4 : Calcul de l'influence des thèmes dans l'application des règles

Thème	Fait choisi	Influence du thème CF(T,F) =CF(T)*CF(F)
1	a	0,64
	b	0,48
	c	- 0,48
2	a	0,48
	b	0,36
	c	0,24
	d	- 0,12

Pour déterminer le pourcentage associé à l'identification d'un concept topologique selon les faits choisis pour tous les thèmes, il faut combiner le résultat obtenu pour chacun des thèmes. Il y a trois cas de figure :

- tous les thèmes avec leurs faits choisis ont une influence positive,
- tous les thèmes avec leurs faits choisis ont une influence négative,
- certains thèmes ont une influence positive et d'autres une influence négative.

Il existe une formule de combinaison pour chacun de ces cas de figure.

Dans le Tableau 5, nous appellerons CF1 l'influence du premier thème et CF2 l'influence du second.

Tableau 5 : Combinaison de l'influence des thèmes dans l'application des règles

CF1 et CF2 >0		
Thème 1	Thème 2	CFcombine(CF1,CF2) =CF1 +(CF2*(1-CF1))
a	a	0,81
b	b	0,67
b	c	0,60
CF1 ou CF2 <0		
Thème 1	Thème 2	CFcombine(CF1,CF2) =((CF1 +CF2)/(1-min(CF1,CF2))
c	a	0,00
b	d	0,41
a	d	0,59
CF1 et CF2 <0		
Thème 1	Thème 2	CFcombine(CF1,CF2) =CF1 +(CF2*(1+CF1)
c	d	- 0,54

Le Tableau 5 donne les différentes solutions selon différents choix de faits pour les thèmes 1 et 2. On constate que la combinaison d'un fait positif à un autre fait positif donne un résultat positif plus élevé. Ceci confirme l'influence de deux faits positifs sur l'identification du concept topologique.

Dans le cas de faits divergents, un positif, l'autre négatif, on constate que le résultat est mitigé, puisque l'on a un degré de certitude qui va de 0 à 59 %.

Par contre, dans le cas de deux faits négatifs, on a un résultat négatif. Le résultat n'est donc pas ambigu. Le système peut clairement affirmer dans le cas de l'exemple qu'il n'y a pas de processus fonctionnels.

Le système peut, en fonction du résultat de l'application des règles, fournir des recommandations au mesureur. Une recommandation est valable pour un intervalle de résultats pour un problème déterminé. Ces recommandations ont pour objectif de l'aider à réviser certains choix de faits ou éventuellement de le diriger vers un autre cas problème connexe.

5. Description des fonctionnalités

La description des fonctionnalités de CosmicXpert utilise le formalisme des cas d'utilisation.

> *« Les cas d'utilisation décrivent sous la forme d'actions et de réactions, le comportement d'un système du point de vue d'un utilisateur. Ils permettent de définir les limites du système et les relations entre le système et l'environnement »* [Muller 2000].

La Figure 15 présente le diagramme des cas d'utilisation de CosmicXpert développés dans [Küssing 2002]. Trois utilisateurs différents du système ont été identifiés. Ils sont appelés acteurs.

> *« Un acteur représente un rôle joué par une personne ou une chose qui interagit avec un système »* [Muller 2000].

L'**expert** est l'acteur responsable du contenu de la base de connaissances. Il participe aux cas d'utilisation concernant la gestion de la base de connaissances.

Le **mesureur** est l'utilisateur pour qui le système est conçu. L'objectif du mesureur est de résoudre un problème de mesure fonctionnelle en effectuant les tâches décrites dans la Figure 14.

L'**administrateur** a un rôle réduit à la gestion des accès au système. Il détermine qui parmi les utilisateurs potentiels joue le rôle d'expert ou de mesureur.

> *« Les cas d'utilisation se déterminent en observant et en précisant, acteur par acteur, les séquences d'interaction – les scénarios – du point de vue de l'utilisateur »* [Muller 2000].

Le Tableau 6 est un exemple de description de scénario pour le mesureur. Il décrit l'ouverture d'une session sur le système.

L'ensemble des spécifications de CosmicXpert est présenté dans le mémoire de Tim Küssing [Küssing 2002].

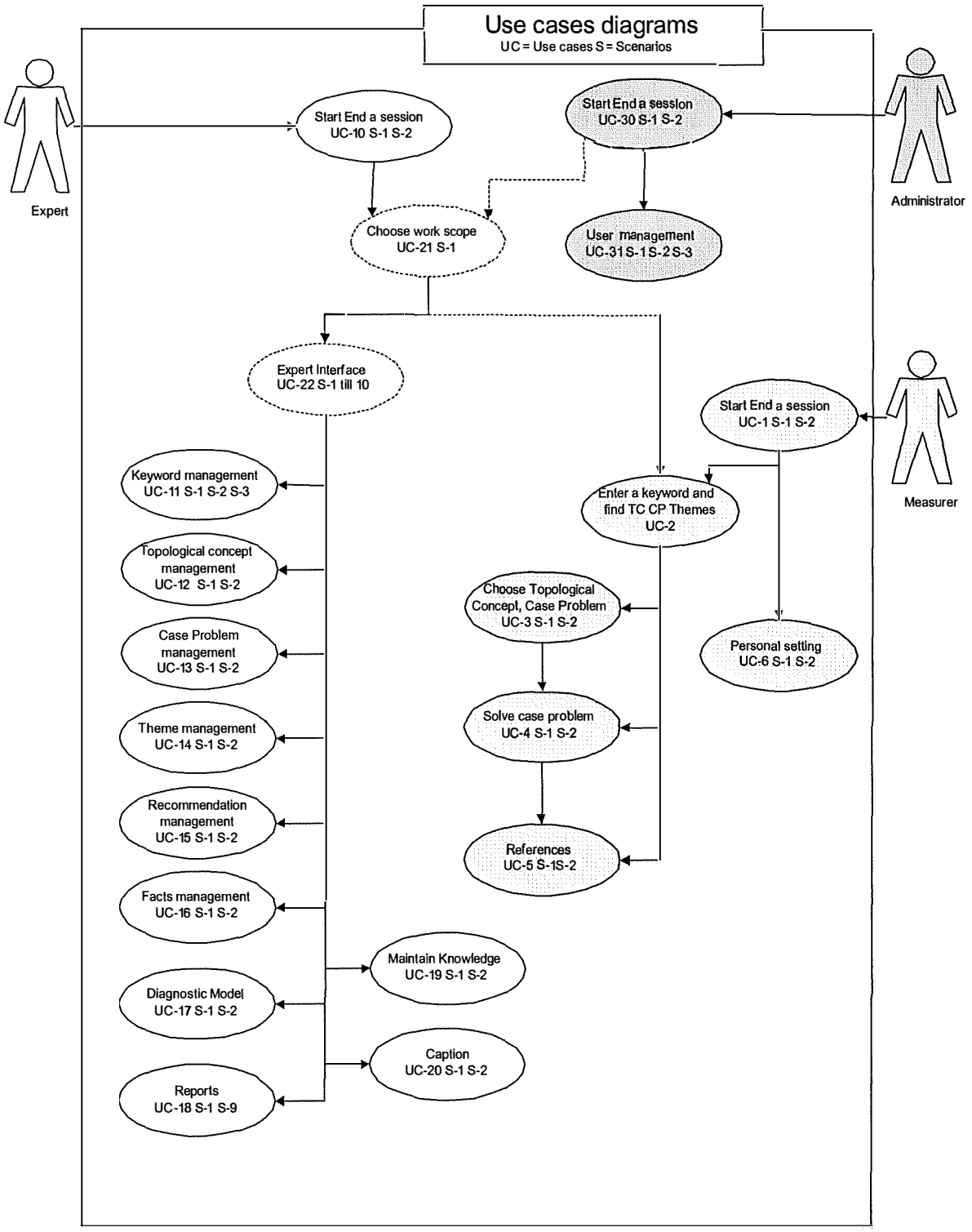


Figure 15 : Diagramme des cas d'utilisation de CosmicXpert

Tableau 6 : Description d'un scénario

Use case 1: Measurer registration to a session
Scenario 1: Session registration
Description A screen allowing to enter the identification of the measurer and the password Primary education actor: Measurer Secondary actor No Pre condition No Short description The measurer enters his name (recognized bythe software) and his password. The identification of the session is created automatically by the software. Exception If the name and the password do not correspond to the content of the class password, there is an error message Post-condition (rules of termination) Access to the software Classes used: session, measurer Data exchanged: Identification of the measurer, password, identification of the session
Calculation Yes: No: X

6. Exemple de résolution d'un cas problème

La démarche exposée dans ce chapitre pour réaliser un système expert pour la mesure fonctionnel a été appliquée dans la réalisation successive de plusieurs prototypes. Nous présentons l'enchaînement des tâches (Figure 14) dans un de ces prototypes dont la Figure 16 montre l'interface par un exemple.

Le problème à résoudre dans l'exemple que nous présentons est l'identification d'un processus fonctionnel dans le cadre d'un logiciel de type temps réel.

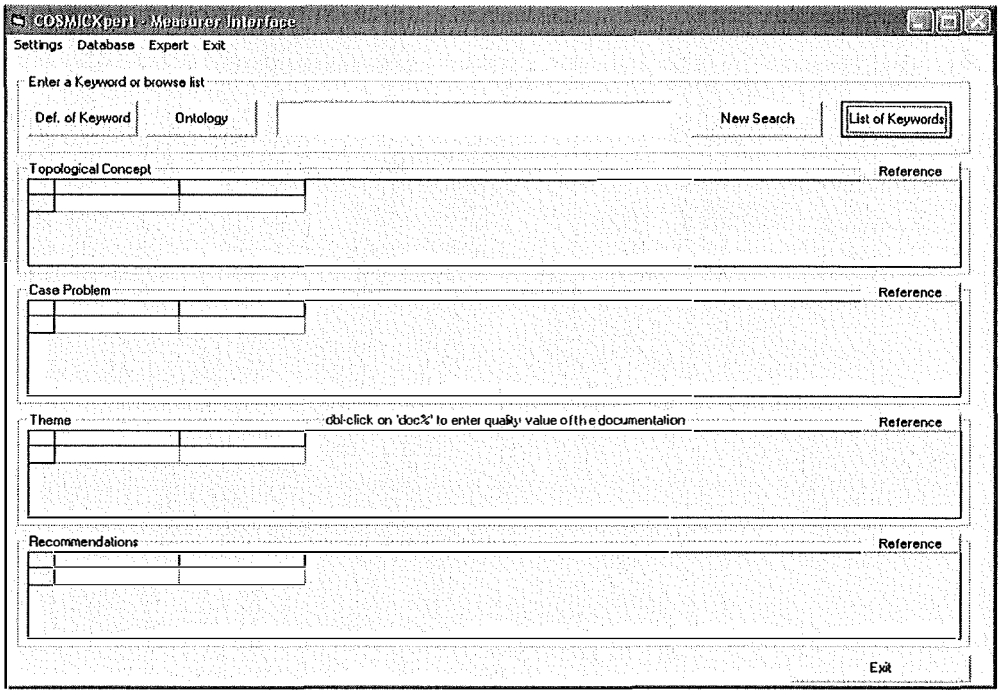


Figure 16 : Interface du mesureur dans CosmicXpert

La première tâche consiste à sélectionner un mot clé. CosmicXpert possède une liste de suggestions de mots clés (Figure 17) accessible via le bouton « List of keywords » de l'interface du mesureur.

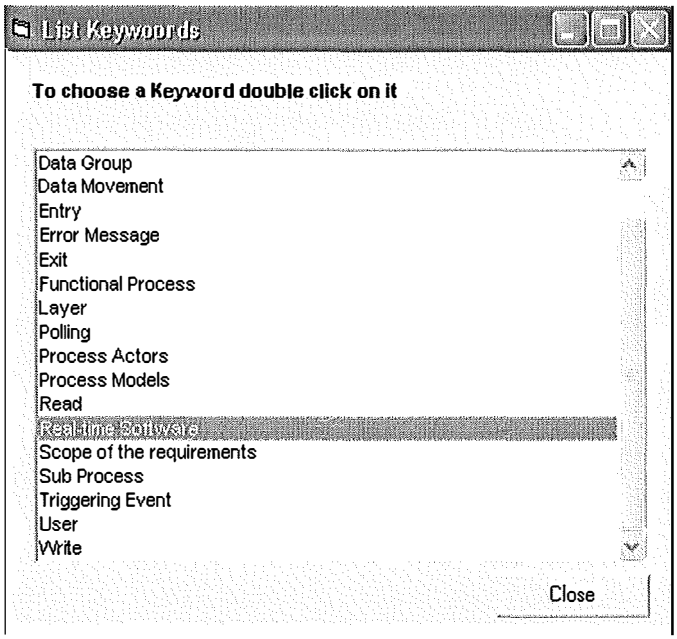


Figure 17 : Sélection d'un mot clé

Une définition est accessible pour chacun des mots clés. Sélectionnons « Real-time Software » car c'est le mot clé qui se rapproche le plus du problème que nous voulons résoudre.

Pour chaque mot clé de la liste, une définition est fournie. Nous pouvons vérifier à l'aide de cette définition si le mot clé choisi est pertinent dans le cadre du problème que nous voulons résoudre. Voici la définition du mot clé « Real-time Software » donnée par CosmicXpert :

> *« Un logiciel en temps réel est un logiciel qui contrôle un ordinateur contrôlant un système en temps réel. Un système en temps réel est un système qui fournit des services ou contrôle un processus physique continu. »*

Les concepts topologiques associés au mot clé sélectionné sont proposés au mesureur (Figure 18).

Parmi ces concepts topologiques, nous choisissons « Functionnal Process – Real Time » étant donné qu'il correspond exactement à notre problème de départ (Figure 19).

Pour chacun des concepts topologiques proposés, le système fournit la documentation nécessaire à sa compréhension (voir annexe A). Cette documentation est composée de la définition du concept et de la définition de concepts connexes.

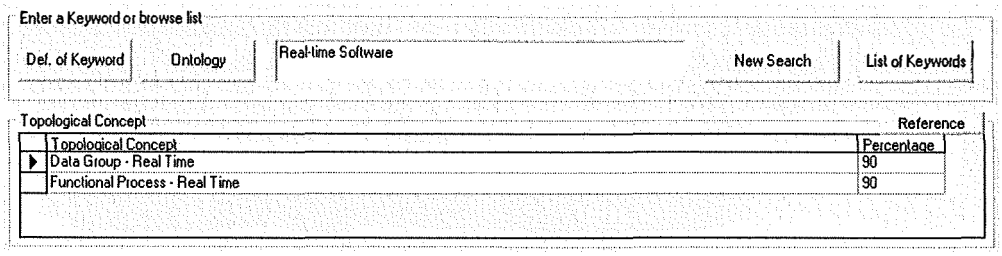


Figure 18 : Suggestion de concept topologique en fonction du mot clé

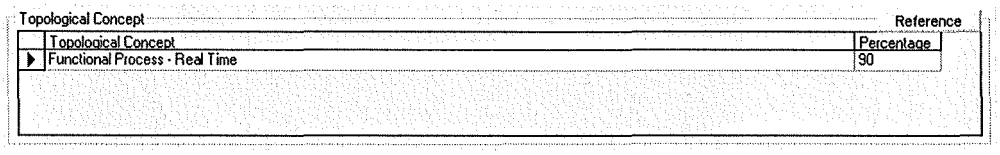


Figure 19 : Sélection d'un concept topologique

En fonction du concept topologique sélectionné, le système propose une série de cas problèmes (Figure 20).

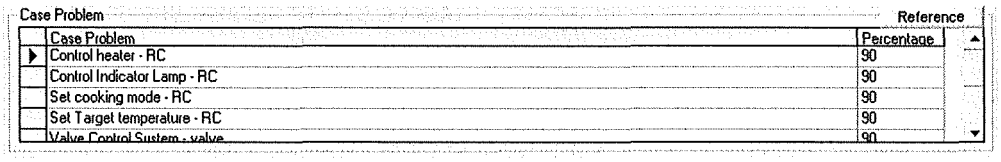


Figure 20 : Proposition de cas problème associé au concept topologique choisi

Pour aider le mesureur dans le choix du cas problème se rapprochant le plus du sien, le système fournit une explication détaillée du cas problème et de son contexte (Figure 21). Un exemple de documentation concernant un cas problème est présent dans l'annexe A.

Sélectionnons le cas problème « Set cooking mode – RC » (Figure 22).

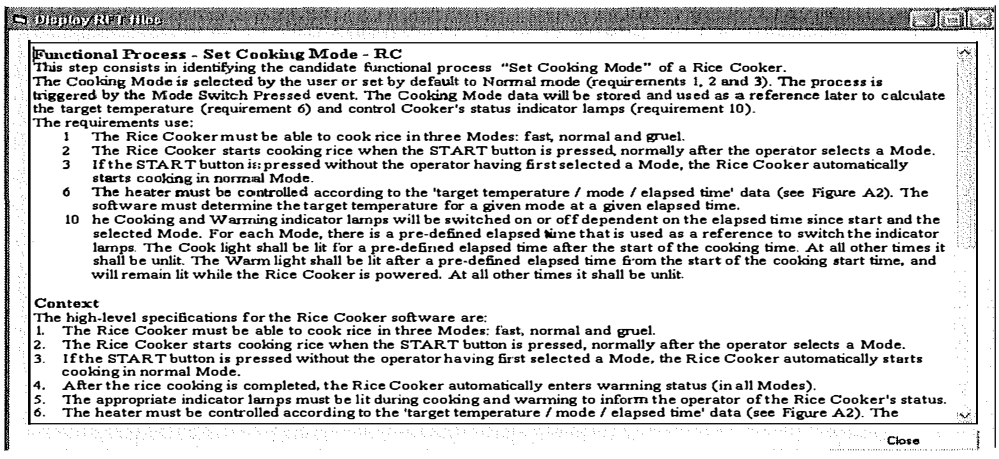


Figure 21 : Documentation d'un cas problème

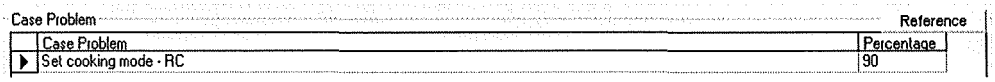


Figure 22 : Sélection d'un cas problème

Afin d'aider le mesureur à raisonner sur le cas problème qu'il a choisi, le système propose des thèmes de réflexion sous forme de questions à choix multiples (Figure 23).

Chacun des thèmes est en relation avec des règles de COSMIC-FFP. Cette relation est expliquée dans une documentation accessible pour chacun des thèmes proposés (voir annexe A).

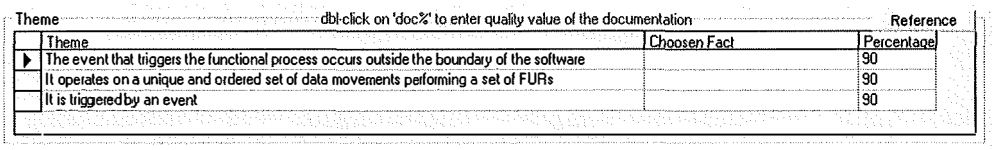


Figure 23 : Liste des thèmes associés au concept topologique et au cas problème

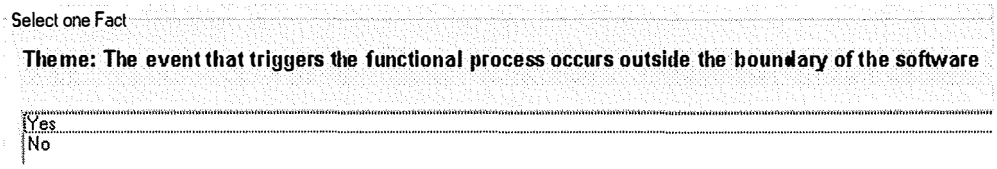


Figure 24 : Sélection d'un fait pour un thème

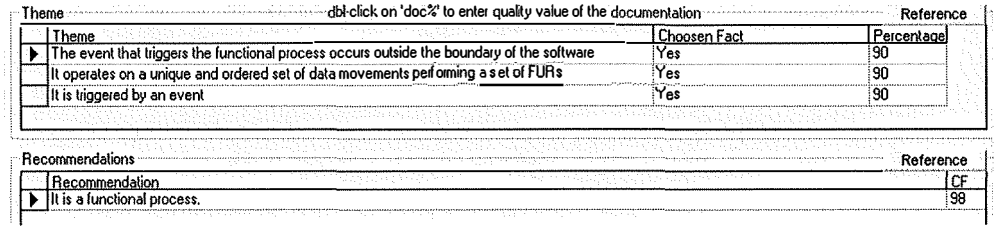


Figure 25 : Recommandation en fonction des faits choisis

Nous avons répondu positivement à chacun des thèmes (Figure 24 et Figure 25). Le système en déduit que ce que nous analysons, est probablement un processus fonctionnel.

A nouveau le système fournit un document explicatif concernant la recommandation. Ce document justifie la recommandation en se basant sur le cas problème sélectionné (voir annexe A).

Dans le cas où nous n'aurions pas répondu positivement à tous les thèmes, le système, via sa recommandation, aurait suggéré la révision de certains concepts afin de s'assurer que la recommandation est bien adaptée à notre problème.

Chapitre 4

DIFFICULTES DE LA VERIFICATION ET VALIDATION D'UN SYSTEME EXPERT ET PROPOSITION DE SOLUTIONS

Dans les chapitres précédents, nous avons présenté les différents domaines qui ont trait à la vérification et la validation d'un système expert pour la mesure fonctionnelle. Ces différents domaines sont les systèmes experts, les techniques de vérification et validation associées à ces systèmes et la méthode de mesure fonctionnelle COSMIC-FFP.

Nous avons également présenté CosmicXpert, le système expert qui est à l'origine de la problématique présentée dans ce chapitre.

Nous allons désormais nous intéresser aux problèmes que soulèvent la vérification et la validation de système expert en prenant comme cas d'application CosmicXpert.

1. Difficultés de la vérification & validation d'un système expert

La vérification et la validation de CosmicXpert soulèvent un certain nombre de difficultés qui sont directement liées au développement de système expert.

WEI-TEK TSAI et al. se sont demandé pourquoi la vérification et validation d'un système de connaissances est si difficile [Tsai et al. 1999].

1.1. Formalisme hétérogène de représentation des connaissances

Une des premières raisons est le formalisme de représentation des connaissances. Les connaissances peuvent être représentées par des règles, des objets, des cas,... Parfois un seul formalisme est utilisé, on a alors des « Rule based System » (système basé sur des règles) ou encore des « Case Based Reasoning » (système basé sur des cas). De plus en plus de processus de V&V existent pour des systèmes utilisant un seul formalisme. Ils sont souvent accompagnés d'outils permettant l'automatisation de certaines tâches du processus pour un système particulier.

Cependant des formalismes hybrides, comme la combinaison de règles avec des cas ou encore de règles avec des objets, deviennent de plus en plus populaires. Un ensemble de nouveaux problèmes, à considérer dans la vérification de système de connaissance, est issu de l'interaction entre plusieurs formalismes.

CosmicXpert est un système de connaissances qui combine des règles et des cas. Cette combinaison est permise grâce à l'attribution par un expert du domaine d'un pourcentage de confiance associant des règles à un cas. Ce pourcentage de confiance doit donc être pris en compte dans le processus de vérification.

CosmicXpert utilise son propre formalisme de représentation des cas et des règles ce qui rend tout système automatique de vérification de système expert existant inefficace.

1.2. Evolution et grandeur de la base de connaissances

La base de connaissances du système représente la connaissance d'un domaine. Comme cette connaissance est souvent croissante, la base de connaissances change et devient de

plus en plus grande. Il devient alors difficile pour le développeur d'effectuer la vérification de la base de connaissances afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'inconsistance et de redondance.

Dans le cas de CosmicXpert, le domaine est relativement figé. Le nombre de règles présentes dans la méthode de mesure COSMIC-FFP est peu variable. Par contre, ces règles s'appliquent à l'ensemble du génie logiciel qui lui ne cesse d'évoluer. C'est donc la base des cas qui a tendance à grossir.

1.3. Manque de classification standard des anomalies

Une anomalie réfère à une classe de fautes récurrentes en fonction d'une technique d'analyse.

Certaines anomalies sont spécifiques aux systèmes de connaissances. Dans les systèmes basés sur des règles, les anomalies les plus identifiées sont les incohérences, les incomplétudes, les circularités et les redondances entre les règles.

Une autre anomalie potentielle dans les systèmes de connaissances est l'interaction nuisible de bonnes règles. Un groupe dans lequel chaque règle correcte peut provoquer une conclusion finale erronée; ces règles agissent ensemble de façon nuisible.

Ce dernier type d'anomalie est souvent lié à l'utilisation de la théorie de la certitude comme c'est le cas dans CosmicXpert.

La difficulté liée à ces classes d'anomalies provient du manque de standardisation de celles-ci. La plupart des techniques de V&V adoptent leurs propres critères pour définir les classes. Elles sont souvent définies par des exemples.

1.4. Difficulté de tester les systèmes de connaissances

Les tests du système font partie du processus de V&V. Les étapes les plus courantes des tests sont les suivantes :

1) établir les critères de tests,
2) générer les entrées et les sorties attendues,
3) appliquer les entrées au système,
4) évaluer les résultats.

Chacune des étapes du processus de test comporte ses difficultés. Le choix des critères des tests est la base du processus. Il est donc nécessaire de s'y attarder. En fonction des critères choisis, la génération des entrées sera différente. Certaines entrées seront utiles pour plusieurs critères.

La génération des entrées pour les tests dépend fortement des spécifications du problème. Si les entrées et les sorties possibles du système sont bien spécifiées, la génération sera facilitée. Par contre si les sorties ne sont pas correctement spécifiées, la présence d'un expert du domaine sera indispensable pour déterminer ce que le système devra répondre en fonction des entrées.

La plus grande difficulté liée aux tests est la taille de l'espace des entrées et des sorties. C'est-à-dire le nombre possible d'entrées et de sorties que le système peut respectivement recevoir et générer.

2. Proposition de solutions pour la vérification et la validation CosmicXpert

La solution que nous proposons, consiste à intégrer à un processus itératif de vérification et de validation un processus de réingénierie.

Les prototypes successifs, résultant du processus de réingénierie, sont les conséquences des résultats du processus de vérification et validation mais ils sont également l'objet des différents cycles du processus de vérification et validation.

L'intégration de ces deux processus, illustrée par la Figure 26, permet de faire évoluer le système expert tout en s'assurant de sa bonne qualité. Cependant, la diversité des ressources exige une bonne planification des deux processus. Par exemple, un prototype résultant du processus de réingénierie doit être prêt pour la date à laquelle un test par des experts est prévu.

Nous allons dans les chapitres suivants présenter séparément ces deux processus. Etant donné que ces deux processus sont, dans la pratique, imbriqués l'un dans l'autre, il est nécessaire pour comprendre leurs applications à CosmicXpert de les introduire brièvement.

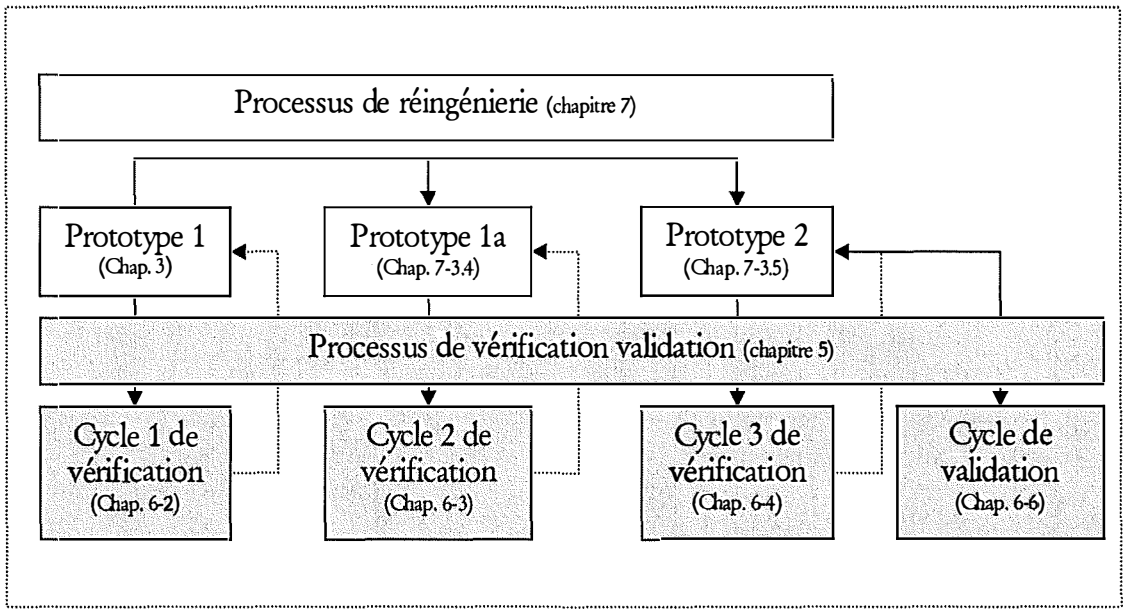


Figure 26 : Intégration du processus de vérification et validation
avec un processus de réingénierie

2.1. Processus de vérification et validation

Le processus de vérification présenté dans le chapitre 5 doit pouvoir répondre à certains problèmes courants présentés ci-dessus. Ce processus comprend une classification des anomalies propre au système à vérifier et à valider ainsi que le choix des critères pour chacune des itérations du processus.

Le choix des techniques de vérification et de validation ainsi que les tests à exécuter font partie des étapes du processus de vérification et de validation.

2.2. Processus de réingénierie

Le processus de réingénierie est exécuté lorsque le processus de vérification et validation met en évidence des problèmes liés aux hypothèses de conception. La correction d'anomalies détectées par le précédent processus, n'entraîne pas nécessairement le déclenchement du processus de réingénierie.

Ce processus doit permettre de faire évoluer le système expert afin que la base de connaissances reste maintenable. Il peut également, comme ce sera le cas, permettre d'introduire des fonctionnalités au système expert pour faciliter le processus de vérification et validation.

Le problème majeur que notre processus de réingénierie tente de résoudre est lié au formalisme de représentation des connaissances. Le formalisme utilisé pour représenter les connaissances dans la version originale de CosmicXpert n'autorise qu'une seule technique de vérification : l'inspection. Celle-ci est coûteuse en ressources. C'est pourquoi, lors des différentes exécutions du processus de réingénierie, nous avons progressivement introduit un nouveau formalisme qui permet de vérifier automatiquement si un type de connaissances est représenté avec la structure adéquate.

Le prototype original que nous appellerons prototype 1, utilise le format de fichier RTF [Microsoft 1999] et une base de données pour lier les fichiers entre eux.

Nous avons ensuite remplacé les fichiers RTF par des fichiers XML [W3C 2000a]. La structure de l'information contenue dans un tel fichier est automatiquement comparée à un schéma XML [W3C W3C 2001a]. Ce schéma XML représente de façon formelle les spécifications d'un type de documents de la base de connaissances. Le prototype 1a est le prototype qui utilise cette nouvelle base de connaissances.

Le prototype 2 a été développé pour supprimer les redondances présentes dans les différents fichiers en rendant possible la réutilisation de partie de document dans un autre document sans nécessairement le recopier.

Ce prototype intègre également un générateur de rapports et de tests servant à la vérification et la validation de sa base de connaissances. Le générateur de tests permet de tester le système expert avec toutes les entrées possibles et ainsi d'analyser les résultats obtenus.

Ce dernier prototype n'est pas une évolution du précédent, il a été recréé de toute pièce pour être accessible sur Internet à travers un navigateur. La base de connaissances utilisée dans le prototype 2 est le résultat d'un processus de conversion semi automatisé de la base de connaissances du prototype 1a.

Le processus de réingénierie ainsi que son application sont présentés en détail dans le chapitre 7.

3. Objectif final de la solution

L'intégration des deux processus a pour objectif de fournir à tous les acteurs un système conforme à leurs attentes, c'est-à-dire que tous les scénarios UML sont exécutables avec le système.

Une série de besoins non fonctionnels n'avaient pas été établis lors de la conception du premier prototype. Parmi ces besoins, il y a l'accessibilité, la facilité de maintenance et la possibilité de garantir l'intégrité des connaissances. La solution apportée améliore

progressivement les prototypes successifs pour rencontrer le plus de critères de qualité à un faible coût.

L'objectif ultime, qui est celui de tout processus de validation d'un système expert, est de s'assurer que les conseils promulgués par le système soient aussi valables que les conseils promulgués par un expert humain de la mesure COSMIC-FFP.

Chapitre 5

LE PROCESSUS DE VERIFICATION ET VALIDATION DE LA BASE DE CONNAISSANCES D'UN SYSTEME EXPERT

La problématique dans le chapitre précédent énonce l'objectif et la difficulté de la vérification et validation d'un système expert. Dès lors, il est nécessaire de mettre en place des moyens minimisant les risques d'erreurs et par conséquent, améliorer la fiabilité du système. A cette fin, nous avons utilisé un processus de vérification et validation améliorant la vérification de notre base de connaissances « est-ce que le système ou son composant est bien construit ? » et la validation de notre système « est-ce que c'est le bon système ? » [Boehm 1984].

Quelques processus de vérification existent dans la littérature mais aucun n'est adapté aux systèmes hybrides. La plupart des processus sont adaptés à la vérification et validation de systèmes experts basés sur des règles.

Notamment, KNAUF [Knauf et al. 2002] propose un cadre pour la validation de systèmes experts basés sur des règles. Cette méthodologie est présentée comme un processus en cinq étapes qui est basé sur deux thèmes centraux :

- la création d'un ensemble minimal d'entrées de tests selon différents critères, couvrant adéquatement le domaine représenté par la base de connaissances.
- l'utilisation d'une méthodologie de test de Turing expliqué dans le premier chapitre, évaluant les réponses du système aux entrées des tests et comparant ces réponses avec celles des différents experts.

Le cadre de KNAUF décrit uniquement une méthodologie de validation, étant donné l'ambiguïté existante entre les termes de vérification et validation, nous justifions ainsi l'extension du cadre à la vérification.

Sur la base de ce cadre, nous avons créé notre propre processus adapté à notre système expert hybride.

Notre processus de vérification et validation décrit une méthodologie complète pour vérifier et valider la qualité de la base de connaissances. Il nous dit si la base de connaissances est défectueuse ou non et si l'ensemble des composants formant le système (moteur d'inférence, interface, base de connaissances) et leur intégration entre eux est le bon système. Cette méthodologie est présentée en plusieurs étapes contenant deux thèmes principaux :

- la réduction du domaine grâce à différents critères spécifiés par l'utilisateur afin d'appliquer les techniques définies et de les expérimenter.
- l'analyse et l'évaluation des anomalies rencontrées afin de les corriger et de raffiner le système.

Le processus et l'enchaînement des étapes sont montrés dans la Figure 27.

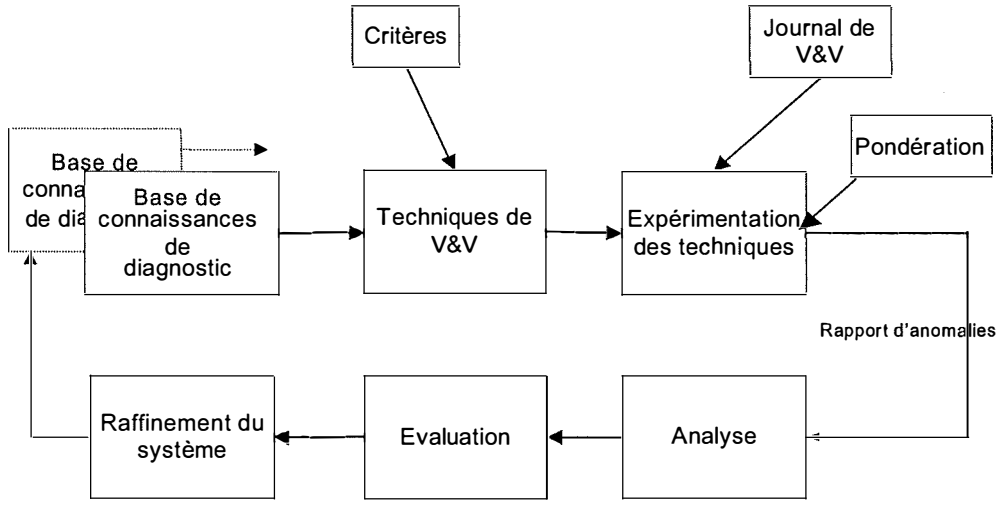


Figure 27 : Processus de vérification et validation d'un système expert

Dans les sections suivantes, nous décrivons en détail les différentes étapes itératives du processus.

1. La base de connaissances de diagnostiques

Selon [Schreiber et al. 1993], la base de connaissances est un ensemble d'acquis pertinents à un domaine de connaissances.

Cette base de connaissances est un composant essentiel d'un système expert et peut être représenté par une base de données, un ensemble de fichiers. Cette base de connaissances contient donc un ensemble d'informations structurées à vérifier et si nécessaire, à raffiner.

2. Identification des critères

L'identification des critères est utile pour déterminer le niveau de qualité que l'on désire atteindre à la fin du cycle.

Lors de la l'identification des différents critères, il est essentiel de savoir si nous nous trouvons dans un cycle de vérification de la base de connaissances ou de validation (moteur d'inférence, interface, base de connaissances). Lors de la vérification de la base de connaissances, nous pouvons sélectionner quelques critères, voir un seul critère, mais lors de la validation de la base de connaissances, nous reprenons habituellement l'ensemble des critères utilisés dans les différents cycles de vérification de la base de connaissances, ainsi que d'autre critères définis par les besoins de l'utilisateur (fiabilité, accessibilité...) pour valider l'ensemble des composants du système (moteur d'inférence, interface).

La base de connaissances contient un nombre impressionnant de connaissances devant être expérimentées, et choisir un ensemble représentatif de connaissances est un problème extrêmement difficile. Nous pourrions analyser la totalité des connaissances suivant toutes les combinaisons possibles, mais un tel travail est laborieux. Le niveau de qualité déterminé par le choix de critères est un indicateur important pour cibler les connaissances utiles lors de l'expérimentation des techniques.

Le cadre de KNAUF propose une approche basée sur les clauses de HORN pour déterminer les règles à expérimenter en fonction du niveau de qualité à atteindre. Cette approche permet de générer un ensemble optimal de règles représentant l'ensemble des connaissances du système.

Etant donné que cette approche n'est applicable qu'aux systèmes basés sur des règles, d'autres approches doivent être élaborées pour les autres types de systèmes experts. Mais on se rend rapidement compte qu'un niveau élevé de qualité (déterminé par des critères sévères) nécessite l'expérimentation de l'ensemble des connaissances.

Les critères de qualité doivent essentiellement découler des besoins fonctionnels et non-fonctionnels dictés par les utilisateurs. L'expérience de la personne responsable du processus de V&V influence fortement le choix des critères et le choix des connaissances à expérimenter.

Des normes existent concernant la qualité du logiciel, par exemple [ISO/IEC 9126-1]. Des critères de qualités peuvent être extrait de ces normes. L'utilisation des normes assure un meilleur niveau de qualité.

Nous présentons ici une liste non exhaustive de critères [Althoff 1997]:

- Convenance : la capacité de la base de connaissances à fournir un ensemble approprié de connaissance pour un cas spécifié et des règles définies par l'utilisateur.
- Exactitude : la capacité de la base de connaissances à fournir un résultat correct avec un degré de précision souhaité. (pertinence des connaissances)
- Interopérabilité : la capacité de la base de connaissances à interagir avec un ou plusieurs logiciels.
- Fiabilité : la capacité de la base de connaissances à fournir un certain niveau de connaissances provenant du domaine étudié.
- Cohérence : la capacité de la base de connaissances à fournir des connaissances non contradictoires.
- Maturité : la capacité de la base de connaissances à empêcher des échecs.
- Tolérance aux fautes : la capacité de la base de connaissances à maintenir un niveau de performance spécifié lors de fautes dans la base de connaissances.
- Disponibilité : la capacité de la base de connaissances à toujours fournir les connaissances.
- Complétude : la capacité de la base de connaissances à posséder toutes les connaissances nécessaires à la compréhension du domaine et toutes les interconnexions entre les différentes connaissances. (contenus, liens, nombres de cas...)
- Redondance : la capacité de la base de connaissances à ne pas avoir plusieurs connaissances dupliquées inutilement.

- Changeabilité : la capacité de la base de connaissances à être modifiée facilement.
- Analysabilité : la capacité de la base de connaissances à être diagnostiquée pour des déficiences ou des lacunes dans la base, et par la suite à être modifié.
- Stabilité : la capacité de la base de connaissances à empêcher les effets inattendus des modifications sur la base de connaissances.
- Testabilité : la capacité de la base de connaissances à être modifiée pour être validée.
- Adaptabilité : la capacité de la base de connaissances à être adaptée à différents environnements spécifiés sans autres modifications entraînées par la base de connaissances.
- Installabilité : la capacité de la base de connaissances à être installée dans un environnement spécifié.
- Coexistence : la capacité de la base de connaissances à coexister avec un autre logiciel indépendant dans un environnement partageant les mêmes ressources.
- Remplaçabilité : la capacité de la base de connaissances à être utilisée à la place d'une autre base de connaissances pour le même domaine dans un même environnement.

Cette liste ne reprend donc pas tous les critères existants et nécessite évidemment des adaptations suivant les besoins des utilisateurs. Par exemple, une société désirant protéger ses connaissances, a besoin de définir des critères de sécurité plus appropriés.

3. Choix des techniques de V&V

Cette étape choisit les différentes techniques à employer pour vérifier la base de connaissances ou valider le système. Ces techniques fournissent une manière de mesurer la qualité des connaissances dans la base de connaissances et l'entièreté du système. De nombreuses techniques existent actuellement mais un grand nombre d'entre elles doivent être adaptées aux systèmes experts expérimentés.

Le choix des techniques permet de minimiser le travail à effectuer. En effet, il existe trois possibilités d'utilisation des différentes techniques en diminuant la difficulté du travail :

- les techniques manuelles,
- les techniques automatiques,
- les techniques semi-automatiques.

Le premier type de techniques est très facile d'utilisation car il ne nécessite aucune mise en œuvre ou modification du système. Néanmoins, ce type de techniques est réalisé manuellement et nécessitant énormément de ressources (temps, personnes) et peut entraîner des erreurs supplémentaires. En général, ces techniques sont menées par une équipe et non par un individu seul.

Par exemple, la technique manuelle la plus utilisée est l'inspection. Elle est définie dans le premier chapitre et permet de détecter les erreurs dans une base de connaissances. Ces erreurs peuvent être de type logique, des anomalies dans le contenu, dans la structure ou bien des dérives par rapport à des standards, des normes. Certaines études [Mills et al. 1987,

Fagan et al 1986] montrent qu'ils permettent de détecter en moyenne 60 % des erreurs. Un certain nombre de règles doivent être respectées pour mener à bien une inspection.

- On doit disposer d'une spécification précise ainsi que de documents concernant les besoins de l'utilisateur.
- Les membres de l'équipe d'inspection doivent connaître les normes et standards de qualité imposés pour le projet concerné. Ces normes et standards sont consignés dans le Plan Qualité.
- Les rôles au sein de l'équipe doivent être bien définis. Pour des raisons d'efficacité, au moins une des personnes devrait être extérieure au projet.

D'autres techniques manuelles (revue, audit) existent et sont utilisées afin d'augmenter légèrement le pourcentage d'erreurs détectées.

Les techniques dites automatiques sont de loin les plus avantageuses. Avec ce type de techniques, les ressources nécessaires (temps, personnes) se réduisent au minimum, mais la mise en œuvre peut être assez complexe et coûteuse. Dès lors, si nous voulons un système de très haute qualité, il est nécessaire de prendre le temps nécessaire à l'adaptation du système pour utiliser ces différentes techniques tout en ne changeant pas les fonctionnalités de base de notre système expert.

Les techniques semi-automatiques sont assez bonnes en générale. Ce type permet de réaliser un bon compromis entre le premier et le deuxième type. En effet, la semi automatisation permet une expérimentation plus poussée avec une mise en œuvre moins complexe. Ce type de technique permet de détecter jusque 90 % des erreurs.

Par exemple, la preuve formelle permet de prouver qu'une base de connaissances est conforme à sa spécification. Pour cela, il faut utiliser des langages de spécifications formelles, c'est-à-dire dont la sémantique du langage est définie de manière formelle et dont la notation est cohérente avec les techniques de preuves utilisées. On peut également utiliser des preuves logiques pour décider que la base de connaissances est logiquement conforme aux spécifications. La mise en oeuvre des langages formels ou des techniques de preuves logiques n'est pas triviale et ne se justifie que pour des logiciels dits critiques c'est-à-dire ceux qui doivent avoir une bonne fiabilité.

Ce choix des techniques est dépendant du cycle de vérification ou de validation. D'après la littérature, « *la vérification est de plus en plus automatisée contrairement à la validation nécessitant toujours la présence d'experts* » [Knauf et al. 2002].

D'autres techniques, comme les tests décrits dans le premier chapitre, peuvent être utilisées lors de la vérification et validation. Ces tests apportent une vérification et validation dynamiques. Une technique de tests souvent employée dans la validation est le générateur de tests. Ce générateur donne les combinaisons de sorties du système spécifiées par l'expert et permet une validation des experts par comparaison des sorties ou par inspection des sorties du générateur.

4. Le journal de V&V

Le journal de V&V définit un gabarit du rapport à générer pour l'étape d'expérimentation. Ce rapport permet de relever les différentes anomalies d'une manière formelle et facilite le travail de l'expert. Le gabarit du rapport de vérification se présente comme le Tableau 7.

Tableau 7 : Gabarit du rapport de vérification

Nom : Prénom :				Expérience
Critères	Emplacement précis	Description de l'erreur	Gravité de l'erreur	Commentaires

Le rapport de vérification se compose de différents champs décris ci-dessous suit :

- Le nom et le prénom de la personne permettent d'identifier la personne effectuant la vérification et/ou la validation.
- L'expérience de la personne permet d'évaluer la pertinence des commentaires effectués par cette personne.
- Le critère d'expérimentation décrit la cause du problème.
- L'emplacement précis de l'endroit de l'anomalie.
- La description de l'erreur est un commentaire sur l'erreur effectué par le vérificateur ou validateur.
- La gravité de l'erreur est un indice de pondération de 0 à 5 expliqué ci-dessous, représentant l'importance de l'anomalie de la plus simple à la plus complexe.
- Les commentaires sont les solutions proposées par l'expert.

Dans le gabarit du journal de vérification et validation, nous retrouvons une composition minutieuse de chaque connaissance du système expert. Ce gabarit permet de d'identifier plus aisément chaque partie de connaissances.

5. Expérimentation des techniques

L'expérimentation des techniques consiste à appliquer les techniques choisies.

Une description de l'expérimentation permet d'identifier les différents plans qualités utilisés et les personnes effectuant l'expérimentation.

Les plans qualités sont identifiés en fonction des documents de références (Norme, charte,...).

Les personnes effectuant l'expérimentation des techniques peuvent être de natures différentes :

- des personnes débutantes dans le domaine du système expert.
- des personnes expertes dans le domaine du système expert.
- des robots ou systèmes automatiques ou semi-automatiques.

Suivant leur niveau d'expérience et le choix des critères, ces différentes personnes visent à découvrir les différentes anomalies du système. Dans la plupart des cas, nous essayons d'automatiser cette expérimentation par différentes procédures techniques mais dans la majorité des cas, un suivi humain reste nécessaire.

Une caractéristique de l'expérimentation est qu'elle ne se fait jamais seule. Elle doit se faire en groupe, en parallèle avec un moteur d'inférences ou les deux ensemble.

Durant l'expérimentation des techniques, il faut également en décrire le déroulement en expérimentant les différentes techniques choisies suivant les critères définis.

Il faut ensuite relever les anomalies dans le journal de V&V.

6. L'analyse

Cette étape consiste à classifier les différentes anomalies rencontrées dans l'étape précédente suivant les différents critères choisis, la gravité des erreurs rencontrées et l'emplacement de ces erreurs. Lors de cette étape, nous donnons les statistiques des différentes anomalies relevées afin de permettre une évaluation des anomalies essentielles à corriger.

7. La pondération

La pondération est le poids accordé aux anomalies (gravité de l'erreur) relevées par l'expérimentateur suivant un critère spécifié. Les résultats de l'expérimentation reprennent ces gravités en fonction du critère.

Les erreurs de gravité 1 et 2 n'ont pas un véritable impact sur le fonctionnement du logiciel et ces erreurs sont facilement identifiables. On retrouvera, par exemple dans cette catégorie les fautes d'orthographes.

Les erreurs de gravité 3 n'ont pas une incidence directe sur le fonctionnement du système. Toutefois, ces erreurs semblent plus préoccupantes que les autres erreurs de gravité inférieure. La présence d'une connaissance redondante ou inutile serait considérée de gravité 3.

Les erreurs de gravité 4 et 5 ont un effet néfaste sur le bon fonctionnement du système. Cette catégorie pourrait contenir par exemple une connaissance qui est considérée comme erronée par les experts du domaine.

8. L'évaluation

Cette étape consiste à:

- identifier les solutions (techniques, organisationnelles...) possibles pour résoudre ces anomalies. Ces solutions sont le fruit de l'expérience et de la créativité des personnes vérifiant la base de connaissances.
- évaluer les coûts (temps, argent, personnes...) des corrections des différentes anomalies suivant les solutions proposées.

9. Le raffinement du système

Dans le but d'améliorer le système, cette étape fournit une guidance sur la façon de corriger les erreurs détectées dans le système durant les quatre étapes précédentes. Durant cette étape, nous essayons de mettre en place les différentes solutions proposées lors de l'étape d'évaluation.

Chapitre 6

APPLICATION DU PROCESSUS DE VERIFICATION & VALIDATION

Dans ce chapitre, nous expliquons les différentes démarches entreprises pour vérifier et valider la base de connaissances du système expert, CosmicXpert. Ces démarches se basent sur le processus de vérification et validation expliqué dans le chapitre précédent.

Dans un premier temps, nous vérifions la base de connaissances afin de bien construire le système et, dans un second temps, nous validons la base de connaissances et son intégration avec les autres composants du système afin d'obtenir le « bon système ».

Avant d'appliquer le processus proprement dit, nous analysons tout d'abord la base de connaissances, les différentes connaissances qui la composent, ainsi que le processus de construction de la base de connaissances.

De cette analyse et des revues littéraires, nous découvrons que *« la vérification du système de connaissances pourrait être facilitée par une meilleure structuration des fichiers de référence des bases de connaissances »* [Coenen 1998].

La base de connaissances est constituée d'une base de données ACCESS et de fichiers RTF regroupant des connaissances peu structurées. Les documents de spécification du système expert décrivent la structure de la base de données mais pas la structure du contenu des fichiers RTF.

Dès lors, nous commençons notre vérification en construisant une charte de structuration spécifiant entre autre la structure du contenu des fichiers RTF.

1. Charte de structuration

La charte de structuration permet d'identifier les différentes connaissances de la base de connaissances et de résoudre les différentes ambiguïtés concernant la structure du format et du contenu des connaissances. Cette charte est le résultat d'un processus de rétroingénierie des documents RTF. Elle est construite en analysant un échantillon des connaissances afin de rassembler les informations des différentes connaissances et d'identifier une allure générale de chaque concept de la base de connaissances de CosmicXpert (concept, mot clé, concept topologique, cas problème, thème, recommandation). La spécification de ces concepts est décrite dans la charte de structuration dans l'annexe B.

Cette charte ne répond pas uniquement aux questions de structuration du format ou du contenu mais elle permet d'élucider quelques lacunes des spécifications existantes, d'uniformiser les connaissances et de définir les différents liens entre CosmicXpert et COSMIC-FFP.

Parmi les questions élucidées, nous pouvons citer :

- Quelles sont les définitions liées aux différents concepts ?

- Peut-on avoir des définitions provenant d'autres sources que COSMIC-FFP et Swebok?
- Comment sélectionner les mots clés d'entrée dans le système ?
- Quel est le nombre de définitions pouvant être liées aux différentes connaissances ?
- Est-ce qu'un concept topologique se trouve toujours dans les mots clés?
- Quelles sont les informations reprises du manuel de COSMIC-FFP ?
- Quelles sont la nomenclature des différentes connaissances (titres, noms de fichiers ...) ?
- Quelles sont les informations optionnelles dans les connaissances ?
- Avec quel raffinement doit-on structurer les différents concepts ?
- Quels sont les liens entre les concepts de CosmicXpert et COSMIC-FFP ? Ces liens sont repris dans la Figure 28.

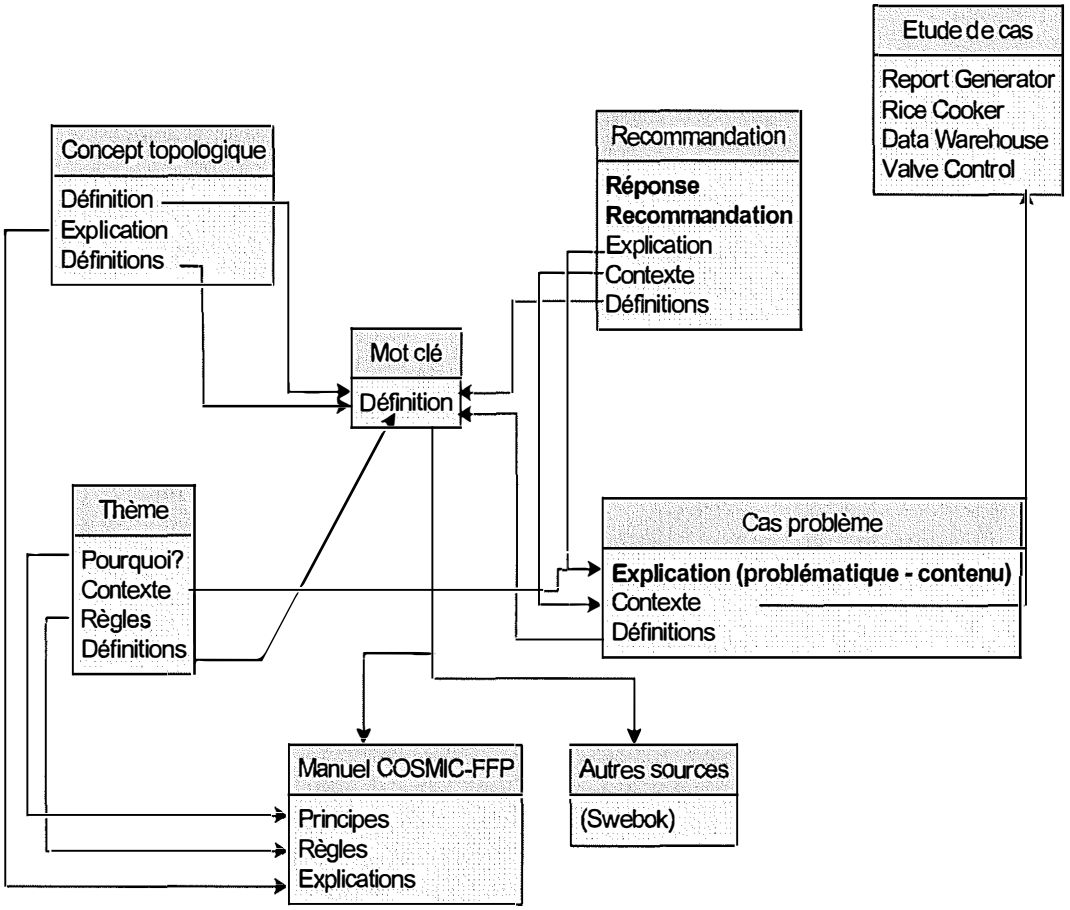


Figure 28 : Liens des connaissances de la base de connaissances avec le domaine COSMIC-FFP

A partir de cette charte de structuration, nous pouvons effectuer le processus de vérification du chapitre précédent.

La Figure 29 illustre les différents cycles de vérification & validation c'est-à-dire les itérations de notre processus. Chaque étape du processus est expliquée suivant le cycle où l'on se trouve. Les deux premiers cycles de vérification analysent si le prototype 1 est bien construit et plus spécialement si la base de connaissances de ce système est correct par rapport aux

spécifications structurelles. Le troisième cycle vérifie de manière semi-automatique la base de connaissances du prototype 2 et montre les anomalies de la base de connaissances à corriger.

Et finalement, nous validons le système dans son entièreté.

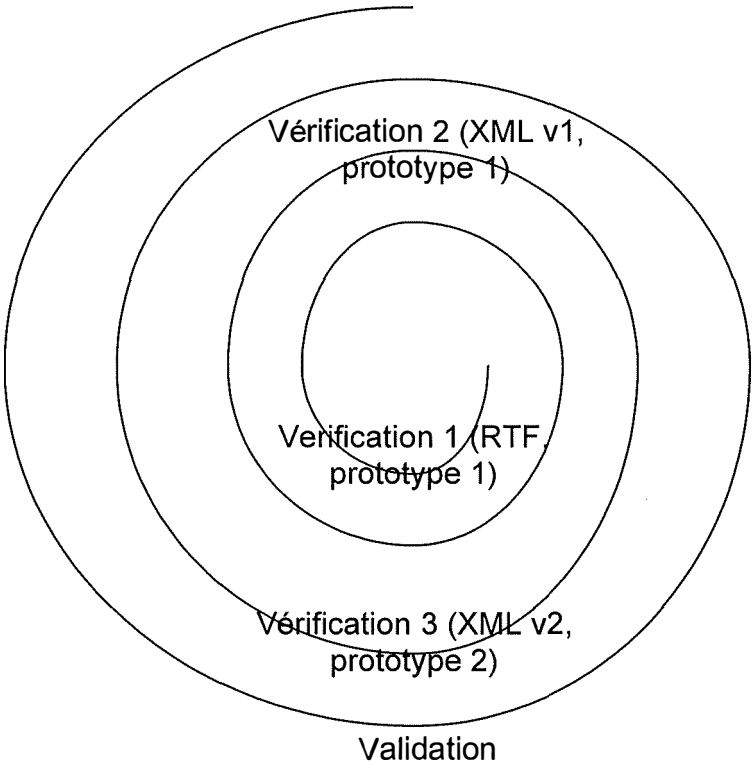


Figure 29 : Spirale des cycles de V&V

Notre optique est d'automatiser le plus possible la vérification afin de ne pas commettre d'erreur manuelle lors de la vérification et de restreindre les ressources nécessaires (temps – personnes).

2. Cycle 1 de vérification (prototype 1)

2.1. Base de connaissances

Lors de cette étape, nous analysons les données concernant la base de connaissances. Elle est constituée d'un ensemble de fichiers RTF et d'une base de données ACCESS contenant les liens vers ces fichiers RTF.

Les connaissances sont représentées dans des fichiers RTF. L'avantage de ce type de fichier est qu'il est facilement éditable avec n'importe quelle traitement de texte et qu'un visionneur peut être facilement intégré dans le système expert.

Les connaissances peuvent être de six types différents : concepts, mots clés, concepts topologiques, cas problèmes, thèmes et recommandations.

Le Tableau 8 reprend le nombre de fichiers RTF classés suivant le type de connaissances.

Tableau 8 : Nombre de connaissances suivant son type.

Types	Nombre	Nombre relatif (%)
Concept	6	1.8
Mot clé	23	6.8
Concept topologique	15	4.4
Cas problème	34	10.0
Thème	120	35.4
Recommandation	141	41.6
Total	339	100

2.2. Choix des critères de vérifications

Le choix de critères permet de cibler la vérification de notre base de connaissances de notre système expert, CosmicXpert. Pour cela, nous analysons les besoins utilisateurs pour dégager les critères nécessaires :

- **Complétude** : Ce critère permet de relever toutes les anomalies concernant les liens entres les connaissances, les connaissances isolées et les connaissances manquantes.
- **Cohérence** : Ce critère permet de vérifier si les connaissances sont à jour par rapport à la version COSMIC-FFP version 2.2 et de fournir des connaissances non contradictoires.
- **Syntaxique** : Ce critère permet de vérifier les erreurs de frappe, d'orthographe et de grammaire.
- **Structuration** : Ce critère permet de vérifier la structure des différentes connaissances par rapport à un plan qualité.
- **Présentation** : Ce critère permet de vérifier les erreurs d'affichage des connaissances (images, textes cachés, tableaux invisibles, ...)
- **Redondance des cas** : Ce critère important dans notre vérification permet de vérifier si les connaissances ne sont pas redondantes et d'analyser les redondances internes.

2.3. Techniques de vérifications utilisées

Les techniques employées pour effectuer notre premier cycle de vérification de la base de connaissances de notre système expert sont l'inspection et les tests structurels.

L'inspection est choisie car nous vérifions une base de connaissances contenant des connaissances en format RTF. Ce format signifie que les données sont très libres (ne nécessitant pas une rigueur de structuration).

Pour vérifier les liens entre les fichiers RTF contenus dans la base de données, nous avons besoins d'utiliser le système expert, c'est pourquoi, la technique de tests structurels est employée.

2.4. Expérimentation

Pour chaque technique, nous effectuons une description de l'expérimentation, la manière dont l'expérimentation se déroule et les résultats fournis par l'expérimentation.

2.4.1. Description de l'expérimentation

Plan qualité

Pour CosmicXpert, les documents de référence sont : [ISO/IEC 14143-1], [ISO 19761], les connaissances, l'expertise des experts de la mesure COSMIC-FFP et les normes propres aux références de CosmicXpert telles que définies dans la charte de structuration.

Rôles

Nous effectuons à deux une première inspection de la base de connaissances. Afin d'effectuer cette première inspection, nous avons les caractéristiques suivantes :

- Connaissance de la mesure fonctionnelle.
- Connaissance de base de la mesure COSMIC-FFP et des études de cas. Nous avons suivi une formation de base à la mesure COSMIC-FFP et effectué des lectures sur le domaine (manuel de COSMIC-FFP, articles concernant la mesure et l'inspection).
- Connaissance approfondie d'utilisation d'interface.

Le groupe de vérification est composé de minimum deux personnes car lors d'une inspection, les manipulations humaines peuvent entraîner de nouvelles erreurs ou l'oubli d'anomalies. Il est donc nécessaire que les personnes vérifiant la base de connaissances passent en revue les mêmes connaissances.

2.4.2. Déroulement de l'expérimentation

Le déroulement de l'expérimentation du premier cycle comporte:

- l'utilisation du prototype 1 pour tester la connectivité des liens entre les connaissances et relever les incohérences.
- l'inspection de toutes les connaissances afin de relever les anomalies suivant les critères définis.
- l'identification et indication des anomalies dans le rapport de vérification (vérificateur).

Les deux personnes ont vérifié les mêmes connaissances.

2.4.3. Résultats de l'expérimentation

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport du vérificateur et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme d'un fichier Excel et est disponible en annexe C.

2.5. Analyse

Les différentes anomalies rencontrées lors de l'expérimentation sont analysées et classées selon leur gravité. Le Tableau 9 présente les anomalies par type de connaissance et de gravité.

Tableau 9 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance

	Gravité 1	Gravité 2	Gravité 3	Gravité 4	Gravité 5	Total
Mot clé	1	0	7	9	1	18
Concept topologique	1	0	3	12	1	17
Cas problème	7	20	52	24	1	104
Thème	65	72	146	30	12	325
Recommandation	72	1	197	81	2	353
Total	146	93	405	156	17	817

Les résultats présentés dans le Tableau 9 permettent d'identifier la gravité des erreurs dans les différentes connaissances. Cela nous permet d'analyser la qualité des différentes connaissances et du travail à effectuer pour les corriger.

La majorité des erreurs relevées sont d'une gravité majeure (50 % des erreurs sont de gravité 3 et 19 % sont de gravité 4). Les erreurs de gravité 3 se retrouvent essentiellement dans les recommandations (55 %,) dans les cas problèmes (50 %) et dans les thèmes (45 %). Les erreurs de gravités 4 se retrouvent à 70 % dans les concepts topologiques, 50 % dans les mots clés, 23 % dans les cas problèmes et recommandations.

Il est important de remarquer que les erreurs dans les recommandations, les thèmes et les cas problèmes sont plus difficiles à corriger du fait de la complexité de la structure de ces connaissances.

Tableau 10 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance

	Complétude	Cohérence-redondance	Structuration	Présentation - syntaxe	Total
Mot clé	8	9	0	1	18
Concept topologique	2	14	0	1	17
Cas problème	51	27	19	7	104
Thème	156	30	2	137	325
Recommandation	219	61	0	73	353
Total	432	145	21	219	817

Les résultats présentés dans le Tableau 10 permettent d'identifier les types d'erreurs rencontrées dans les différentes connaissances.

D'après le Tableau 10, le nombre d'erreurs rencontré dans les différentes connaissances est assez uniforme (de 89 % d'erreurs pour les recommandations à 130 % d'erreurs pour les thèmes, soit plus d'une erreur par thème).

Le grand nombre d'erreurs d'incomplétude s'explique par le fait que la base de connaissances est incomplète et nécessite l'intégration de nouvelles connaissances afin de répondre aux besoins des utilisateurs. L'inspection des connaissances a permis de mettre en évidence des concepts de la méthodes de mesure qui étaient moins couverts par le système expert.

L'absence de spécifications pour la construction des différentes connaissances et les mises à jour des connaissances en fonction du manuel de mesure de COSMIC-FFP expliquent les erreurs de cohérence et de structuration.

Finalement, les erreurs de syntaxe et de présentation sont assez conséquentes mais leurs corrections restent néanmoins triviales.

Tableau 11 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère

	Complétude	Cohérence - redondance	Structuration	Présentation - syntaxe	Total
Gravité 1	0	0	0	146	**146**
Gravité 2	0	2	18	73	**93**
Gravité 3	399	6	0	0	**405**
Gravité 4	35	121	0	0	**156**
Gravité 5	2	12	3	0	**17**
Total	**432**	**145**	**21**	**219**	**817**

Les résultats dans Tableau 11 permettent de montrer parmi les critères sélectionnés ceux qui doivent être améliorés en priorité. Lors de notre analyse, nous remarquons que le critères de complétude (100 % d'erreurs de gravité 3-4-5) et de cohérence (98 % d'erreurs de gravité 3-4-5 ont été le plus lésés dans notre base de connaissances. Ces critères nécessitent donc une attention particulière lors de l'évaluation afin de trouver une solution adaptée.

Les anomalies de type « Redondance » sont difficilement identifiables lors d'une inspection. Une analyse complémentaire est nécessaire afin de repérer les différentes redondances internes aux différentes connaissances (images, paragraphes) ainsi que les redondances entre les fichiers RTF et la base de données ACCESS.

Nous avons néanmoins comptabilisé dans le Tableau 12 par une manipulation semi-automatique, les images et schémas identiques intégrés dans les fichiers RTF.

Tableau 12 : Nombre d'images redondantes suivant les différentes connaissances

Connaissances	Nombre d'images redondantes
Cas problème	60
Thème	140
Recommandation	323
Total	523

Nous avons comptabilisé 523 images redondantes sur les 553 images existantes.

Nous savons que les définitions de concepts et de mots clés sont recopiées dans plusieurs fichiers. Il en va de même pour les contextes de cas problème provenant d'une même étude de cas. Cependant, c'est difficilement quantifiable car cela nécessite la comparaison des fichiers qui sont nombreux. Le fait de recopier une partie de document dans un autre constitue ce que nous appelons les redondances internes.

La Figure 28 permet de faire les liens entre les différentes connaissances internes et de repérer les connaissances internes redondantes. D'après les nombres du Tableau 8 et les liens de la Figure 28, nous déduisons la formule suivante :

nombre de concepts topologiques * 4 + nombre de recommandations * 3 + nombre de thèmes * 2 + nombre de cas problèmes = nombre de redondances internes.

Cette formule nous permet d'approximer le nombre de redondances internes qui est environ de 757.

En conclusion, suite à l'expérimentation, nous avons constaté un nombre impressionnant d'erreurs (817 erreurs), 523 images redondantes et environ 757 redondances internes entre les connaissances, soit près de 2097 erreurs.

Ces erreurs s'expliquent par le fait que nous effectuons notre première vérification, que les connaissances n'ont pas suivi un processus de construction rigoureux (pas de spécification pour les fichiers RTF) entraînant des erreurs de cohérence, de syntaxe, de présentation et de structuration. Le format RTF introduit énormément de redondances entre les connaissances.

2.6. Évaluation

Cette première expérimentation indique que notre approche est acceptable car elle a relevé de nombreuses anomalies à corriger.

Dans l'optique d'une base de connaissances de très bonne qualité, nous essayons de corriger le maximum d'erreurs rencontrées lors de l'analyse, tout en restant raisonnable sur les ressources utilisées.

D'après l'analyse effectuée, nous identifions dans un premier temps des solutions afin d'améliorer les différentes anomalies et dans un second temps, nous évaluons le coût des corrections à réaliser.

2.6.1. *Identification des solutions afin de corriger les anomalies*

Afin de corriger les lacunes de notre base de connaissances, nous identifions des solutions pour améliorer les erreurs suivant certains critères négligés :

Les erreurs de cohérence

Les **mises à jour des connaissances** de la mesure COSMIC-FFP sont corrigées en modifiant les définitions des différents concepts suivant la norme ISO 19761. Par exemple, la définition de frontière de la version 1 de COSMIC-FFP est remplacée par celle de la version 2, le concept de sous-processus est remplacé par celui de mouvement de données...

Les **connaissances contradictoires** sont corrigées en supprimant ou modifiant certain contenu. Par exemple, nous enlevons de la base de connaissances un cas problème « API » ambigu ainsi que toutes les recommandations et les thèmes correspondants à ce cas.

Les erreurs de complétude

Les **connaissances isolées** sont corrigées en supprimant ces connaissances ou en les liant à d'autres connaissances. Par exemple, nous enlevons de la base de connaissances trois mots clés non liés (data group RT, Polling, ...) décrits dans les fichiers Excel en annexe C et nous lions d'autres mots clés (data group, data movement) à d'autres connaissances.

Les **connectivités entre certaines connaissances** sont corrigées en modifiant les liens. Par exemple, nous lions le mot clé « objet d'intérêt » dans la base de données Access afin de le rediriger vers le bon concept topologique « Groupe de données ».

Les **connaissances non complètes** sont corrigées en ajoutant de nouvelles connaissances. Par exemple, nous ajoutons de nouveaux cas génériques « Comment identifier un processus fonctionnel, ... » ainsi que de nouvelles recommandations pour compléter la base de connaissances.

Les erreurs de présentation

Les connaissances ayant des **erreurs de syntaxe** sont corrigées du point de vue grammatical et orthographique.

Les connaissances ayant des **erreurs de présentation** (image mal positionnée, mauvais format, texte illisible...) sont corrigées en modifiant la mise en page.

Les erreurs de structuration

Les connaissances ayant des **erreurs de structuration** sont corrigées en modifiant leur structure suivant la charte de structuration.

Les erreurs de redondance

Les connaissances ayant des **erreurs de redondance** sont corrigées en supprimant les différents fichiers redondants. En ce qui concerne la redondance interne, le format de fichier RTF ne nous permet pas de la supprimer.

La majorité des erreurs sont corrigées grâce à un éditeur de texte permettant de corriger des erreurs de cohérence, de syntaxe, de présentation, de structure en fonction de la charte de structuration et de compléter la base de connaissances en ajoutant de nouveaux cas indispensables pour la compréhension du mesureur.

D'autres erreurs sont corrigées en utilisant ACCESS permettant de supprimer certaines redondances et de compléter les liens de la base de connaissances en utilisant l'éditeur de cas du prototype 1.

Une solution technique permettant d'automatiser le processus de vérification et de faciliter la correction des erreurs de cohérence et de structuration est l'utilisation d'un nouveau format pour représenter les connaissances. Ce nouveau format est une norme reconnue XML (eXtensible Markup Language) vérifié par des fichiers XSD (Xml Schéma Définition) définissant la structure des fichiers XML.

Etant donné que cette solution remet en cause une des hypothèses de conception du prototype, on fait appel au processus de réingénierie détaillé au chapitre 7 pour développer cette solution. Mais avant cela, il faut évaluer le coût du raffinement de la base de connaissances et de la réingénierie.

2.6.2. *Evaluation des coûts de corrections*

L'évaluation des coûts se calcule en fonction du travail à produire. Nous estimons ces coûts en jour/homme en fonction du nombre d'anomalies répertoriées dans le rapport de vérification et les solutions envisagées.

D'après l'analyse, nous devons corriger 2097 anomalies, soit en moyenne plus de 6 erreurs par connaissance.

Nous constatons l'ampleur des corrections à effectuer et la difficulté hétérogène des différentes corrections à effectuer.

Dans un premier temps, nous évaluons les corrections manuelles liées aux erreurs de syntaxe et de présentation. Ces corrections sont assez rapides car elles sont toutes répertoriées dans le rapport de vérification et ne nécessitent que très peu de travail. Il faut plus ou moins 1 minute pour corriger ce type d'erreur soit environs 4 heures/homme.

Dans un deuxième temps, nous évaluons les corrections dues à l'incomplétude des connaissances. Ces corrections sont assez coûteuses car on compte parmi ces corrections l'ajout de 5 cas problèmes ce qui entraîne l'ajout de thèmes et de recommandations. L'expert qui a conçu les cas du premier prototype ajoutait en moyenne 3 cas problèmes avec ses thèmes et recommandations par jour. Les autres

corrections pour ce critère sont plus aisées et représentent une journée de travail. Nous estimons donc entre 3 à 4 jours de travail pour ce critère.

Dans un troisième temps, nous évaluons les corrections dues à la structuration et à la cohérence des connaissances. Ces corrections sont assez difficiles à effectuer et nécessitent une longue durée. La difficulté de la structure s'explique par le choix du format des connaissances. En effet, le format RTF (Rich Text Format) est un format trop libre pour exiger une structuration poussée. La longue durée du processus de vérification s'explique par le fait que la vérification est manuelle.

Dès lors la proposition de transformer les fichiers RTF en fichiers XML et la création de fichiers XSD semble nécessaire afin d'obtenir une structuration plus poussée, une meilleure cohérence et une vérification plus formelle et automatisable. Cette conversion est néanmoins un travail difficile et exigeant énormément de ressources. Dès lors, un groupe de 5 étudiants est chargé d'exécuter un premier cycle du processus d'ingénierie. Le travail de migration du format des connaissances entre dans le cadre d'un travail universitaire concernant la vérification et l'assurance qualité des logiciels à l'université du Québec à Montréal. Les étudiants disposent de 21 jours pour effectuer ce travail et remettre un rapport.

Dans un quatrième temps, nous évaluons les corrections dues à la redondance. Certaines corrections sont très faciles à corriger car il suffit de supprimer le fichier redondant. Par contre, d'autres corrections de redondance contenant des redondances internes (paragraphes et base de données) sont beaucoup plus difficiles à corriger, nécessitant énormément de ressources et une restructuration complète de la base de connaissances et du prototype. Nous jugeons donc le coût beaucoup trop important pour corriger les redondances internes. Néanmoins, lors de la conversion des fichiers RTF en fichiers XML, il est possible de supprimer la redondance des images à moindre coût.

Nous estimons le temps nécessaire à la correction de 1340 anomalies découvertes dans le premier cycle de vérification à un mois y compris la création d'un nouveau prototype.

2.7. Raffinement de la base de connaissances

Le raffinement de la base de connaissances se fait en deux étapes :

Notre première approche est de corriger les erreurs, de restructurer les connaissances, de mettre à jour les concepts, de supprimer des connaissances inutiles et de créer de nouvelles connaissances.

A cette fin, nous manipulons les fichiers RTF contenant les connaissances et nous utilisons l'éditeur de cas du prototype 1 ou Microsoft Word pour apporter les corrections nécessaires.

A la fin de cette première étape, nous disposons d'une base de connaissances contenant 770 fichiers RTF. Cette nouvelle base de connaissances est plus complète et un peu mieux structurée grâce à la charte de structuration. Ceci permet de corriger 651 erreurs de syntaxe et de complétude.

Le processus de réingénierie met en oeuvre, dans un second temps, une nouvelle structure de fichier afin de faciliter la vérification et de permettre d'améliorer les critères de cohérence, de structuration et en partie de redondance. Ceci permet de corriger 689 erreurs de structuration, de cohérence et en partie de redondance.

Toutes ces corrections et transformations sont essentiellement manuelles, il est donc nécessaire de s'assurer que de nouvelles erreurs n'apparaissent pas.

Une fois le processus de réingénierie terminé, nous vérifions les 770 fichiers XML. Cette vérification est expliquée en détail dans le cycle 2.

3. Cycle 2 de vérification (prototype 1 a)

3.1. Base de connaissances

Lors de cette étape, nous analysons les données concernant la nouvelle base de connaissances.

La base de connaissances est un ensemble de fichiers XML et une base de données ACCESS contenant les liens vers ces fichiers XML.

Les différentes connaissances sont les concepts, mot clé, concept topologique, cas problème, thème et recommandation.

Le Tableau 13 reprend le nombre de fichiers XML classés suivant le type de connaissances :

Tableau 13 : Nombre de connaissances durant le deuxième cycle suivant le type de connaissance.

Types	Nombre	Nombre relatif (%)
Concept	6	0.8
Mot clé	19	2.5
Concept topologique	13	1.7
Cas problème	82	10.6
Thème	250	32.5
Recommandation	400	51.9
Total	770	100

3.2. Choix des critères de vérification

Lors de cette vérification, nous centrons le processus sur des critères semblables à la première vérification afin de vérifier de manière plus automatique les erreurs omises et les erreurs de transformation :

- **Transformation** : Ce critère permet de relever toutes les anomalies lors de la transformation des connaissances du format RTF au format XML.
- **Syntaxe** : Ce critère permet de vérifier les erreurs de frappe, d'orthographe et de grammaire.
- **Présentation** : Ce critère permet de vérifier les erreurs d'affichage des connaissances (images, textes cachés, tableaux invisibles...)
- **Complétude** : Ce critère permet de relever toutes les anomalies concernant les liens entres les connaissances, les connaissances isolées.
- **Structuration** : Ce critère permet de vérifier la structure des différentes connaissances par rapport à un plan qualité. Ce critère permet de vérifier s'il respecte toutes les conventions, normes, chartes ...
- **Redondance**: Ce critère, important dans notre vérification, permet de vérifier si les connaissances ne sont pas redondantes et d'analyser les redondances internes aux différents documents XML.

3.3. Techniques de vérification utilisées

Les techniques employées pour effectuer ce deuxième cycle de vérifications de la base de connaissances sont essentiellement la vérification formelle et l'inspection.

La vérification formelle permet de prouver qu'une base de connaissances est conforme à ses spécifications. Pour cela, il faut utiliser un langage de spécification formelle (XML) avec une définition de structure appropriée (XSD). Ces notations permettent une vérification de meilleure qualité et conforme aux spécifications définies.

L'inspection telle que décrite dans le cycle précédent a été choisie car malgré une vérification formelle plus automatisable, il existe toujours des vérifications manuelles à effectuer.

3.4. Expérimentation

Pour chaque technique, nous effectuons une description de l'expérimentation, la manière dont l'expérimentation se déroule et les résultats fournis par l'expérimentation.

3.4.1. Description de l'expérimentation

Plan qualité

La plan qualité du cycle précédant est complété par la représentation de la chartre de structuration par des schémas XML. Cette représentation permet une vérification formelle. La création des schémas suit un processus de réingénierie décrit dans le chapitre 7.

Rôles

Nous avons demandé à un groupe de trois personnes de faire une partie du deuxième cycle de vérification de la base de connaissances. Ces personnes ont les caractéristiques suivantes :

- Etudiants de maîtrise suivant le cours de « Vérification et assurance qualité des logiciels »
- Connaissance de l'ensemble des prérequis (outils XML, manuel de la mesure COSMIC-FFP, ...)

Ce groupe s'occupe de la vérification des concepts topologiques, des mots clés, des cas problèmes et des thèmes. Vu le nombre conséquent de recommandations, elles sont vérifiées par le groupe qui a effectué le premier cycle.

3.4.2. Déroulement de l'expérimentation

Le déroulement de la vérification du deuxième cycle comporte:

- la familiarisation avec les différents prérequis au cours de réunions et de lectures.
- la vérification formelle des connaissances à l'aide de l'outil XMLspy des critères de structuration et de complétude.
- l'inspection d'un échantillon de connaissances afin de vérifier si des anomalies pour un critère défini n'ont pas été oubliées.
- l'identification et indication des anomalies dans le rapport de vérification (vérificateur).
- Toutes les personnes ont vérifié une partie différente et chaque personne a pris un échantillon dans la partie d'un autre.
- Ce deuxième cycle de vérification se déroule en l'espace de 5 jours.

3.4.3. Résultats

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport du vérificateur et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme d'un fichier Excel et est disponible en annexe D.

3.5. Analyse

Comme au cycle précédent, les anomalies détectées sont classées de la même façon. Le Tableau 14 présente les anomalies classées par type de connaissance et selon leur gravité.

Tableau 14 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance

	Gravité 1	Gravité 2	Gravité 3	Gravité 4	Gravité 5	Total
Concept	0	0	0	0	1	1
Mot clé	24	6	2	3	0	35
Concept topologique	18	30	54	4	4	110
Cas problème	203	61	82	2	1	349
Thème	150	56	501	32	12	751
Recommandation	626	150	1290	0	39	2105
Total	1021	303	1929	41	57	3351

Le grand nombre d'erreurs (3351) s'explique par le fait que la vérification est formelle. Cette vérification relève toutes les erreurs de syntaxe, de présentation et de structure ne respectant pas les schémas XML.

Les erreurs de gravité 1 et 2 (40 % des erreurs totales) ont une proportion assez conséquente dans chaque connaissance (85 % dans les mots clés, 43 % dans les concepts topologiques, 75 % dans les cas problèmes, 27 % dans les thèmes et 37 % dans les recommandations) nous verrons que ces erreurs sont dues majoritairement à la transformation de RTF vers XML.

Les erreurs de gravité 3 sont les plus présentes, elles se situent essentiellement dans les thèmes et les recommandations (5 % dans les mots clés, 49 % dans les concepts topologiques, 23 % dans les cas problèmes, 67 % dans les thèmes et 61 % dans les recommandations). Ceci s'explique par le fait que ces deux types de connaissances contiennent énormément de redondances internes.

Les erreurs de gravité 4 et 5 sont peu présentes dans les connaissances (8 % dans les mots clés, 7 % dans les concepts topologiques, 1% dans les cas problèmes, 6 % dans les thèmes et 2 % dans les recommandations).

Les 39 erreurs de gravité 5 dans les recommandations et les 12 erreurs de même gravité dans les thèmes sont dues à l'absence de thèmes ou de recommandations pour un cas problème et à des définitions inconnues de certains mots clés.

Le Tableau 15 présente les erreurs rencontrées suivant les critères sélectionnés.

Tableau 15 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance

	Transformation-présentation - syntaxe	Redondance	Structuration – Complétude - Cohérence	Total
Concept	0	0	1	**1**
Mot clé	24	0	11	**35**
Concept topologique	18	58	34	**110**
Cas problème	179	82	88	**349**
Thème	152	503	96	**751**
Recommandation	626	1200	279	**2105**
Total	**999**	**1843**	**509**	**3351**

Les erreurs de type « Transformation, présentation et syntaxe » illustrées dans le Tableau 15 sont nombreuses et s'expliquent en grande partie par la conversion des fichiers RTF en XML. Ces erreurs de syntaxe sont essentiellement dues à des syntaxes non validées par les schémas XML.

Comme montré dans le premier cycle de vérification, les anomalies de type « Redondance » ne sont pas identifiables facilement via une inspection et ne le sont également pas via les schémas XML. Ce critère n'est pas amélioré grâce à ce cycle de vérification.

Les erreurs de type « Structuration » s'expliquent par l'incomplétude de la charte de structuration et donc des fichiers XSD qui en découlent. Ceux-ci nécessitent une mise à jour pour accepter certaines remarques faites durant l'expérimentation.

Le Tableau 16 présente les anomalies découvertes en les classant en fonction de la gravité et des critères spécifiés.

Tableau 16 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère

	Transformation, présentation, syntaxe	Redondance	Structuration (Nomenclature, charte)	Total
Gravité 1	996	0	25	1021
Gravité 2	3	4	296	303
Gravité 3	0	1836	93	1929
Gravité 4	0	0	41	41
Gravité 5	0	3	53	57
Total	999	1843	509	3351

Le Tableau 16 montre que le processus de vérification a repéré énormément d'anomalies de type « transformation, syntaxe et présentation » ayant un faible degré de gravité. Ces erreurs sont principalement introduites par le processus de réingénierie.

Les erreurs de type redondance sont toujours aussi nombreuses et d'une certaine difficulté à corriger. Néanmoins, il serait préférable de trouver une solution adéquate afin de les supprimer.

Ce dernier tableau permet aussi de montrer que l'utilisation de la technique de vérification formelle permet de repérer plus d'erreurs de structuration ayant un degré élevé de gravité. Ces erreurs considérées comme majeures s'expliquent par les lacunes de la charte de structuration et de sa traduction en schéma XML.

En conclusion, suite à l'expérimentation, nous avons relevé 3351 erreurs dont 999 erreurs dues à des problèmes de syntaxe, de présentation et de transformation; 1843 erreurs de redondance et 503 erreurs de structuration. L'augmentation de ce nombres lors de cette deuxième vérification s'expliquent en grande partie par :

- le travail laborieux de migration de la base de connaissances du format RTF vers XML et de ces erreurs de transformation,
- des lacunes dans la spécification formelle de la charte,
- l'utilisation d'une technique de vérification plus pointue.

On pourrait dès lors légitimement se demander si le processus de réingénierie améliore effectivement le prototype. La différence de qualité entre le prototype 1 et 1a est faible car il y a eu peu de nouvelles anomalies détectées concernant le contenu des connaissances. Cependant, le processus de réingénierie a permis de renforcer le plan qualité grâce à la représentation formelle de la charte de structuration et en la complétant.

Les nouveaux choix de conception garantissent qu'à l'avenir, les connaissances introduites dans le système respecteront impérativement la charte de structuration des connaissances, puisqu'une vérification de la structure du fichier s'effectue lors du chargement de ce dernier dans le système.

3.6. Évaluation

Ce deuxième cycle de vérification améliore fortement le plan qualité et est essentiellement utile pour éviter que le nouveau prototype ne soit de moins bonne qualité que le précédent. Ce cycle pourrait être considéré comme un cycle de non-régression.

3.6.1. *Identification des solutions afin de corriger les anomalies*

Afin de corriger les lacunes de notre base de connaissances, nous identifions des solutions pour améliorer les erreurs suivant certains critères négligés.

Les erreurs de transformation, syntaxe et présentation

Les **anomalies de transformation** sont corrigées en supprimant, modifiant la syntaxe des documents XML afin d'être acceptés par leurs schémas XML (XSD) respectifs. Nous devrons respecter des notations syntaxiques XML. Par exemple, les guillemets doivent être remplacés par « &quot », les expressions inconnues doivent être supprimées.

Les connaissances ayant des **erreurs de syntaxe** sont corrigées du point de vue grammatical et orthographique.

Les connaissances ayant des **erreurs de présentation** (image mal positionnée, mauvais format, texte illisible...) sont corrigées en modifiant la mise en page.

Les erreurs de structuration

Les connaissances ayant des **erreurs de structuration** sont corrigées en modifiant leur structure suivant la charte de structuration ou encore en améliorant la charte et les fichiers XSD correspondants afin d'accepter certaines structures non définies à la base.

Les erreurs de complétude

Les connectivités entre certaines connaissances sont corrigées en modifiant les liens.

Les connaissances incomplètes sont corrigées en ajoutant des parties de connaissances ou de nouvelles connaissances. Par exemple, nous ajoutons des thèmes manquants, des recommandations manquantes décrits dans les fichiers Excel en annexe D.

Les erreurs de redondance

Les **erreurs de redondance** sont corrigées en supprimant les différents fichiers.

Les redondances internes repérées (1834) nécessitent une restructuration des documents XML et la modification du prototype 1 en un prototype 2 plus évolué. Ce processus permet d'éliminer les différentes redondances internes et est expliqué dans le chapitre 7-3.5.

3.6.2. *Evaluation du coût des corrections*

D'après l'analyse, nous devons corriger 3351 anomalies, soit en moyenne plus de 4 erreurs par connaissance. A ce niveau, nous avons déjà amélioré la vérification par rapport au premier cycle de vérification, bien que de nouvelles anomalies aient été introduites par la transformation du format des connaissances.

Nous constatons l'ampleur des corrections à effectuer et la diversité des différentes corrections à effectuer.

Dans un premier temps, nous évaluons les corrections manuelles liées aux erreurs de syntaxe, de présentation et de transformation. Ces corrections sont assez rapides car elles sont toutes répertoriées dans le rapport de vérification et ne nécessitent que très peu de travail. Nous avons testé le temps nécessaire pour corriger une connaissance contenant ce type d'erreurs et nous estimons le coût de corrections de toutes ces anomalies à 2 jours, soit en moyenne moins de 1 minute par anomalie.

Dans un deuxième temps, nous évaluons les corrections dues à l'incomplétude de certaines connaissances. Ces corrections sont plus coûteuses car elles nécessitent soit la conversion de connaissances du prototype précédant qui auraient été oubliées, soit la création complète de connaissances. Deux jours doivent être suffisants pour ces corrections.

Dans un troisième temps, nous évaluons les corrections dues à la structuration des différentes connaissances. Ces corrections nécessitent une modification des fichiers XSD afin d'accepter certains éléments omis, une normalisation des différentes connaissances suivant la charte de structuration et les fichiers XSD. Ces corrections sont rapides car la modification d'un schéma XML a des répercussions sur tous les fichiers d'un même type de connaissances. Une modification peut donc résoudre plusieurs occurrences d'une même anomalie dans plusieurs fichiers.

Dans un quatrième temps, nous évaluons les corrections dues à la redondance. Certaines corrections sont très faciles à corriger car il suffit de supprimer le fichier redondant. Par contre, les corrections de redondances contenant des redondances internes sont beaucoup plus difficiles à corriger.

Maintenant que l'on dispose d'une première base de connaissances en XML, il y a une possibilité de supprimer la redondance interne avec des coûts raisonnables.

Ces corrections nécessitent moins de ressources que lors du premier cycle car une grande partie de la transformation est automatisée grâce aux technologies de transformation (XSL) liées à XML (détail dans le chapitre 7). Cependant, une base de connaissances ne contenant plus de redondances internes nécessite pour fonctionner de grosses modifications dans le prototype. Nous estimons à 5 jours/homme le temps nécessaire pour créer cette nouvelle base de connaissances et deux semaines pour la création d'un nouveau prototype utilisant cette base de connaissances mais n'intégrant dans un premier temps que les fonctionnalités nécessaires à la vérification et validation de la base de connaissances.

Nous estimons que 3 à 4 semaines seront nécessaires pour la correction des 3351 anomalies découverte lors de notre deuxième cycle de vérification y compris celles non corrigées du premier cycle et la création d'un nouveau prototype.

3.7. Raffinement de la base de connaissances

Le raffinement de la base de connaissances se fait en deux étapes.

Notre première approche est de raffiner la charte de structuration et les fichiers XSD afin de répondre aux lacunes décrites dans l'étape d'évaluation.

Notre deuxième approche est de corriger les erreurs, de restructurer les connaissances et de supprimer des connaissances inutiles.

A cette fin, nous manipulons les fichiers XML contenant les connaissances et nous utilisons l'éditeur XMLSpy pour apporter les corrections nécessaires.

Nous disposons d'une base de connaissances contenant 770 fichiers XML vérifiés par les fichiers XSD représentant la charte de structuration.

Une fois les deux étapes réalisées, nous effectuons une transformation des différents fichiers XML, schémas XML et la construction du prototype 2. Cette transformation et cette reconstruction sont expliquées au chapitre 7 et permettent entre autre d'éliminer toute redondance dans la base de connaissances.

Une fois la transformation finie et le nouveau prototype opérationnel, nous vérifions les nouveaux fichiers XML. Cette vérification est expliquée en détail dans le cycle 3 (prototype 2).

4. Cycle 3 de vérification (prototype 2)

4.1. Base de connaissances

La base de connaissances est un ensemble de fichiers XML, un d'entre eux sert à lier les fichiers XML version 2 représentant les différentes connaissances.

Les différents types de connaissances restent inchangés par rapport au prototype précédent. Seule l'organisation des fichiers est modifiée, ce qui entraîne dans certains cas, l'agrégation de connaissances dispersées précédemment dans plusieurs fichiers dans un seul fichier.

Le Tableau 17 reprend le nombre de fichiers XML classés suivant le type de connaissances :

Tableau 17 : Nombre de connaissances durant le troisième cycle suivant le type de connaissances.

Types	Nombre	Nombre relatif (%)
Concept	6	4.4
Mot clé	34	24.8
Concept topologique - Thème	15	10.9
Cas problème - Recommandation	82	59.9
Total	137	100

4.2. Choix des critères de vérification

- **Complétude** : Ce critère vérifie si la base de connaissances possède toutes les connaissances nécessaires à la compréhension du domaine, toutes les interconnexions entre les différentes connaissances (partie de connaissances, liens, pourcentage, nombre de cas...).
- **Cohérence** : Ce critère permet de vérifier si une partie de connaissances est cohérente avec l'ensemble de la connaissance.
- **Redondance** : Ce critère permet de vérifier si la base de connaissances n'a pas plusieurs parties de connaissances dupliquées inutilement.
- **Transformation** : Ce critère permet de relever toutes les anomalies lors de la transformation des connaissances du format XML au format XML version 2 (syntaxe et présentation).
- **Syntaxe** : Ce critère permet de vérifier les erreurs de frappe, d'orthographe et de grammaire.
- **Présentation** : Ce critère permet de vérifier les erreurs d'affichage des connaissances (images, textes cachés, tableaux invisibles, ...)
- **Structuration** : Ce critère permet de vérifier la structure des différentes connaissances par rapport à un plan qualité.

4.3. Techniques de vérifications utilisées

Les techniques employées pour effectuer ce troisième cycle de vérification de la base de connaissances sont pratiquement les mêmes que lors du deuxième cycle. Les seules différences se situent dans la définition du langage formel XML et de sa définition par un schéma XML. Des tests sont réalisés par un générateur de tests afin de vérifier la présence de tous les éléments et par un outil automate assurant la présence de tous les liens (Rational SiteCheck).

4.4. Expérimentation

4.4.1. Description de l'expérimentation (inspection, preuve formelle)

Plan qualité

Les normes concernant le domaine du système expert restent inchangées. Par contre les normes concernant le système expert lui-même sont à nouveau plus sévères. La charte de structuration définit à présent les différentes vues sur les connaissances disponibles pour l'utilisateur. Les schémas XML (XSD) spécifient la structure interne des fichiers de la base de connaissances. La création des nouveaux schémas XML est expliquée dans le chapitre 7.

Rôles

La vérification s'effectue par le même groupe de personnes que lors de la vérification du premier cycle. Un expert de la mesure COSMIC-FFP a également donné son avis concernant certaines connaissances plus problématiques.

4.4.2. Déroulement de l'expérimentation (Inspection, preuve formelle)

Le déroulement du troisième cycle de vérification comporte:

- la vérification formelle des connaissances à l'aide de l'outil XMLspy des critères définis.
- l'identification et indication des anomalies dans le rapport de vérification (vérificateur).
- l'inspection d'un échantillon de connaissances afin de vérifier si des anomalies pour un critère défini ont été oubliées.

Les deux personnes vérifient les mêmes connaissances.

4.4.3. Résultats de l'inspection et de la preuve formelle

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport du vérificateur et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme de fichier Excel et est disponible en annexe E.

4.4.4. Description de l'expérimentation du test des différents liens

Plan qualité

Le plan qualité est identique à celui de l'expérimentation précédente. Il faut cependant ajouté au plan qualité les différents standards Internet, comme le protocole HTTP et HTML indispensables pour utiliser un vérificateur de lien pour les sites Internet.

Rôles

Etant donné que l'expérimentation est totalement automatique, le rôle principal revient à l'automate Rational SiteCheck.

Déroulement de l'expérimentation

L'exécution de Rational SiteCheck avec comme paramètre la page d'entrée du prototype 2, nous fournit un rapport détaillé des différentes anomalies rencontrées lors du test. Nous pouvons exécuter ce test car le prototype 2 est une application Internet respectant les standards en vigueur pour ce type d'application.

Le rapport généré par Rational SiteCheck contient :

- les détails du scannage des différents liens,
- les liens défectueux,
- les pages avec les liens défectueux,
- les affichages de pages lentes.

4.4.5. Résultats

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme d'une page Internet et est disponible en annexe F.

4.5. Analyse

4.5.1. Résultats de l'inspection et de la preuve formelle

A nouveau, les anomalies sont classées dans les différents tableaux permettant l'analyse des résultats de la vérification.

Certains types de connaissances ont été agrégés dans le même fichier suite au processus de réingénierie, ce qui explique le changement dans la classification des anomalies suivant le type de connaissances.

Tableau 18 : Nombre d'anomalies classées par importance en fonction de la connaissance

	Gravité 1	Gravité 2	Gravité 3	Gravité 4	Gravité 5	Total
Concept	0	0	0	0	0	0
Mot clé	0	4	1	3	5	13
Concept topologique - Thème	0	3	11	24	2	40
Cas problème - Recommandation	1	0	0	0	59	60
Total	1	7	12	27	66	113

Le nombre d'erreurs reprisent dans les tableaux est assez faibles (113). Cela s'explique par le fait que nous avons effectué trois cycles de vérification.

Les erreurs de gravité 1 et 2 (7 % des erreurs totales) ont une proportion très faible dans chaque connaissance. Ceci s'explique par la vérification formelle effectuée au cycle 2 et par la transformation automatique des fichiers XML décrite dans le chapitre 7 n'introduisant presque aucune anomalie.

Les erreurs de gravité 3 (11 %) n'ont pas une incidence directe sur le fonctionnement du système. Toutefois, la correction de ces erreurs permet une meilleure compréhension et une meilleure qualité des différentes connaissances. Nous observons une forte présence de ces erreurs 91 % dans les concepts topologiques – thèmes. Ceci s'explique par le fait que le prototype 2 intègre un générateur de rapport qui permet de visualiser les connaissances de façon à faciliter l'inspection. L'inspection a ainsi pu être améliorée.

Les erreurs de gravité 4 et 5 (82 %) ont un effet néfaste sur le bon fonctionnement du système. Ces erreurs sont assez nombreuses dans ces connaissances (9 % dans les mots clés, 28 % dans les concepts topologiques – thèmes et 63 % dans les cas problèmes - recommandations). La plupart des erreurs de gravité 4-5 proviennent de l'absence de certains mots clés jugés utiles par un expert du domaine de la mesure COSMIC-FFP pour le bon fonctionnement du prototype.

Les 59 erreurs de gravité 5 dans les recommandations et les 24 erreurs de gravité 4 dans les thèmes sont dues à l'absence de connaissances ou une partie de connaissances dans les concepts topologiques – thèmes entraînant des erreurs en cascade dans les recommandations.

Dans le Tableau 19, nous expliquons les erreurs rencontrées suivant les critères définis dans une étape précédente.

Tableau 19 : Nombre d'anomalies classées en fonction du critère et du type de la connaissance

	Transformation – présentation - syntaxe	Redondance	Structure - Cohérence	Complétude	Total
Concept	0	0	0	0	0
Mot clé	1	0	6	6	13
Concept topologique - Thème	3	2	29	6	40
Cas problème - Recommandation	1	0	59	0	60
Total	5	2	94	12	113

Les résultats présentés dans le Tableau 19 permettent d'identifier les types d'erreurs rencontrées dans les différentes connaissances.

Les erreurs de structure, de cohérence et de complétude (94 %) proviennent en grande partie de l'incomplétude des concepts topologiques–thèmes (33 %) provoquant des erreurs en cascade dans les cas problème – recommandations (56 %).

Tableau 20 : Nombre d'anomalies classées en fonction de la gravité et du critère

	Transformation – présentation - syntaxe	Redondance	Structure - Cohérence	Complétude	Total
Gravité 1	1	0	0	0	**1**
Gravité 2	4	0	3	0	**7**
Gravité 3	0	0	11	1	**12**
Gravité 4	0	2	19	6	**27**
Gravité 5	0	0	61	5	**66**
Total	**5**	**2**	**94**	**12**	**113**

Le Tableau 20 montre que le processus de vérification a repéré beaucoup d'anomalies de type « structure – cohérence - complétude » ayant un fort degré de gravité.

Ces erreurs sont dues, comme nous l'avons expliqué auparavant, à des erreurs en cascade. Ces erreurs sont en grande partie l'ajout de nouveaux thèmes ou concepts topologiques.

Le Tableau 20 permet également de montrer que le nombre d'erreurs est en nette régression.

En conclusion, suite à l'expérimentation, nous avons relevé 113 erreurs dont 106 erreurs dues à des problèmes de cohérence, structure et complétude; 5 erreurs de transformation, syntaxe et présentation ainsi que 2 erreurs de redondance. Le faible nombre d'anomalies détectées lors de cette troisième vérification s'explique en grande partie par :

- L'automatisation de la transformation de la première version des connaissances au format XML à la seconde version.
- Les erreurs en cascade dues à l'ajout de nouveaux thèmes ou concepts topologiques.
- Le travail effectué lors des deux premiers cycles de vérification.

4.5.2. *Résultats du test avec Rational CheckSite*

Les Tableau 21 et Tableau 22 présentent les résultats du test utilisant le vérificateur de site Internet Rational CheckSite.

Tableau 21 : Propriétés du site vérifié

http://CosmicXpert.no-ip.org/CosmicXpert/login.jsp - Site Properties	
Scan Start Time: Monday, March 24, 2003 15:46:30	
Server Type: Apache Coyote/1.0	
General Site Information	
Scan Status:	Scan Complete
Total Number of Files:	44
Number of Levels Read on Site:	7
Total Site Size:	4.73 MB
Total Scan Time:	00:37:23
Site Totals	
Total Number of HTML Pages:	10
Total Number of GIF Files:	33
Total Number of JPEG Files:	0
Total Number of Links Not Found:	1
Total Number of Failed Assertions:	0
Total Number of Mailto Links:	1
Total Number of External Links:	6
HTML Page Information	
Total Number of Pages with Java Applets:	0
Total Number of Pages with JavaScript	1
Total Number of Pages with ActiveX Controls:	0
Total Number of Pages with VB Script	0
Total Number of Pages with Frames:	0
Total Number of Pages with Forms:	2
Total Number of Pages with Active Content:	2

La présence d'une page HTML indexant toutes les connaissances de la base de connaissances permet au vérificateur de tester tous les liens entre ces connaissances et à l'intérieur de celles-ci.

Tableau 22 : Résultats du test effectué par CheckSite

Report	Nombre de fichiers affectés	Pourcentages
Liens détruits	1	0.81 % (1 sur 123 liens)
Pages avec des liens détruits	2	0.90 % (2 sur 223 pages)
Pages lentes	23	10.31 % (23 sur 223 pages)

Les différents problèmes rencontrés sont minimes. Le lien détruit ainsi que les deux pages contenant ce lien proviennent d'une erreur de nomination d'un fichier image.

La lenteur des pages concerne le générateur de test. Elles sont en effet lentes à s'afficher car le serveur Web doit calculer les différentes combinaisons de faits possibles pour une série de thèmes concernant un cas problème et produire la liste des recommandations en fonction des faits choisis.

4.6. Évaluation

Le faible nombre d'anomalies détectées nous permet de conclure que le système est de mieux en mieux construit et laisse de moins en moins de place aux anomalies en rapport avec les critères sélectionnés.

4.6.1. Identification des solutions afin de corriger les anomalies

Les erreurs de transformation, syntaxe et présentation

Les connaissances ayant des **erreurs de syntaxe - transformation – présentation** (5 erreurs) sont corrigées du point de vue grammatical et orthographique, suivant la charte de structuration et en modifiant la mise en page.

Les erreurs de redondance

Les connaissances ayant des **erreurs de redondance** (2 erreurs) sont corrigées en supprimant les différents fichiers redondants et leurs liens correspondants.

Les erreurs de structuration – cohérence - complétude

Les connaissances ayant des **erreurs de structuration** (35 erreurs) sont corrigées en modifiant leur structure suivant la charte de structuration et les schémas XML. Par exemple, un thème doit posséder des définitions (mot clé) ; tous les thèmes correspondants à un cas problème sont liés à un concept topologique.

Les **connaissances incomplètes** (71 erreurs) sont corrigées en ajoutant les parties de connaissances ou les nouvelles connaissances à l'intérieur du fichier XML correspondant. Par exemple, nous ajoutons des thèmes manquants, des recommandations manquantes décrits dans les fichiers Excel en annexe E.

Les **connectivités entre certaines connaissances** (1 erreur) sont corrigées en modifiant les liens. Par exemple, le test effectué par Rational SiteCheck a permis de découvrir un lien vers une image manquante dans la base de connaissances.

La majorité des erreurs (95 %) sont corrigées grâce à un éditeur XML permettant de corriger d'une part, les quelques erreurs de transformation, de syntaxe, de présentation en fonction de la charte de structuration et d'autre part, en améliorant les connaissances manquantes dans les différents fichiers correspondants.

4.6.2. Evaluation du coût des corrections

D'après l'analyse, nous devons corriger 114 anomalies, soit en moyenne moins de 1 erreur par connaissance. A ce niveau, nous avons déjà amélioré la vérification par rapport au deuxième cycle de vérification. De plus, la diminution du nombre de fichiers à 137 au lieu de 770, facilite la vérification.

Dans un premier temps, nous évaluons les corrections manuelles liées aux erreurs de syntaxe, présentation et de transformation. Ces corrections sont très rapides (moins de 1 minute par erreur) car elles sont très peu nombreuses (5 erreurs), et toutes répertoriées dans le rapport de vérification.

Dans un deuxième temps, nous évaluons les corrections dues à l'incomplétude, à la structuration, et à la cohérence de certaines connaissances. Ces corrections sont plus coûteuses vu leur nombre relativement important (106). Les stratégies de correction de ces erreurs sont souvent différentes ce qui rend difficile une estimation. Nous estimerons néanmoins l'ensemble de ces corrections à deux semaines/homme.

Nous n'améliorerons pas la performance du générateur de tests bien que l'affichage des pages ait été déclaré trop lent par Rational SiteCheck car le générateur de tests est peu utilisé.

La correction concernant l'image causant des liens cassés, est triviale et instantanée.

Nous estimons la correction des 114 anomalies détectées par le cycle de vérification à deux semaines/homme.

4.7. Raffinement de la base de connaissances

Le raffinement de la base de connaissances se fait rapidement car nous corrigeons manuellement toutes les erreurs aisées rencontrées dans le rapport de vérification.

A cette fin, nous manipulons les fichiers XML contenant les connaissances et nous utilisons l'éditeur de XMLSpy pour apporter les corrections nécessaires.

Nous disposons d'une base de connaissances contenant 137 fichiers XML version 2 conforme aux schémas XML.

5. Conclusion de la vérification

En conclusion, nous sommes satisfaits de la qualité de la base de connaissances et du nouveau prototype construit car nous apportons :

- Une spécification de la structure des connaissances plus rigoureuse (schéma XML, charte de structuration).
- Un nouveau format de fichier XML permettant une vérification automatique du respect des structures spécifiées pour les connaissances. Ce format permet également de dissocier la présentation des connaissances des connaissances proprement dites.
- Une réduction du nombre de fichiers, sans limiter le nombre de connaissances. Le Tableau 17 montre la réduction du nombre de fichiers.
- Une cohérence des fichiers par rapport à la norme COSMIC-FFP et à son manuel de la mesure. Cette cohérence est entre autre facilitée car les définitions ne sont plus dupliquées dans les différents fichiers mais rassemblées dans un glossaire et liées aux connaissances.
- Une correction de la syntaxe (grammaticale et orthographique) et de la présentation de tous les documents.
- Une bonne complétude de l'ensemble de nos connaissances et de la base de connaissances elle-même.
- Une élimination de la redondance facilitant la maintenance des différentes connaissances et la création de nouvelles connaissances.

6. Cycle de validation

La validation de CosmicXpert est faite en plusieurs étapes permettant de valider toutes les fonctionnalités et le système dans son entièreté suivant les besoins des différents acteurs définis dans le chapitre 3.

Nous présentons ici les étapes de la validation dans l'ordre idéal. Nous n'avons malheureusement pas pu les exécuter en réalité dans cet ordre pour plusieurs raisons.

Le nombre d'expert de la mesure COSMIC-FFP est encore faible et ils sont dispersés dans le monde entier. Nous avons donc dû envoyer le prototype 1 aux experts car nous ne pouvions attendre la fin des cycles de vérification et de réingénierie afin d'avoir leurs résultats dans des délais raisonnables et ainsi, pouvoir leur laisser le temps nécessaire à la validation.

La validation du système par des novices en matière de mesure fonctionnelle a pris place à la fin du premier cycle de vérifications. Les novices étant des étudiants de l'Ecole Technique Supérieur de Montréal, nous n'avons pas eu le choix de la date, l'expérience étant intégrée à un cours sur la qualité du logiciel.

Si on reprend les définitions de vérification et de validation sur lesquelles nous avons basé notre processus et les choix des critères de qualité, nous pouvons affirmer que les résultats de la validation ne devraient pas être très différents en fonction des prototypes utilisés. Nous espérons tout de même que le dernier prototype, grâce à la structure rigoureuse des connaissances et les connaissances ajoutées permet à CosmicXpert de s'approcher d'avantage de ses objectifs.

Le processus de vérification a pour objectif d'obtenir un logiciel bien construit. Durant ce processus nous n'avons jamais remis en cause les principes de base énoncés dans le chapitre 3. Nous désirons maintenant déterminer si le système expert atteint les objectifs fixés et si les conseils prodigués sont proches de ceux des experts humains.

Voici donc les étapes de la validation dans l'ordre idéal.

Dans un premier temps, nous effectuons une validation de tous les scénarios expliqués dans le chapitre 3 et décrits dans le mémoire de Tim Küssing [Küssing 2002].

Dans un deuxième temps, nous validons la qualité des connaissances en fournissant quelques cas à valider par différents experts de la mesure COSMIC-FFP. Une validation complète des connaissances présentes dans le dernier prototype, est effectuée par un de ces experts.

Dans un troisième temps, nous validons les objectifs finaux de CosmicXpert en effectuant un test du système par des novices en matière de mesure fonctionnelle.

6.1. Validation des scénarios

L'objectif de cette étape est de s'assurer que tous les besoins des différents acteurs interagissant avec le système sont rencontrés par le système expert. Lors de l'analyse des besoins, ceux-ci ont été représentés par des cas d'utilisation et des scénarios.

Lors de cette étape de validation, nous vérifions que chaque scénario est exécutable avec le prototype 2 de CosmicXpert.

6.1.1. Choix des critères de validation

Les deux grands critères à valider sont la fiabilité et l'efficacité des scénarios exécutés avec le prototype 2.

6.1.2. Technique de validation utilisée

La technique employée pour effectuer cette validation est le test fonctionnel. Cela permet de valider les différentes fonctionnalités décrites dans les scénarios.

6.1.3. Expérimentation

Plan qualité

Le plan qualité est constitué des documents rédigés lors de l'analyse des besoins effectuée avant la création d'un premier prototype pour CosmicXpert. Les besoins sont présentés sous la forme de cas d'utilisation et de scénarios.

Rôles

La validation s'effectue par le même groupe de personnes que lors de la vérification du premier cycle car la validation des scénarios reste assez mécanique et ne nécessite pas la présence d'expert de COSMIC-FFP..

Déroulement de l'expérimentation des tests des scénarios

Le déroulement de l'expérimentation comporte :

- l'identification des scénarios implémentés dans le prototype 2 ;
- le test des scénarios identifiés ;
- l'identification et indication des anomalies dans le journal de V&V.

Résultats des tests des scénarios

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme d'un fichier Excel et est disponible en annexe H.

6.1.4. Analyse des résultats des tests des différents scénarios

Selon les résultats, les principaux scénarios du mesureur sont respectés mis à part la gestion personnelle de ses paramètres (mot de passe, langue, nom) et la gestion de la base de données ACCESS. La suppression de ces scénarios s'explique par la disparition de la base de données ACCESS. Néanmoins, la présence d'un scénario pour le compactage de la base de données ACCESS est une erreur; l'analyste des besoins anticipe déjà sur les hypothèses de conception.

Certains scénarios de l'expert sont toujours présents (journal, pivotage vers l'interface du mesureur, sélection des outils désirés...) tandis que d'autres ne sont pas encore intégrés (création de connaissances, gestion d'interface, destruction de journaux et paramétrage du langage). La création de connaissances est gérée manuellement en utilisant un éditeur XML.

Les scénarios de l'administrateur ne sont plus des fonctionnalités du prototype 2. Ces scénarios peuvent être exécutés en éditant un fichier XML permettant la gestion des comptes des mesureurs et des experts.

6.1.5. Conclusion des tests effectués sur les scénarios

Le prototype 2 répond donc aux mêmes exigences que le prototype 1 du point de vue du mesureur, alors que les exigences de maintenance de la base de connaissances par l'expert et l'administrateur n'ont pas été totalement intégrées. Ainsi, l'interface du mesureur du prototype 2 ressemble à l'interface du mesureur du prototype 1 avec des améliorations mineures (choix des connaissances, portabilité...).

Comme mentionné, le prototype 2 ne possède pas d'interface pour l'expert et pour l'administrateur. Son entretien demande de la part de l'expert et de l'administrateur la connaissance d'un éditeur XML et des différents schémas XML utilisés. Dans le cadre de cette recherche, c'est un inconvénient très mineur puisque la base de connaissances est maintenue par une seule personne.

Enfin, nous effectuons par l'intermédiaire d'experts et de débutants deux tests permettant de répondre à ces questions :

- Est-ce que les experts de la mesure acceptent les recommandations fournies par le prototype ?
- Est-ce que les experts acceptent la qualité des différentes connaissances ?
- Est-ce que l'on peut résoudre les différents objectifs du système, concernant l'aide à l'apprentissage de la méthode de mesure et la résolution de problèmes de mesure ?

6.2. Validation des connaissances par des experts

Lors de cette validation, nous utilisons le processus afin de valider selon les experts si les connaissances sont de bonne qualité. Cette validation se passe en deux étapes.

Un test est effectué par des experts sur quelques connaissances afin de s'assurer que les connaissances du système sont les bonnes connaissances pour atteindre les objectifs de CosmicXpert.

Comme expliqué précédemment, notre validation n'est pas un processus continu et nous avons été contraints de valider certains aspects du système lorsque cela était logistiquement possible.

Dès lors, la première validation des experts porte sur la base de connaissances du prototype 1 et permet de valider les différents contenus des connaissances et ainsi avoir un premier avis sur les principes du système expert.

La seconde validation par les experts porte sur la base de connaissances finale du prototype 2 et permet de valider la qualité du système.

6.2.1. Base de connaissances du 1er test effectué par les experts

Pour rappel la base de connaissances du prototype 1 est un ensemble de fichiers RTF et une base de données ACCESS contenant les liens vers ces fichiers RTF.

Les différentes connaissances contenues dans les fichiers RTF sont les concepts, mots clés, concepts topologiques, cas problèmes, thèmes et recommandations.

Le Tableau 8 présente le nombre des connaissances constituant la base de connaissances du prototype 1.

6.2.2. Choix des critères pour la validation

Le choix des critères permet de cibler les besoins utilisateurs. Selon les experts, le système doit contenir une documentation de qualité nécessitant le respect de plusieurs critères :

- la **cohérence** afin d'obtenir des documents homogènes et basés sur COSMIC-FFP,
- la **complétude** afin de permettre de fournir les documents nécessaires à la résolution de tous les problèmes liés à la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP,

- la **présentation** agréable des connaissances,
- la **maintenabilité** afin de faciliter la maintenance du système,
- **l'accessibilité** afin de faciliter la création de nouvelles connaissances et la validation des connaissances par les experts,
- la **fiabilité** afin de remplir les objectifs en facilitant la mesure par les débutants,
- **l'efficacité** afin d'optimiser les ressources nécessaires aux différents documents.

La plupart de ces critères ont servi à guider les processus de vérification et de réingénierie afin de répondre aux attentes des experts par rapport à CosmicXpert. La validation va donc également déterminer si les choix effectués lors des précédents processus, étaient les bons.

6.2.3. Techniques de validation utilisées

Les techniques employées pour effectuer cette validation sont l'inspection et le test fonctionnel du prototype 1.

6.2.4. Expérimentation

Plan qualité

Les normes et documents concernant la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP font toujours partie du plan qualité. Mais dans le cadre de cette expérimentation, ce sont les connaissances et l'expérience des experts qui déterminent la norme à suivre.

Rôles

Nous avons demandé à quatre experts (leur CV sont dans l'annexe G) de faire un exercice de validation de la base de connaissances. Les experts avaient tous les caractéristiques minimales suivantes :

- Ils ont une expérience de l'application de la mesure fonctionnelle depuis plusieurs années.
- Ils ont participé directement ou indirectement à la construction de la mesure COSMIC-FFP.
- Ils ont de l'expérience avec la mesure fonctionnelle de logiciels COSMIC-FFP.
- Ils ont contribué à la création des études de cas de COSMIC-FFP (Rice Cooker, Valve Control, Gendarme, etc.).

Déroulement des tests par les experts

Nous avons demandé aux experts d'utiliser le prototype pour retrouver les 34 cas problèmes proposés et de regarder, en répondant aux différents thèmes, s'ils étaient d'accord avec la recommandation fournie par le prototype et dans le cas contraire, d'expliquer les raisons de leurs désaccords.

Nous avons aussi demandé aux experts d'indiquer leurs commentaires afin d'analyser la compréhension de l'explication du cas, des thèmes, des réponses à chaque thème ainsi que la formulation de la recommandation pour les 34 cas.

Résultats des tests par les experts

Les résultats sont présentés au point suivant en tenant compte du nombre de recommandations où ils sont d'accords, du nombre de cas où ils sont en désaccords, et des cas où l'explication du cas ou de la recommandation n'était pas claire. Ces résultats sont analysés dans l'étape suivante.

6.2.5. Analyse des résultats des tests pour les experts

Nous analysons les différentes anomalies rencontrées lors des tests effectués par les experts et nous les présentons dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Résultats de l'expérimentation

Type de réponses	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Moyenne
% en accord	82 %	79 %	85 %	85 %	83 %
% en désaccord	15 %	18 %	3 %	9 %	11 %
% ne sait pas	3 %	3 %	12 %	6 %	6 %

Pour plus de 80 % des cas, les experts sont d'accord avec les recommandations. Pour le pourcentage des experts en accord, les réponses sont assez constantes puisque la variation n'est que de 6 % entre le plus haut et le plus bas (79 % et 85 %).

Les experts sont en désaccord avec la recommandation dans 11 % des cas en moyenne. La variation est ici un peu plus grande car l'écart entre le plus haut et le plus bas est de 15 % (3 % et 18 %). On constate un écart semblable (9 %) pour le pourcentage de « ne sait pas ».

Il y a 26 cas sur 34 (76 %) où les quatre experts sont d'accord avec la recommandation.

Autrement dit, dans plus de trois quarts des cas, lorsqu'un expert est d'accord avec une recommandation, les autres le sont aussi.

Comment peut-on expliquer les désaccords ? Est-ce qu'il s'agit bien de désaccords ? Nous avons examiné les commentaires des experts lorsqu'ils étaient en désaccord. Les experts 1 et 2 ont commenté que l'explication n'était pas claire tout en indiquant un désaccord quant à la recommandation. L'expert 3 a commenté que l'explication n'était pas claire tout en répondant un « ne sait pas » pour le cas problème.

Voici un exemple : dans le cas problèmes appelé « *creating a report RG* » l'expert 2 dit qu'il est en désaccord, mais son commentaire est : « revoir l'explication ».

Il y a également un cas problème où trois experts sur quatre ne sont pas d'accord et le quatrième indique qu'il ne comprend pas l'explication. Nous avons analysé le cas

problème intitulé « *How to identify an Exit* ». Nous avons constaté qu'il était mal formulé, ce qui laissait croire à une mauvaise recommandation. Le même problème s'est produit pour le cas problème intitulé « *software users* ». Sa formulation était compréhensible mais ambiguë.

Nous avons donc enlevé de la base de connaissances un cas problème où il y a trois experts sur quatre qui ne comprennent pas l'explication du cas problème. Ce cas problème ne fait pas partie d'une d'étude de cas. Nous avons conclu que, sans son contexte, un cas problème est difficile à comprendre.

6.2.6. *Conclusion des tests réalisés par les experts*

Suite à notre expérience avec les experts, nous avons constaté qu'ils étaient généralement d'accord avec les recommandations (83 %). Lorsqu'il y avait désaccord, c'était principalement dû à une mauvaise explication du contexte ou une mauvaise formulation de la recommandation.

L'expérimentation du prototype 1 avec les experts a aussi permis de valider ce que les experts pensaient du prototype et sa facilité d'utilisation. Nous avons constaté que l'installation du prototype 1 posait un problème de portabilité pour les ordinateurs n'ayant pas la version Windows 2000 ou XP ce qui a occasionné une « perte de temps» que les experts consultés n'ont pas appréciée.

Ce problème de portabilité nous a amené à revoir notre approche de construction du prototype 2 que nous expliquons dans le chapitre 7.

Nos expérimentations indiquent que les experts de la méthode de mesure COSMIC-FFP sont d'accord avec les recommandations et l'approche choisie.

Les experts ont noté quelques lacunes dans la syntaxe et la structure des textes, indiquant par là que la vérification des textes pourrait exiger un processus plus systématique. Pour l'expérimentation avec les experts, le nombre de documents en référence était de moins de 350. Quelle serait alors la difficulté si le nombre de documents était beaucoup plus grand ?

Cette première expérimentation indique que notre approche est acceptable au point de vue de la qualité des différentes connaissances pour les experts de la mesure fonctionnelle. Par contre, il a été difficile d'avoir l'avis de plus de quatre experts en raison des problèmes de distribution du logiciel.

6.2.7. *Base de connaissances du 2ème test effectué par un expert*

La base de connaissances de la deuxième validation par un expert est celle du prototype 2. Elle est, pour rappel, constituée d'un ensemble de fichiers XML.

Les différentes connaissances sont les concepts, mots clés, concepts topologiques, cas problèmes, thèmes et recommandations.

Le nombre de connaissances constituant la base de connaissances du prototype validé est présenté dans le Tableau 17.

6.2.8. *Choix des critères pour la validation*

Les critères sont identiques à la première validation effectuée par les experts.

6.2.9. *Techniques de validation utilisées*

La technique employée pour effectuer cette validation est principalement l'inspection et le générateur de tests. Ce générateur de tests est une nouvelle fonctionnalité du prototype 2 permettant de faciliter le processus de V&V et est décrit dans le chapitre 7.

6.2.10. *Expérimentation*

Plan qualité

Le plan qualité est identique à celui de l'expérimentation précédente.

Rôles

Nous avons demandé à un expert, Jean-Marc DESHARNAIS, de faire cet exercice de validation de la base de connaissances. Il a les caractéristiques citées, dans les rôles de l'expérimentation précédente.

Cette nouvelle expérimentation étant fastidieuse et longue, nous n'avons donc pas réuni plusieurs experts.

Déroulement de l'expérimentation utilisant le générateur de tests

Nous avons demandé à l'expert d'inspecter tous les rapports de sortie du générateur de tests.

Pour chaque cas problème, le générateur essaie toutes les combinaisons de faits pour répondre aux thèmes et génère un rapport reprenant tout les tests effectués et les recommandations résultants de ces tests.

L'expert grâce au générateur de tests peut plus rapidement valider l'ensemble des connaissances du système.

Résultats de l'expérimentation utilisant le générateur de tests

Les résultats de l'expérimentation sont regroupés dans le rapport et sont analysés à l'étape suivante. Ce rapport se trouve sous la forme d'un fichier Excel et est disponible en annexe H.

6.2.11. *Analyse des résultats des tests par l'expert*

Selon les résultats fournis, les connaissances sont généralement cohérentes et complètes. Cependant, elles nécessitent quelques modifications en ajoutant des définitions, uniformisant les pourcentages (essentiellement pour les cas génériques, c'est-à-dire ceux ne provenant pas d'une étude de cas mais directement du manuel de mesure), ou encore en corrigeant certaines recommandations.

6.2.12. *Conclusion du 2ème test effectué par l'expert*

L'expert est essentiellement d'accord avec les recommandations pour les 82 cas problèmes et les autres connaissances.

Il propose néanmoins quelques modifications dans le contenu de quelques recommandations en ajoutant des définitions dans 120 recommandations environ.

Il établit aussi le nombre maximum de recommandations possibles en fonction des entrées (1480) et suggère l'utilisation d'un sous-ensemble de 545 recommandations. Cela s'explique par le fait que beaucoup de recommandations sont similaires et peuvent être utilisées avec plusieurs combinaisons de faits en entrée du système.

Il a également validé tous les pourcentages des liens entre les différentes connaissances et proposé certaines uniformisations. Pour rappel, les pourcentages des liens ont pour rôle de prioriser les résultats du système et ainsi, donner un coefficient de certitude aux recommandations proposées par le système.

6.3. Validation de l'objectif d'apprentissage

Il nous reste à savoir comment ce prototype peut être utile aux mesureurs débutants après avoir enlevé les ambiguïtés soulignées par les experts. C'est donc avec un contenu amélioré de la base de connaissances que nous avons entrepris notre expérimentation avec les mesureurs débutants.

Il sera possible d'affirmer que le prototype est utile aux mesureurs débutants si les résultats de l'expérimentation montrent que ceux-ci, ayant accès au prototype lors de la mesure, ont de meilleurs résultats que ceux n'ayant pas accès au prototype.

Il est nécessaire de souligner que c'est avec le prototype 1 que l'expérimentation se déroule mais que les résultats obtenus lors de ce test restent entièrement valables pour le prototype 2.

6.3.1. *Expérimentation par les débutants*

Les objectifs de l'expérimentation sont de déterminer si la résolution d'un problème de mesure fonctionnelle est facilitée par l'utilisation de CosmicXpert et si les résultats obtenus sont de meilleure qualité.

Les mesureurs débutants pourront également donner leurs avis sur la facilité d'utilisation du système expert.

Plan qualité

La spécification d'un logiciel est fournie aux débutants. C'est ce logiciel qu'ils devront mesurer.

Le plan qualité est donc défini par les experts ayant mesuré le logiciel proposé aux débutants Les résultats des experts permettent de juger la qualité des résultats obtenus par les débutants en comparant les résultats.

De plus, il est difficile d'avoir une expérimentation qui ne contienne pas d'éléments pouvant fausser les résultats. Afin de minimiser ces éléments, nous avons établi un

processus rigoureux pour le déroulement de la mesure, les conditions de la mesure, le choix des mesureurs et l'analyse des résultats. Pour assurer le plus d'objectivité possible à l'expérimentation, nous l'avons répétée deux fois en deux jours consécutifs dans des conditions similaires.

Rôles

Nous avons demandé à plusieurs étudiants de l'Ecole Technique Supérieur de Montréal de participer à l'expérience. Les étudiants avaient tous les caractéristiques minimales suivantes :

- Les mesureurs n'ont pas d'expérience (ou très peu) dans la mesure fonctionnelle, aussi bien celle de COSMIC-FFP que les autres mesures fonctionnelles sur le marché.
- Ils ont eu la même formation COSMIC-FFP avant de réaliser l'expérience.
- Ils ont une bonne connaissance du génie logiciel, du moins théorique, et principalement à propos des spécifications en génie logiciel.

Déroulement de l'expérimentation par les débutants

- Installation des prototypes sur la moitié des machines.
- La mesure s'est déroulée la même journée que la formation (durée de trois heures le matin).
- Tous les mesureurs ont eu les mêmes fonctionnalités du logiciel à mesurer.
- Tous les mesureurs ont reçu une description détaillée des différentes fonctionnalités à mesurer.
- Le temps alloué pour la mesure a été de trois heures en après-midi.
- Tous les mesureurs ont eu accès pendant la durée de l'expérimentation au manuel de l'utilisateur COSMIC-FFP (copie papier et électronique).
- Tous les mesureurs étaient dans la même salle.
- Pour chacune des deux journées, un groupe de mesureurs avaient accès au prototype et un autre groupe n'avait accès qu'au manuel de l'utilisateur COSMIC-FFP.
- La répartition entre les deux groupes était égale et établie au hasard juste avant l'expérimentation.
- Les mesureurs ayant accès au prototype ont eu droit à une assistance technique sur son fonctionnement pendant la durée de l'expérimentation afin d'éviter des interférences dans l'expérimentation due à des problèmes techniques.

La durée de la mesure étant de trois heures, nous avons proposé la mesure d'un certain nombre de fonctionnalités du logiciel, mais pas tout le logiciel.

Nous avons demandé aux mesureurs d'identifier les concepts COSMIC-FFP (frontière, processus fonctionnel, mouvements de données, groupes de données, etc.) pour quatre grandes fonctions du logiciel. Cette identification des concepts est l'activité principale de mesure COSMIC-FFP. Nous ne demandons pas aux

participants de finaliser la mesure par l'addition des mouvements de données. En fait, demander la taille du logiciel limiterait notre expérimentation puisque dans la taille finale seuls, les concepts relatifs aux mouvements de données sont additionnés. Nous voulons aussi savoir si le mesureur peut identifier les processus fonctionnels, les groupes de données, etc.

Les fonctions du logiciel choisies étaient déjà connues des mesureurs dans le cadre de leur cours. Nous ne leur avons cependant pas indiqué le choix du logiciel avant le début de l'expérimentation.

Des informations sur les fonctionnalités du logiciel à mesurer ont été fournies lorsque les spécifications du logiciel n'étaient pas claires (les attributs des groupes de données).

Résultats des tests des débutants

6.3.2. Analyse des résultats des tests des débutants

Une analyse des résultats montre que les débutants qui avaient le prototype, ont pris plus de temps à identifier les différents concepts COSMIC-FFP pour les fins de la mesure et ce, presque systématiquement. Cette différence peut s'expliquer par le fait que ceux qui avaient le prototype devaient, non seulement identifier les concepts, mais aussi apprendre le fonctionnement du prototype.

Cette constatation est renforcée par le fait que le deuxième jour, avec une assistance plus réduite (le mesureur devait attendre plus de cinq minutes avant d'avoir de l'aide), la plupart des mesureurs qui avaient le prototype ont mesuré seulement trois des quatre grandes fonctions de l'étude de cas. Autrement dit, ils ont pris encore plus de temps.

Tous les mesureurs de la première journée ont mesuré toutes les grandes fonctions de l'étude de cas.

La deuxième journée, six mesureurs sur 13 ont mesuré toutes les grandes fonctions de l'étude de cas. Sur ces six mesureurs, trois avaient le prototype.

La deuxième journée, sept mesureurs sur 13 ont mesuré seulement trois des quatre grandes fonctions de l'étude de cas. Parmi ces mesureurs, il y a les deux assistants techniques (un avec le prototype et un autre sans prototype) qui n'ont pas terminé, ce qui s'explique par le fait qu'ils ont quand même fourni de l'assistance au groupe tout en réalisant la mesure. Parmi les cinq mesureurs restants, trois avaient le prototype.

L'identification des bonnes et des mauvaises réponses est la base de notre analyse :

- Le mesureur a une bonne réponse lorsqu'il identifie dans le logiciel mesuré un concept COSMIC-FFP identifié au préalable par un expert. Nous avons identifié 67 concepts COSMIC-FFP.
- Le mesureur donne une mauvaise réponse lorsqu'il n'identifie pas correctement le concept identifié au préalable.

- Le mesureur donne une mauvaise réponse lorsqu'il ajoute des concepts qui n'ont pas été identifiés.

Lors de la compilation des mauvaises réponses, nous avons additionné ces deux types de mauvaises réponses. Le pourcentage des mauvaises réponses est basé sur le nombre de mauvaises réponses d'un mesureur, sur le nombre le plus élevé de mauvaises réponses fournies par un des mesureurs (ex. : le nombre maximum de mauvaises réponses est de 72. Si un mesureur donne 24 mauvaises réponses, le pourcentage est alors 33 % pour ce mesureur).

Le premier jour, les mesureurs qui avaient le prototype ont donné de meilleures réponses que ceux qui n'avaient pas le prototype. La différence est cependant relativement faible (65 % avec le prototype contre 55 % sans prototype).

Le premier jour, les mesureurs qui avaient le prototype ont donné moins de mauvaises réponses que ceux qui n'avaient pas le prototype. Le pourcentage de mauvaises réponses pour le mesureur avec le prototype est de 23 %, alors qu'il est de 68 % sans le prototype. Notre hypothèse est que les mesureurs avec le prototype pouvaient accéder plus facilement à l'information indiquant si le concept identifié est bien un concept COSMIC-FFP.

La compilation des résultats de la qualité des réponses pour le premier jour apparaît à la Figure 30 :

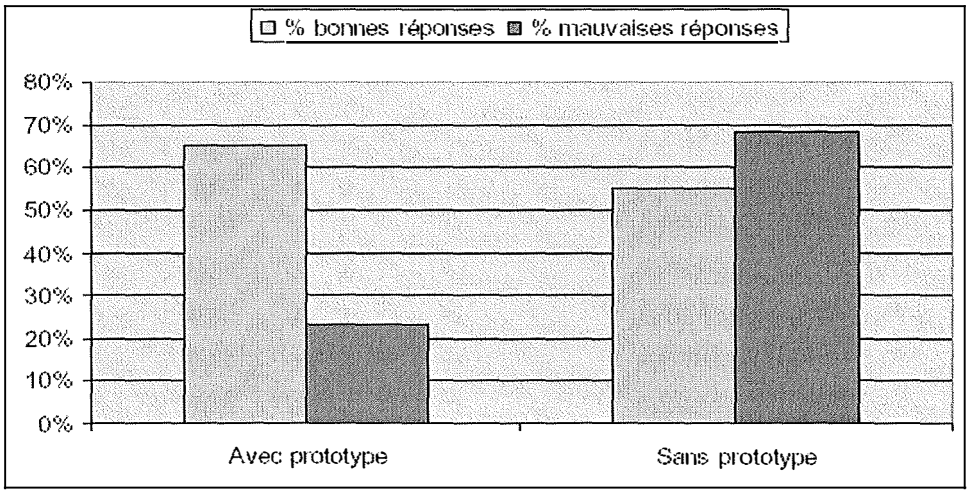


Figure 30 : Moyenne des résultats pour le premier jour

Le deuxième jour, les mesureurs qui avaient le prototype ont fourni plus de bonnes réponses que les mesureurs qui n'avaient pas le prototype, mais avec une différence moindre. En effet, la moyenne des pourcentages est respectivement de 72 % et 66 %. Pour les mauvaises réponses, il y a toujours un écart plus grand que pour les bonnes réponses, mais cet écart n'est pas aussi prononcé que pour le premier jour. Le

pourcentage de mauvaises réponses est de 48 % pour ceux qui avaient le prototype et de 68 % pour ceux qui n'avaient pas le prototype.

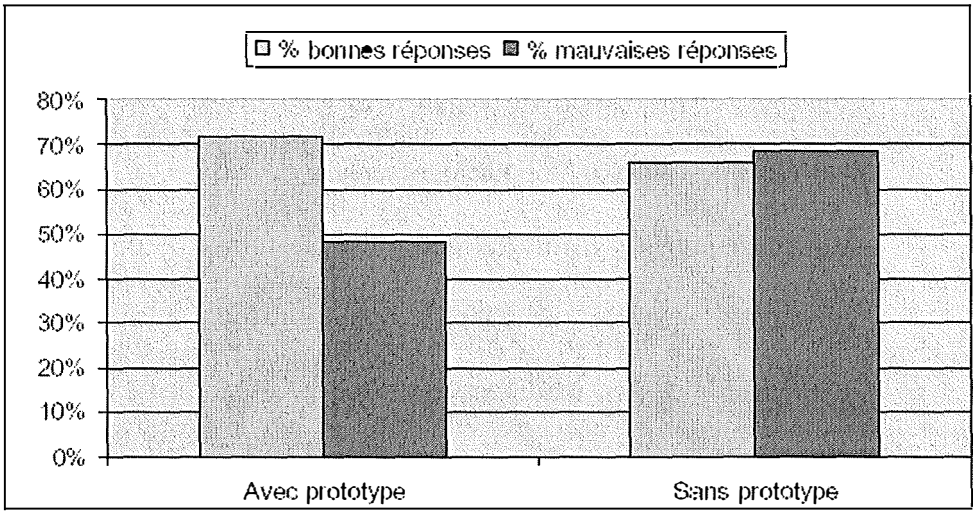


Figure 31 : Moyenne des résultats pour le deuxième jour

La Figure 32 présente le résultat combiné des deux jours. Les bonnes réponses sont respectivement de 66 % et de 51 % avec et sans le prototype. Les mauvaises réponses sont respectivement de 35 % et de 66 % avec et sans le prototype.

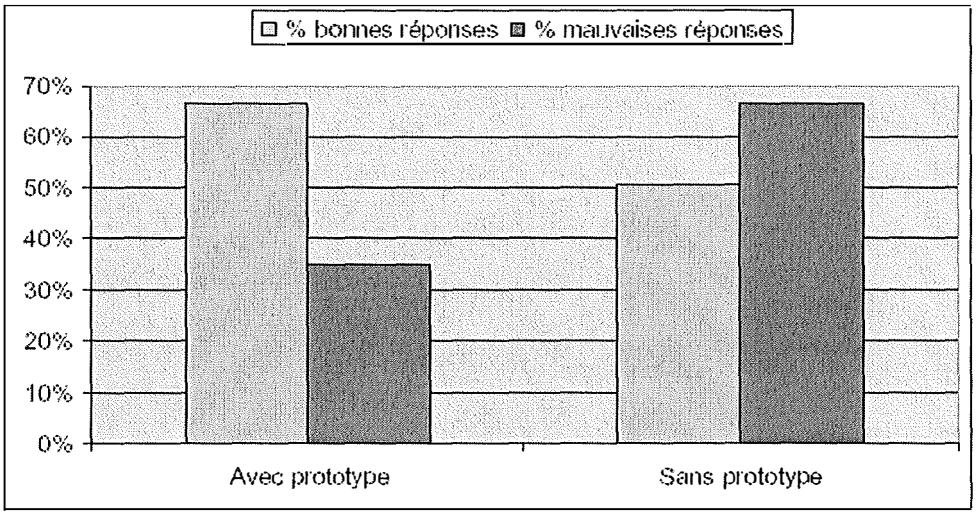


Figure 32 : Moyenne des résultats combinés des deux jours

L'expérimentation du prototype 1 avec les débutants a aussi permis de recueillir des commentaires sur la facilité d'utilisation du prototype. Nous avons constaté que la sélection des différents concepts du prototype 1, ainsi que différents petits problèmes techniques liées à la base de données Access qui posaient un problème pour l'utilisation du système par les débutants.

6.3.3. Conclusion du test des débutants

Notre analyse confirme que les mesureurs avec le prototype ont des résultats de meilleure qualité. Notre constat est que le prototype a été très utile au mesureur pour vérifier si le concept identifié est bien un concept COSMIC-FFP.

Il nous semble donc que les différents objectifs de CosmicXpert sont atteints et que ce test a permis de démontrer l'efficacité de ce système.

Un des résultats que nous n'avions pas prévu est que les erreurs enregistrées par les mesureurs débutants sont en majorité liées à l'ajout de concepts qui ne devraient pas avoir été identifiés plutôt qu'à la non identification des concepts existants. Les résultats indiquent aussi que les mesureurs débutants qui ont utilisé le prototype ont beaucoup moins d'erreurs liées à l'ajout de concepts par rapport à ceux qui n'utilisaient pas le prototype.

Nous avons installé les prototypes sur les différents ordinateurs et fourni une aide constante pour leur permettre d'utiliser adéquatement le prototype. Serait-il possible de faire une seule installation du prototype qui pourrait ensuite être accédé à distance (Internet ou Intranet) ? Est-il possible d'améliorer l'interface du logiciel de façon à ce qu'il puisse être utilisé d'une façon plus intuitive ?

Nous avons essayé de résoudre ces interrogations lors de la construction du prototype 2 que nous expliquons dans le chapitre 7.

Cette expérimentation indique que notre approche est acceptable par les débutants au point de vue des différents objectifs de CosmicXpert. Nous constatons que d'une part le prototype a facilité la tâche du mesureur et d'autre part, selon les commentaires des mesureurs, a permis une meilleure rémanence des différents concepts de COSMIC-FFP.

7. Conclusion de la validation

Les différentes expérimentations ont permis de s'assurer que CosmicXpert rencontrait les besoins des différents acteurs énoncés durant la phase d'analyse.

D'une part les experts ont validé les connaissances contenues dans la base de connaissances et manifesté leurs accords et désaccords de sorte que la base de connaissances soit améliorée.

D'autre part les mesureurs débutants ont résolu un problème de mesure avec le système expert et obtenu des résultats un peu meilleurs que les mesureurs utilisant le manuel de mesure de COSMIC-FFP.

En conclusion les objectifs de CosmicXpert sont rencontrés. Mais il ne faut pas oublier qu'un système expert ne peut jamais être considéré « fini », une base de connaissances est toujours limitée et peut toujours être améliorée [Luger 2002].

L'évolution du prototype devrait permettre d'améliorer la différence encore faible de qualité des résultats entre la résolution d'un problème avec le manuel et la résolution du même problème avec le système expert.

Chapitre 7

REINGENIERIE DE SYSTSEMES A BASE DE DOCUMENTS ET APPLICATION A COSMICXPERT

1. Processus de développement d'un système expert

Selon [Luger 2002] le processus de développement d'un système expert est cyclique et constitué d'une succession de prototypes.

Ces prototypes doivent pouvoir résoudre des problèmes dans des petites zones du domaine de connaissances et ainsi fournir un test préliminaire pour les choix de conception.

Un système expert est construit par des approximations successives. Les erreurs du programme conduisent à des améliorations de la base de connaissances.

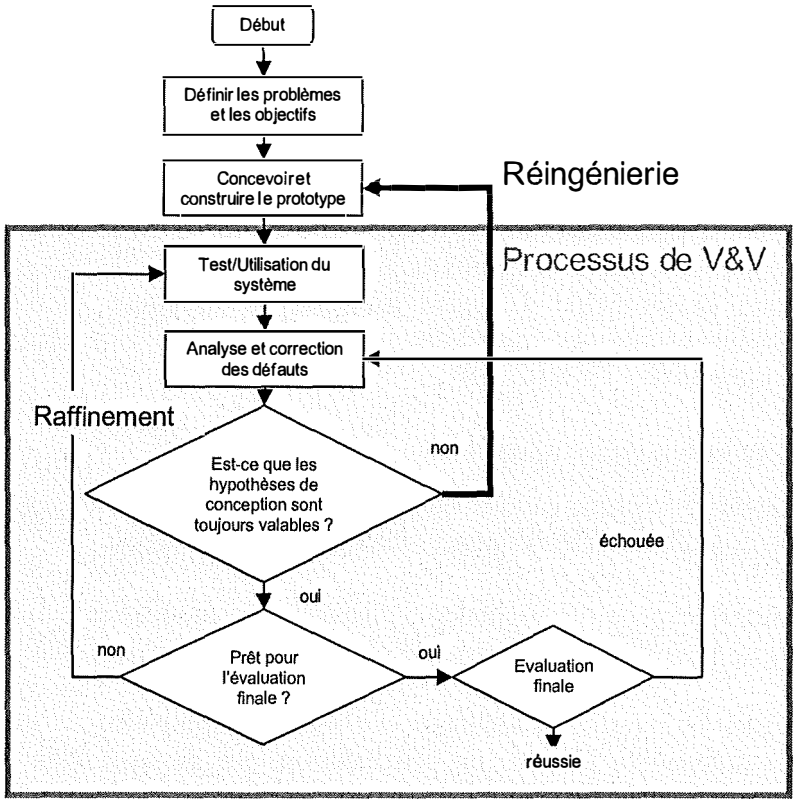


Figure 33 : Cycle de développement exploratoire

La Figure 33 illustre le processus de développement d'un système expert. Sur le schéma, le processus de vérification et validation décrit dans le chapitre 5, peut être localisé autour de la préparation de l'évaluation finale ainsi que l'évaluation finale proprement dite.

Nous avons appelé « réingénierie » l'étape qui permet de sortir du cycle de vérification et validation pour concevoir un nouveau prototype. Cette étape correspond à la définition de réingénierie donnée dans SWEBOK [Abran et al. 2001] :

> *« La réingénierie est définie comme l'examen et la transformation d'un système afin de le reconstruire dans une autre forme, et l'implémentation qui en découle. »*

Dans le processus de développement, l'étape de réingénierie prend place si les choix de conception deviennent inappropriés par rapport à l'évolution du système.

2. Méthode de réingénierie de documents

La représentation des cas et des différentes documentations est à l'origine de la difficulté de vérifier et valider le système expert. La méthode de réingénierie que nous proposons ici est donc essentiellement axée sur la traduction des documents de références de CosmicXpert dans un langage facilitant la vérification et la validation sans affecter les besoins de l'utilisateur.

2.1. Prérequis

La méthode s'applique à tout logiciel ayant une base de connaissances reprenant des fichiers en format libre (Word, RTF, HTML...) ne permettant pas de vérifier automatiquement la structure de ceux-ci.

Les spécifications du logiciel doivent fournir la structure des documents de façon précise. Nous appellerons ces spécifications charte de structuration des documents.

2.2. Choix de langages formels

Pour automatiser la vérification de la structure des documents de la base de connaissances, il faut pouvoir définir dans un langage formel la structure de ceux-ci.

Les documents doivent ensuite être traduits dans un langage qui permet d'automatiser la vérification de la structure par rapport à sa définition formelle.

Il est souvent intéressant de séparer les données de la présentation de celles-ci. Lorsque l'on travaille sur un document de traitement de texte, on travaille en même temps sur le contenu et la présentation de l'information. Un des avantages de séparer la présentation des données, des données elles-mêmes, est de pouvoir éviter la redondance. En effet, si dans plusieurs documents de type traitement de texte, une même information doit apparaître, elle sera souvent dupliquée dans les documents. Alors que si on sépare la présentation et les données, le mécanisme de présentation affichera deux fois les mêmes données dans deux vues différentes.

Un langage permettant la description de la présentation des informations peut être utile pour éviter la redondance dans les fichiers.

2.3. Définition des types de documents

Une fois le langage formel choisi pour la description des types de documents, il faut traduire dans ce langage les structures des différents documents décrits dans la charte.

Nous avons identifié deux approches pour définir les types de documents selon les objectifs de la réingénierie. La première approche ne permet d'atteindre que l'objectif de

vérification de la structure et n'a aucune influence sur la redondance des informations. La deuxième approche permet d'atteindre les deux objectifs.

2.3.1. Première approche

La première approche consiste à considérer un type document comme une source indivisible de données ne pouvant être vue que d'une seule manière. Dans ce cas-ci, un langage de présentation des données n'est pas indispensable.

Pour chaque type de documents, décrit dans la charte, une description dans un langage formel sera fournie. Chaque type de documents aura une et une seule vue.

Cette approche ne remet que peu en cause l'organisation des fichiers originaux ce qui a pour avantage de minimiser l'adaptation du système expert pour fonctionner avec ces nouveaux fichiers de référence.

2.3.2. Deuxième approche

La deuxième approche pour définir les types de documents est apparentée à l'ingénierie des bases de données.

Chaque type de documents décrit dans la charte de structuration est considéré comme une vue pour l'utilisateur. Un langage de présentation des données est donc indispensable pour décrire ces vues.

Les informations visualisées peuvent donc provenir de plusieurs fichiers, par ce mécanisme, on peut donc éviter la redondance d'informations.

Il faut alors localiser, dans les différents types de documents décrits dans la charte, les informations redondantes et redéfinir une structure indépendante de la présentation permettant d'éviter cette redondance. Le langage de structuration permettra de décrire de nouveaux types de documents auxquels seront associés des vues. Les vues devront respecter la structure des types de documents décrits dans la charte.

2.4. Traduction des documents

Un troisième langage est nécessaire en plus de celui pour décrire les documents et celui pour décrire les vues. Ce troisième langage permet de représenter les informations.

Un mécanisme permet la vérification automatique de la structure des informations via la description du type de document. Un autre mécanisme permet d'afficher le document selon la description d'une vue.

Tous les documents composant la base de connaissances doivent être traduits dans ce troisième langage.

2.5. Adaptation du logiciel

Maintenant que la base connaissances est restructurée, il faut adapter le logiciel existant (si il y en a un) afin d'utiliser la nouvelle base de connaissances.

Le choix d'une des deux approches décrites ci-dessus pour définir la structure des documents est guidé par l'ampleur des modifications qui devront être portées au système expert pour utiliser la nouvelle base de connaissances.

3. Application de la méthode à CosmicXpert

3.1. Validité des hypothèses de conception du premier prototype

Le premier prototype est conforme à ce qui a été présenté dans le chapitre 3. Nous ne remettons pas en cause ici les principes de résolution de problème de mesure à l'aide d'un système expert mais les choix de conception.

Il ne faut pas perdre de vue que l'objectif de notre travail est de s'assurer de la qualité du contenu du système expert. Les hypothèses de conception du premier prototype que nous avons rejetées en conséquence de la vérification sont celles qui rendent difficiles maintenant et dans le futur, la vérification et la validation du contenu du système expert.

La première hypothèse de conception mise en cause est l'utilisation du standard RTF [Microsoft 1999] pour le stockage et la présentation des documents de références ainsi que des cas. Ce format répond aux besoins des utilisateurs puisqu'il facilite l'accès à la documentation (un visionneur RTF étant intégré au système expert) et cette dernière est clairement lisible. Cependant, la seule technique de vérification qui permet de s'assurer que le contenu du fichier RTF est cohérent et complet, est l'inspection. Le choix de la représentation des cas dans un format libre est l'origine de la mise en cause de la plupart des choix de conception énoncés dans cette section.

Une deuxième hypothèse de conception pouvant être à l'origine d'anomalies est l'utilisation d'une base de données (Access 2000) pour relier toutes les références de la base de connaissances entre elles. L'utilisation de cette base de connaissances provoque la redondance de certaines informations et la dispersion des informations liées à un même sujet. Ainsi par exemple pour une recommandation, l'intitulé et l'intervalle de validité sont contenus dans la base de données alors que le fichier RTF reprend l'intitulé et l'énoncé à destination de l'utilisateur. Il est peu aisé d'extraire séparément des données d'un fichier RTF pour les traiter. Les données présentent dans le fichier RTF et pouvant servir à la sélection d'un cas ou d'une recommandation par exemple, sont alors dupliquées dans la base de données.

L'organisation interne des fichiers RTF fait également partie des hypothèses de conception à modifier. Cette organisation est à l'origine de beaucoup de redondances. Par exemple lorsque une définition est nécessaire dans un document, elle est insérée dans ce dernier donc si cette définition est nécessaire dans plusieurs documents elle sera recopiée plusieurs fois. L'organisation des fichiers provoque d'une part, une taille importante des fichiers et d'autre part, la prolifération des fichiers. Le nombre important de fichiers rend l'inspection de ceux-ci longue et fastidieuse.

Les utilisateurs du système, expert et mesureur, ont émis des remarques concernant l'interface et la difficulté d'installer le logiciel. La sélection des concepts à utiliser est différente des normes de sélection dans les applications Windows traditionnelles. Dans CosmicXpert, la sélection s'opère en supprimant les concepts non désirés, ce qui peut se révéler fastidieux si le nombre de concepts est conséquent. L'utilisabilité est un critère à prendre en compte lors de la réingénierie de CosmicXpert.

3.2. Choix des langages de représentation des connaissances

Nous avons choisi une série de normes définies par le Word Wide Web Consortium (W3C) qui permet de mettre en pratique ce qui est décrit ci-dessus.

3.2.1. XML

Le format XML [W3C 2000a] a été défini à l'origine pour la publication à large échelle de documents électroniques. Une série d'autres normes accompagnent le format XML avec des objectifs différents. Trois autres normes sont intéressantes dans le cas de vérification et validation de la base de connaissances.

XML est un méta langage facilitant la création de langage. Chaque schéma XML définit un nouveau langage basé sur le méta langage XML.

3.2.2. XML Schéma

Le schéma XML [W3C 2001a] est une norme qui est toujours en développement mais on trouve déjà sur le marché beaucoup d'outils qui permettent de l'utiliser. Cette norme permet de décrire la structure, le contenu et la sémantique d'un document XML.

C'est grâce à cette norme que la vérification de la structure des documents composant la base de connaissances, va pouvoir être automatisée.

3.2.3. XSL

XSL (eXtenslible Stylesheet Language) [W3C 2001b] est une famille de langages permettant de décrire comment doit être affiché un document XML d'un certain type. Le type de documents est défini par un schéma XML.

La famille de langages XSL comprend la norme X-path référençant les éléments dans un document XML et le langage XSLT définissant la transformation de fichier XML.

3.2.4. XHTML

XHTML [W3C 2000b] est une reformulation de HTML qui respecte le méta langage XML et qui peut être interprété par un navigateur Internet.

Afin de conserver la mise en page des textes contenus dans les documents, un sous ensemble du langage XHTML est utilisé. Il permet de définir la structuration en paragraphes et listes ainsi que de définir l'emplacement des images à insérer.

Ce sous-ensemble du langage XHTML sera utilisé dans tous les types de documents.

Le langage de présentation XSL peut produire une vue en XHTML pouvant être utilisée dans la plupart des navigateurs.

3.2.5. Combinaison des langages

Pour résumer, un fichier XML contient les informations du document RTF structurées de sorte que le fichier XML puisse être vérifié par le Schéma XML correspondant à son type de document.

Une procédure écrite en XSL permet de créer une vue du ficher XML en le transformant en XHTML.

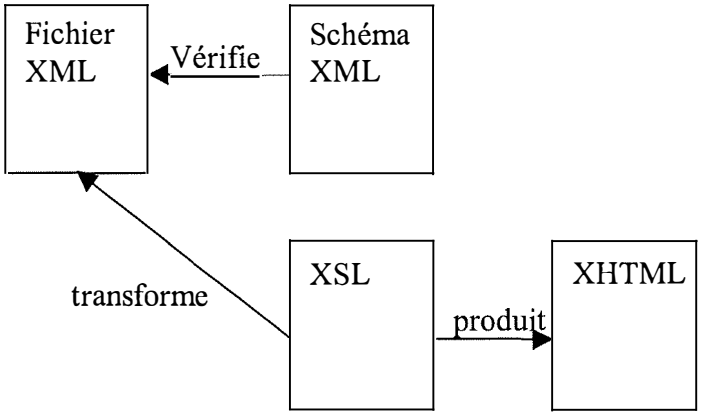


Figure 34 : Combinaisons des langages

3.3. Principes généraux de la définition des types de documents

Les fichiers de CosmicXpert sont classés en 5 types de documents :

1) Mot clé,
2) Concept Topologique,
3) Cas problème,
4) Thème,
5) Recommandation.

Chacun de ces types de documents a une structure propre et doit contenir un certain nombre d'informations définies. Une charte reprend toutes les normes que doivent respecter les fichiers RTF. Il n'existe cependant aucun moyen technique pour vérifier aisément que les documents dans ce format respectent ces normes.

Nous avons appliqué les deux approches décrites dans la méthode pour définir les types de documents. La première façon peut être une étape pour arriver à la deuxième façon. Dans la Figure 35, v1 correspond à la première approche et v2 à la seconde.

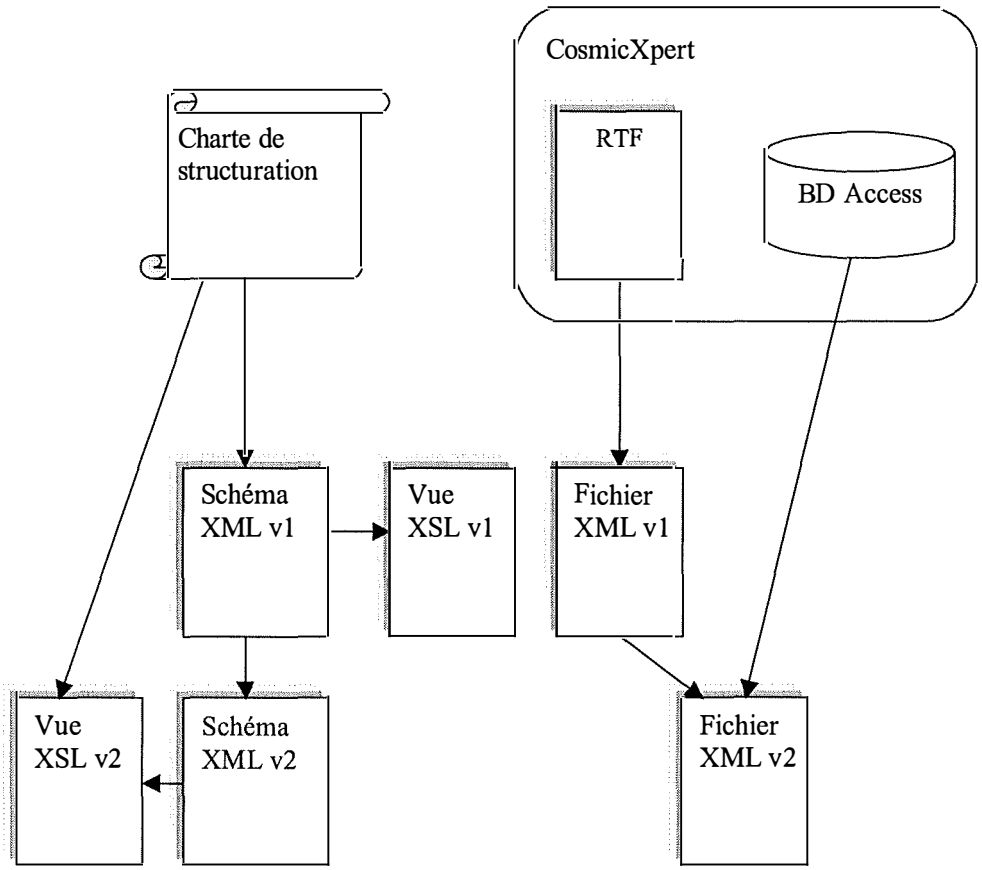


Figure 35 : Application de la méthode à CosmicXpert

3.3.1. Définition du sous-ensemble XHTML

La norme XML schéma permet de définir des types de données qui pourront être utilisés dans les schémas XML des différents documents.

Afin de retrouver dans la vue créée par le XSL, les paragraphes, listes et images des documents RTF originaux, il faut pouvoir représenter en XML ces entités. Pour cela, nous avons défini un type de données appelé **TextHTML** et basé sur XHTML. Nous utiliserons ce type de données dans la description de tous les types de documents.

Nous aurions pu utiliser les schémas XML pour XHTML fourni par le W3C pour définir notre type TextHTML mais cela rend les choses plus compliquées. De plus les navigateurs Internet actuels ne sont pas encore compatibles avec la norme XHTML. Nous avons donc définis un type à base de la norme HTML mais compatible avec le méta langage XML et qui peut être visualisé grâce aux navigateurs actuels.

La Figure 36 est une représentation graphique du type TextHTML générée par l'outil XMLSpy.

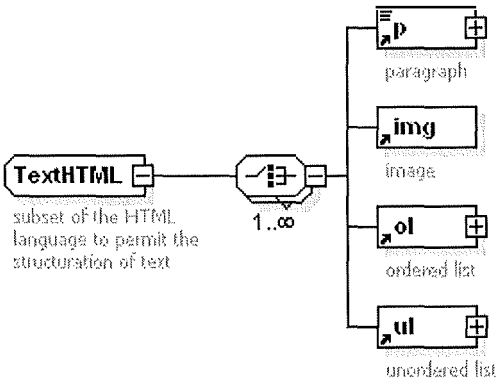


Figure 36 : type TextHTML

Chaque rectangle dans le schéma représente un élément XML pouvant être utilisé pour décrire une partie de document dans le langage. Chaque élément peut contenir des attributs et délimiter un type de données dans le fichier. Le Tableau 24 détaille chacun de ces éléments.



Figure 37 : Choix

La Figure 37 représente un choix. Ce mécanisme dans un schéma signifie que l'élément ou le type à gauche peut contenir n'importe quel élément se trouvant à droite. Une cardinalité peut être associée à ce symbole et représente le nombre minimal et maximal d'éléments de droite contenu dans l'élément de gauche.

TextHTML est un type de données complexe car il peut contenir d'autres éléments ayant eux aussi un type de données.

Le type TextHTML peut contenir un à plusieurs des éléments repris dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Description du type TextHTML

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
p	Délimite un paragraphe	InsideP	align	Détermine la position horizontale du paragraphe (left, center, right)
img	Détermine l'emplacement d'une image à insérer	Vide	src	URL de l'image à insérer
			height	Hauteur de l'image
			width	Largeur de l'image
ol	Liste ordonnée			
ul	Liste non ordonnée			

InsideP est un type de données complexe dit mixte car il peut contenir du texte et des éléments mélangés. Ce type définit toutes les possibilités de représentations de texte à l'intérieur d'un paragraphe. La Figure 38 est le schéma XML représentant ce type de données. Le Tableau 25 détaille chacun des éléments constitutifs.

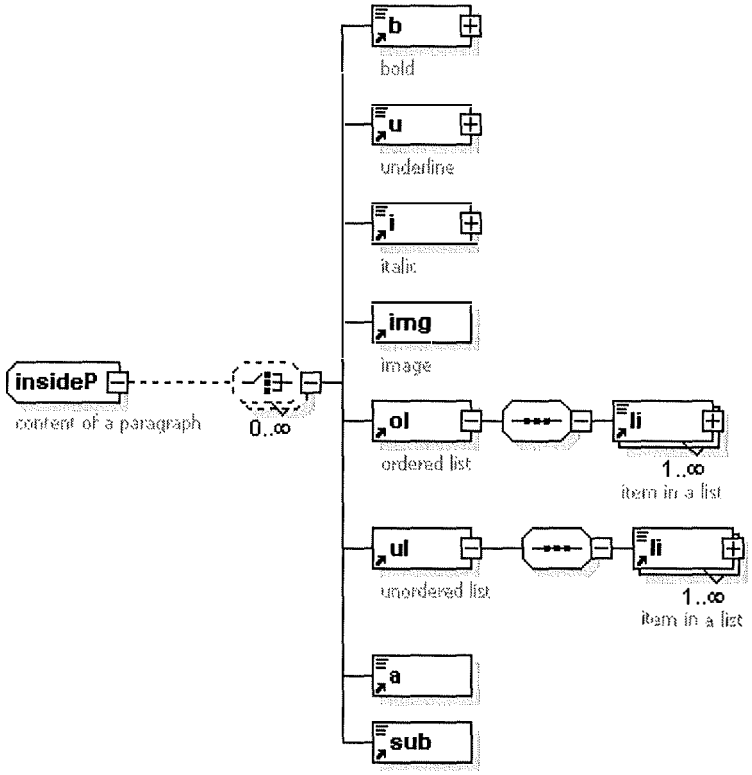


Figure 38 : type InsideP

Tableau 25 : Description du type InsideP

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
b	Délimite un texte en gras	InsideP		
u	Délimite un texte souligné	InsideP		
i	Délimite un texte en italique	InsideP		
img	Détermine l'emplacement d'une image à insérer	Vide	src	URL de l'image à insérer
			height	Hauteur de l'image
			width	Largeur de l'image
ol	Liste ordonnée			
ul	Liste non ordonnée			
li	Délimite une ligne d'une liste	InsideP		

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
a	Insère un lien hypertexte	Texte	href	URL de destination du lien
			target	Le nom de la fenêtre dans laquelle il doit s'ouvrir
sub	Délimite un texte qui doit apparaître en indice	Texte		



Figure 39 : Séquence

La Figure 39 représente une séquence. Ce mécanisme dans un schéma signifie que l'élément de gauche peut contenir une suite ordonnée d'éléments définis à droite du symbole.

L'exemple ci-dessous est le texte de la définition du mot clé « Persistence of data group ». La définition est composée de deux paragraphes dont le dernier contient une liste.

Ce texte est une instance du type TextHTML définit par le schéma représenté à la Figure 36.

```
<p>
The persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined: transient (exists only for the life of a functional process), short (beyond the life of a functional process for as long as the software is operational) and indefinite (beyond the duration of operation of the software).
</p>
<p>
   There are three sets of data groups to be identified and classified:
   <ul>
        <li>Data Groups representing stored (persistent) data</li>
        <li>Data Groups representing data crossing the boundary inbound</li>
        <li>Data Groups representing data crossing the boundary outbound</li>
   </ul>
</p>
```

3.4. Première approche

3.4.1. Définition des types de documents

La première approche consiste concrètement à rassembler les informations concernant un type de document dans le même fichier XML, exactement comme c'était le cas dans les fichiers RTF.

Les informations contenues dans la base de données Access ne sont pas modifiées afin de minimiser les adaptations nécessaires au logiciel pour utiliser les fichiers références au format XML.

Pour définir un type de documents, il est nécessaire de s'appuyer sur les spécifications des documents de référence du logiciel expert. Voici un extrait de la charte de structuration des documents de référence de CosmicXpert (en annexe B) décrivant le document de référence pour **Concept Topologique :**

Un **concept topologique** est structuré comme :

- Titre (nom du concept topologique)
- Définition du concept topologique (définition du mot clé)
- Explication «optionnelle»
- Aussi
- Définition de mots clés liés à la définition du concept topologique

Le concept topologique contient : la définition correspondant au mot clé (cette définition doit se trouver obligatoirement dans Cosmic-FFP), l'explication du concept topologique (optionnelle), des définitions liées au concept topologique.

La définition du concept topologique est reprise du glossaire du Manuel Cosmic-FFP.

L'explication du concept topologique (optionnel) est reprise du Manuel Cosmic-FFP.

Les définitions (1-N) liées au concept topologique (mots clés) sont reprises du glossaire du Manuel Cosmic-FFP ou d'une autre source (Swebok).

La Figure 40 est la représentation graphique du schéma XML élaboré à partir de la description de la Charte de structuration pour un document de type **Concept Topologique**; le fichier XML source du schéma se trouve dans l'annexe I. Le Tableau 26 reprend en détail les différents éléments du schéma XML.

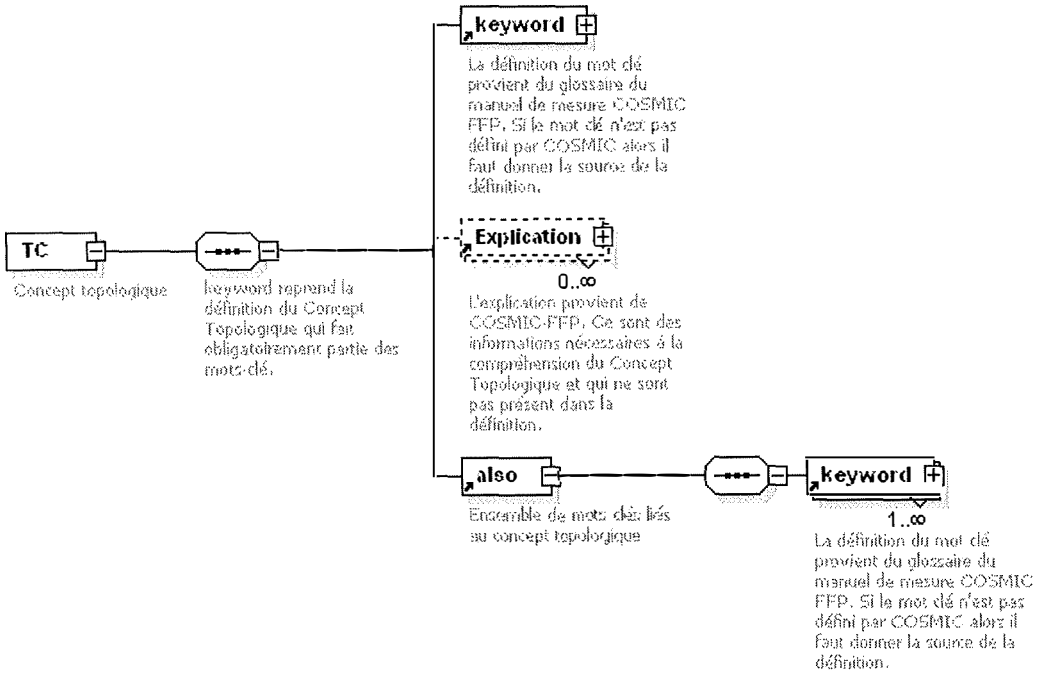


Figure 40 : Document Concept Topologique

Tableau 26 : Description du document Concept Topologique

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
TC	Délimite un concept topologique		name	Nom du concept topologique
keyword	Délimite une définition du mot clé associée au concept topologique	TextHTML	name	Le nom du mot clé
			ref	La référence de la définition
Explicatio n	Délimite une éventuelle explication du concept topologique	TextHTML	name	Le titre de l'explication
also	Délimite l'ensemble des mots clés liés au concept topologique			

3.4.2. Définition des vues

Selon la première approche, chaque fichier est autonome et doit pouvoir être visualisé indépendamment des autres. La définition de la vue du fichier consiste simplement à déterminer comment chaque élément du fichier XML sera affiché.

Un script dans le langage XSLT est associé à chaque type de document afin de permettre sa visualisation dans un navigateur Internet ou une visionneuse HTML.

3.4.3. Traduction des fichiers RTF en fichiers XML

Maintenant que tous les types de documents sont définis de façon formelle par des schémas XML, les fichiers RTF peuvent être traduits dans les langages définis par les schémas des types de documents.

Cette étape est difficilement automatisable étant donné que les fichiers RTF de CosmicXpert ne suivent pas un patron définissant les différents styles de titres. Ce qui aurait pu nous aider à retrouver automatiquement les différentes parties des documents.

La traduction a été effectuée en deux étapes. La première étape consiste à traduire de façon automatique les RTF en HTML et de les filtrer pour ne conserver que les éléments autorisés par le type TextHTML.

Les fichiers HTML obtenus ont été ensuite transformés manuellement pour respecter les différents schémas XML en fonction du type de documents.

3.4.4. Adaptation du prototype à la nouvelle base de connaissances

L'objectif de cette première approche est de minimiser l'adaptation du prototype existant fonctionnant avec des références en RTF.

Deux modifications doivent être apportées à ce premier prototype. La première consiste à remplacer le visionneur RTF par un visionneur de fichier HTML. Nous avons intégré Microsoft Internet Explorer à CosmicXpert qui permet, en plus de visualiser les fichiers HTML, de transformer les fichiers XML associés à un script XSLT.

La deuxième modification consiste à mettre à jour la base de données Access pour qu'elle référence désormais les fichiers XML à la place des fichiers RTF.

3.5. Deuxième approche

3.5.1. Détecter la redondance

L'objectif de la seconde approche est de réduire le nombre important de fichiers et de diminuer la redondance dans les différents fichiers. Il est nécessaire de promouvoir la réutilisation de textes, définition entre les différents types de documents.

La technique utilisée pour détecter la redondance est de construire un diagramme de classes UML reprenant tous les concepts repris dans les différents types de documents et de les lier entre eux. Lors de la création du premier prototype, aucun diagramme décrivant le contenu des documents de référence n'a été réalisé.

Ce diagramme ne doit pas être créé sur la seule base de la charte de structuration mais il faut intégrer les constatations faites durant les inspections du processus de vérification. Les experts, en créant les fichiers RTF ont introduit de la redondance

qu'il est difficile de retrouver uniquement en se basant sur la structure des documents décrite dans les spécifications.

La Figure 41 est le diagramme UML représentant les documents de la base de connaissances de CosmicXpert et les associations entre eux.

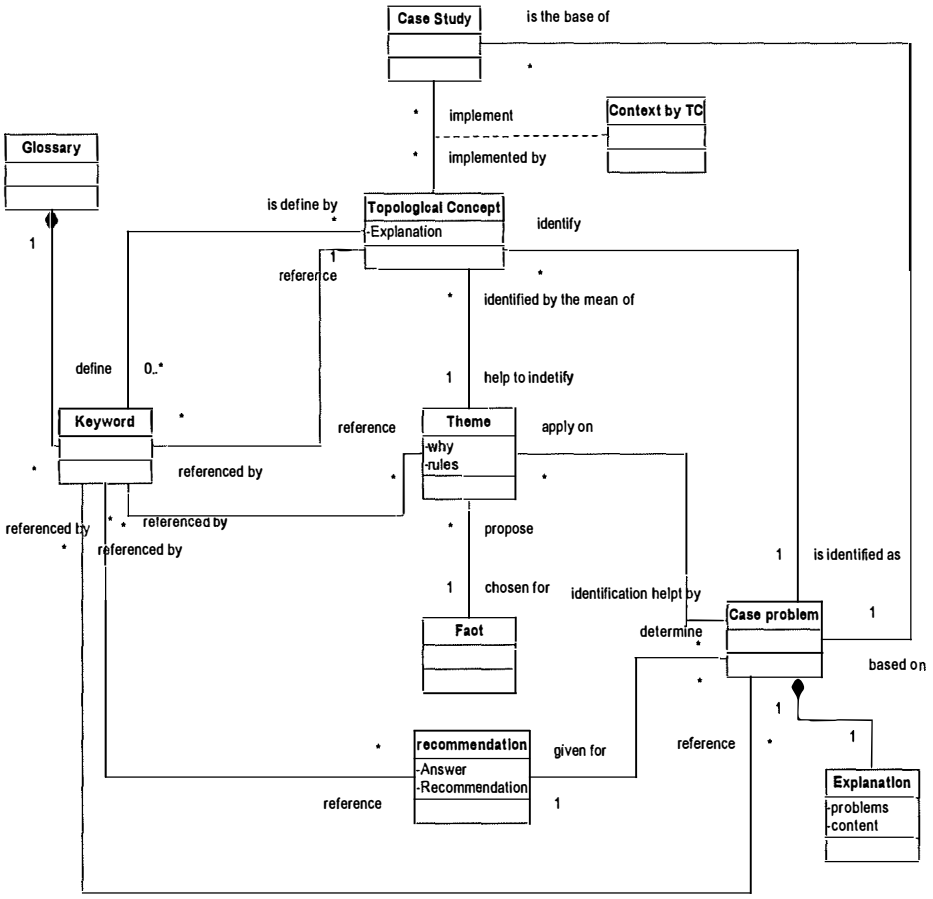


Figure 41 : Diagramme des types de documents

Les associations mises en évidence par le schéma permettent d'identifier et d'ôter les redondances internes aux différents documents.

Les **mots clés** (keywords) constituent une première source de redondance. Des définitions sont présentes dans tous les types de documents.

Une solution serait donc d'extraire les mots clés de tous les documents et de les rassembler dans un glossaire (glossary). La redondance serait enlevée et la maintenance des définitions simplifiées. On aurait ainsi la certitude que dans tous les documents, un mot clé a la même signification.

Le problème de la redondance dans les **Concepts Topologiques** est solutionné par la création d'un glossaire.

Lors de la traduction des RTF en XML, on a constaté que le contexte d'un **cas problème** est presque toujours identique pour tous les cas problèmes extraits d'une même étude de cas et spécifiques au concept topologique que l'on cherche à identifier.

C'est pour ça que, sur le diagramme, on a ajouté la classe **Étude de cas** (Case Study) et que le contexte d'un cas problème (Context by TC) est un attribut de l'association qui lie l'étude de cas au concept topologique.

Dans la première façon de définir les types documents, chaque document **thème** est associé à un et un seul document de cas problème.

Nous avons constaté cependant que les thèmes visant à identifier le même concept topologique, étaient presque tous identiques. Donc, si nous associons les thèmes aux concepts topologiques au lieu de les associer au cas problème, nous réduirons considérablement le nombre de fichiers.

Cette modification implique cependant des modifications au logiciel éventuel qui utilise la base de connaissances. Dans le cas de CosmicXpert, le lien entre les fichiers est réalisé par une base de données; cette base de données devrait être modifiée en conséquence.

Les **recommandations** ne sont pas une source de redondance, si ce n'est le fait que, comme d'autres types de documents, elle reprend beaucoup d'informations concernant le cas problème.

3.5.2. Définir une nouvelle organisation de l'information

Pour rappel, la deuxième approche pour définir les types de documents consiste à voir ces types de documents comme des vues sur une nouvelle organisation de l'information. Il faut donc définir cette nouvelle organisation de l'information.

Jusqu'à présent, c'était la base de données associée à la base de connaissances de CosmicXpert qui se chargeait des liens entre les fichiers. Les informations contenues dans cette base de données peuvent désormais être ajoutées dans la nouvelle organisation de l'information. Ainsi, certains liens entre les concepts pourront être vérifiés plus aisément.

Les données que contient la base de données, représentées dans la Figure 42, sont les pourcentages (confidence) associés aux liens entre les différents concepts. La base de données contient également les données qui permettent, en fonction des faits choisis (fact), de déterminer la recommandation à proposer à l'utilisateur.

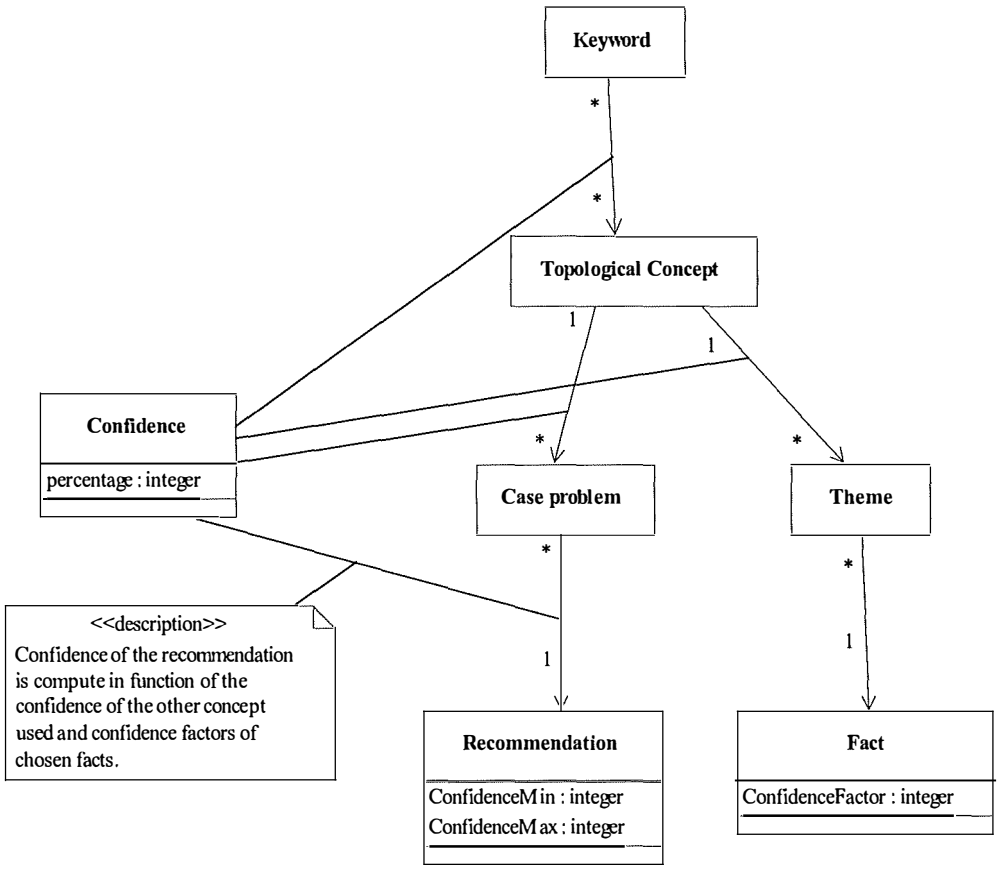


Figure 42 : Liens contenus dans la base de données

Les unités de stockage, après réingénierie suivant la première approche, sont identiques aux unités de stockage avant réingénierie. C'est-à-dire que dans la base de connaissances composée de fichier RTF, nous avions un fichier par mot clé, un par concept topologique, un par cas problème, un par thème et un par recommandation. Nous avions donc un fichier par vue d'utilisateur. On obtient la même chose avec la réingénierie suivant la première approche.

Par contre, maintenant que l'on peut dissocier les vues et les données, nous pouvons réduire considérablement le nombre de fichiers tout en conservant le nombre de vues en enlevant les redondances détectées ci-dessus.

Nous allons donc rassembler les concepts apparentés dans un même type de fichier; nous créerons ensuite un schéma XML pour définir la structure de ce type fichier.

Nous avons identifié cinq types de fichiers XML :

1) Glossaire
2) Concept Topologique
3) Cas Problème
4) Etude de Cas
5) Expert

Les différents types de fichiers contiennent des liens vers les autres types de fichiers. Ces liens sont souvent représentés par une URL. La Figure 43 reprend les liens entre les types de fichiers.

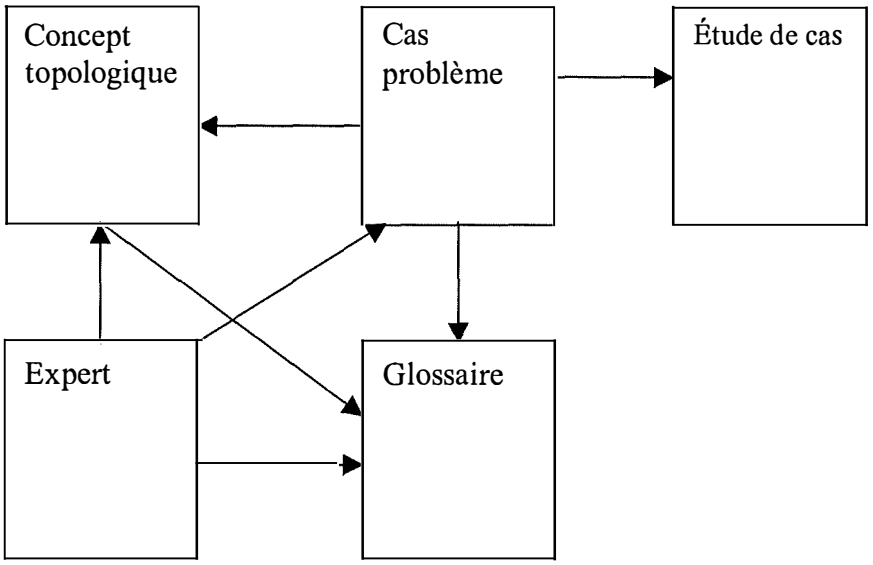


Figure 43 : Lien entre les types de fichiers

Le **glossaire** reprend tous les mots clés que l'on rencontre dans la base de connaissances avec leur définition.

Les fichiers de type **Concept Topologique** contiennent toutes les informations qui concernent le concept topologique, ses thèmes et faits associés.

Les fichiers de type **Cas Problème** contiennent les informations sur le cas problème et les recommandations associées à ce cas problème.

Les fichiers de type **Étude de cas** reprennent plusieurs formulations des spécifications de l'étude de cas classées par concept topologique à identifier. Ce fichier peut contenir également des informations générales sur l'étude de cas.

Le fichier **Expert** remplace la base de données du prototype précédent. Il contient les liens entre les connaissances et permet d'effectuer les recherches parmi celles-ci.

3.5.3. Définir de nouveaux types de fichiers

La nouvelle organisation de l'information obtenue en enlevant le redondance et en rassemblant les informations provenant des différentes sources (fichier RTF et base de données Access) peut désormais être formalisée grâce aux schémas XML.

La Figure 44 et le Tableau 27 spécifient le nouveau type de document Concept Topologique.

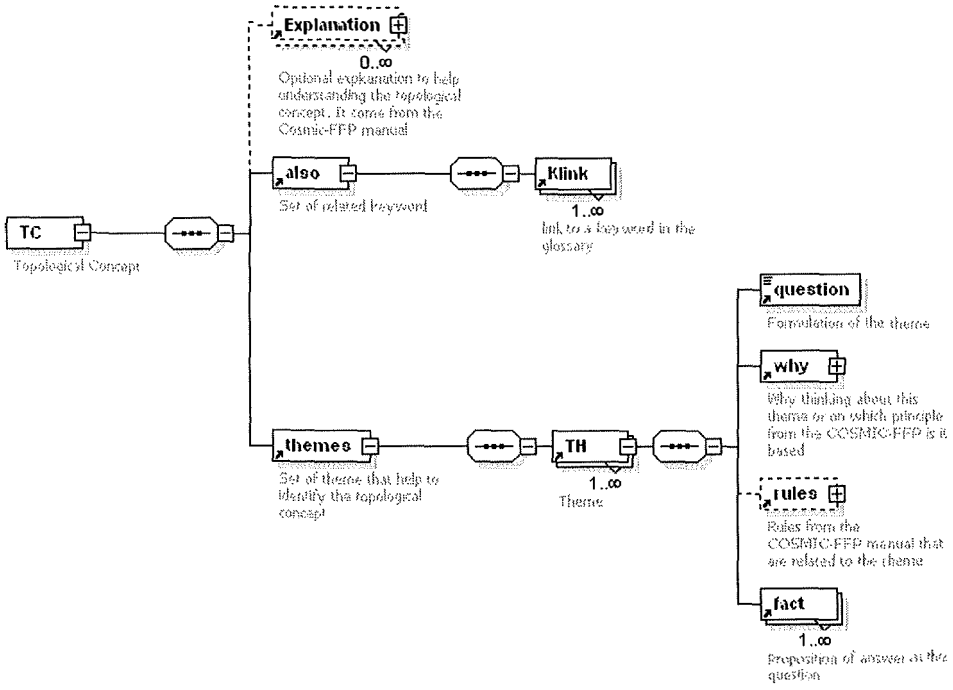


Figure 44 : Document Concept Topologique

Tableau 27 : Description du document Concept Topologique

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
TC	Délimite le document Concept Topologique		name	Nom du concept
			defID	Identifiant du mot clé définissant le concept topologique
Explanation	Délimite une éventuelle explication de concept topologique	TextHTML	name	Titre de l'explication
also	Délimite une série de mot clé relatif au concept topologique			
Klink	Représente un lien vers un mot clé du glossaire	vide	idref	Identifiant du mot clé lié dans le glossaire
Themes	Délimite les thèmes associés au concept topologique			

Élément	Description des éléments	Type de données	Attributs	Description des attributs
TH	Délimite un thème		id	Identifiant du thème
			cf	Pourcentage du lien entre le thème et son concept topologique
question	Délimite la formulation du thème en question	Text		
why	Délimite l'explication de la présence du thème	TextHTML		
rules	Délimite d'éventuelles règles apparentées au thème et provenant du manuel de mesure de Cosmic FFP	TextHTML		
fact	Délimite un fait	vide	name	Nom du fait
			CF	Facteur permettant le calcul pour déterminer la recommandation à proposer

3.5.4. Traduction des XML v1 vers XML v2

La première approche nous a conduit à créer une première base de connaissances au format XML. Nous allons pouvoir utiliser cette première version de la base de connaissances pour en créer une nouvelle qui respecte les types de documents définis lors de la seconde approche (Figure 35).

Le langage XSLT que nous avons utilisé pour décrire les vues, décrit en réalité comment transformer le fichier XML source en un fichier HTML. Nous pouvons également utiliser le langage XSLT pour écrire un script de traduction des fichiers XML de la première base de connaissances vers des fichiers XML respectant les nouveaux schémas.

La réalisation de la seconde base de connaissances peut être fortement automatisée. Nous avons cependant ajouté manuellement les informations provenant de la base de données.

3.5.5. Création d'un nouveau prototype pour la nouvelle base de connaissances

Le premier prototype repose sur la base de données Access; cette dernière n'est plus nécessaire puisque les informations qu'elle contenait ont été réparties dans les fichiers XML et que les liens entre ceux-ci sont désormais également représentés dans un

fichier XML. Les adaptations nécessaires pour intégrer la nouvelle base de connaissances au premier prototype sont suffisamment nombreuses pour justifier l'écriture d'un nouveau prototype.

Le choix des langages définis par le W3C n'était pas innocent. Notre volonté était de rendre CosmicXpert disponible via Internet aisément. C'est pourquoi pour développer le nouveau prototype, nous avons choisi la technologie Java Server Page.

Java Server Page (JSP) est une technologie qui a pour but de contrôler le contenu ou l'apparence d'une page Internet par l'utilisation de servlets. Les servlets sont de petits programmes qui sont intégrés dans les pages Internet et qui s'exécutent sur le serveur Internet afin de modifier la page Internet avant de l'envoyer vers l'utilisateur qui la demandé. JSP est comparable à la technologie Active Server Page (ASP) de Microsoft. Une page JSP appelle un programme Java qui s'exécute sur le serveur.

Nous avons combiné JSP avec XSL décrit plus haut afin de produire les différentes vues de la base de connaissances et les fonctionnalités de l'outil de diagnostique.

La technologie JSP nous permet de transformer du côté du serveur les fichiers XML pour les visualiser. Nous avons ainsi voulu éviter de laisser ce travail au navigateur Internet car seule, les dernières versions sont capables de le faire et certaines transformations impliquant plusieurs fichiers XML sont plus faciles à réaliser avec la combinaison de JSP et XSL qu'avec XSL tout seul.

Le prototype résultant de réingénierie ne peut à ce jour pas encore réaliser tous les cas d'utilisation spécifiés lors de la conception du premier prototype (chapitre 3). Une partie de la gestion des connaissances est effectuée en utilisant un éditeur XML. L'expert doit connaître les différents schémas définissant la structure des fichiers XML.

Des fonctionnalités ont été ajoutées par rapport au premier prototype pour faciliter la vérification et la validation des connaissances, comme par exemple, un générateur de tests et différents rapports permettant d'inspecter certaines parties des connaissances.

En ce qui concerne les cas d'utilisation du mesureur, ils peuvent tous être exécutés via l'interface illustrée par la Figure 45.

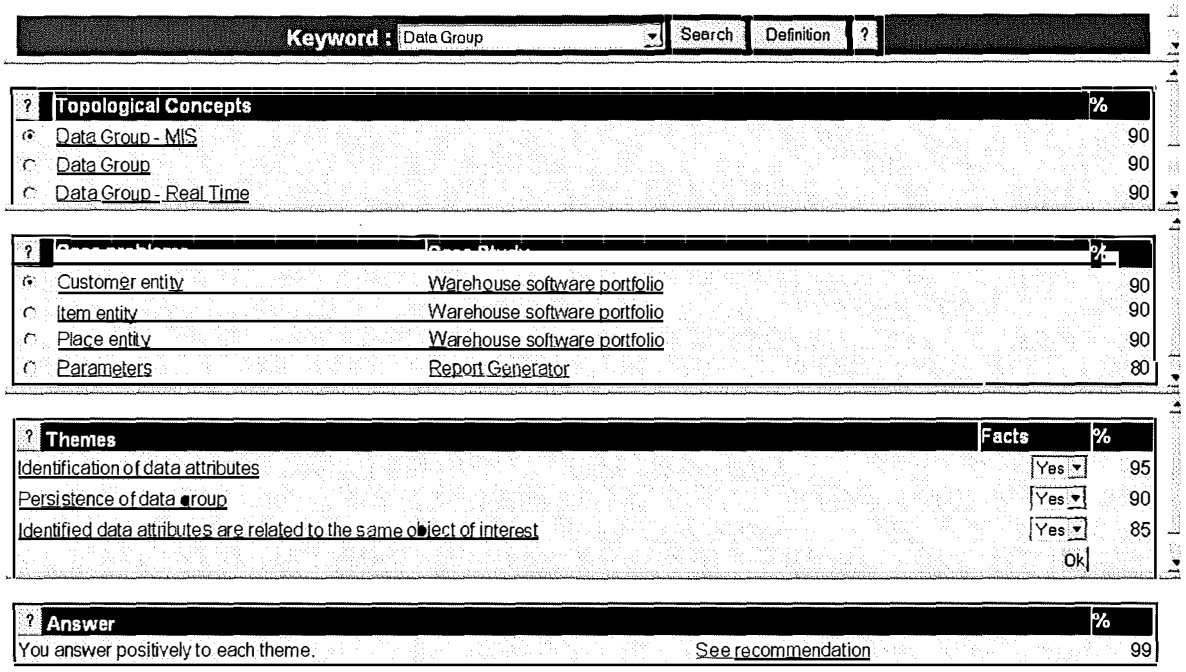


Figure 45 : Interface du second prototype

4. Intégration de fonctionnalités pour faciliter la vérification et validation

Pour faciliter les cycles de vérification et validation, certaines fonctionnalités peuvent être ajoutées aux systèmes. Dans le cas de CosmicXpert, la vérification étant déjà en grande part facilitée par les outils liés au format XML, nous avons tenté de faciliter le processus de validation par les experts.

Pour créer ces nouvelles fonctionnalités nous avons suivi le processus classique de développements de logiciels en commençant par analyser les besoins des experts en ce qui concerne la validation des connaissances.

Un nouveau cas d'utilisation « Validation », illustré par la Figure 46 , reprend tous les scénarios d'utilisation du système expert dans le but de valider les connaissances.

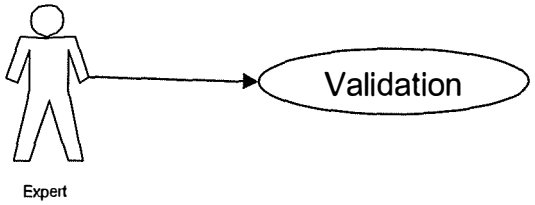


Figure 46 : Cas d'utilisation pour la validation par les experts

Les scénarios de ce cas d'utilisation sont issus des techniques de validation utilisées par les experts. Il y en a deux, les tests fonctionnels et l'inspection.

Pour faciliter l'inspection, un générateur de rapport permet de visualiser les connaissances selon certains critères de validation. Des exemples des rapports de validation sont présentés dans l'annexe J.

Les tests fonctionnels ont été simplifiés par l'ajout d'un générateur de tests.

4.1. Générateur de rapports

Trois types de rapports peuvent être générés, chacun permet de valider des connaissances différentes.

4.1.1. L'arbre de couverture

L'arbre de couverture a pour objectif de donner à l'expert une vue globale des connaissances du système de façon structurée.

L'arbre de couverture est présenté sous la forme d'un tableau contenant les différents concepts topologiques et les connaissances qui en dépendent.

Tableau 28 : Gabarit de l'arbre de couverture

<table>
<tr><th colspan="3">Concepts Topologiques</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Nom et hyperlien vers le rapport du concept topologique</td><td>Mots clés</td><td>% de confiance</td></tr>
<tr><td>Les mots clés liés au concept topologique ainsi que les hyperliens vers les définitions</td><td>Un pourcentage pour chaque mot clé permettant de les classer en fonction de leur pertinence par rapport au concept topologique</td></tr>
<tr><td>Cas problèmes</td><td>% de confiance</td></tr>
<tr><td>Nom des cas problèmes associés au concept topologique ainsi que les hyperliens vers les rapports des cas problèmes</td><td>Un pourcentage pour chaque cas problème permettant de les classer en fonction de leur représentativité par rapport au concept topologique.</td></tr>
</table>

Bien que ce rapport ait été conçu pour la validation, il permet également de vérifier l'existence des liens entre les connaissances et la présence de tous les fichiers constituant la base de connaissances.

En ce qui concerne la validation, ce rapport doit aider l'expert pour répondre aux questions suivantes :

- Le mot clé est-il bien approprié au concept topologique?
- D'autres mots clés ne seraient-ils pas appropriés à ce concept topologique? (une liste de mots clés est disponible dans le système)

- Les pourcentages entre les mots clés et les concepts topologiques sont-ils pertinents ?
- Chaque cas problème est-il bien approprié au concept topologique ?
- Les pourcentages entre les concepts topologiques et les cas problèmes sont-ils pertinents ?
- Tous les concepts topologiques dans l'arbre appartiennent-ils à l'ontologie de COSMIC-FFP ?

L'arbre de couverture permet également de visualiser rapidement si les connaissances couvrent l'ensemble de la méthode de mesure COSMIC-FFP et de façon homogène.

Etant donné que l'arbre donne une vue globale des connaissances, il constitue le moyen le plus simple pour l'expert de naviguer parmi les connaissances. C'est à partir de l'arbre qu'il a accès aux autres types de rapports ainsi qu'au générateur de tests.

4.1.2. Le rapport de validation des concepts topologiques et thèmes

Afin de faciliter la validation des concepts topologiques, l'expert peut visualiser dans un seul document toutes les informations qui les concernent. Le rapport présente :

- La définition du concept topologique,
- L'explication de ce dernier,
- Les mots clés associés avec leur définition.

Les thèmes étant associés également à un concept topologique, les informations qui les concernent sont également présentées dans ce rapport. On retrouve pour chaque thème en rapport avec le concept topologique :

- Le thème avec le pourcentage caractérisant l'importance du lien avec le concept topologique,
- L'explication de l'utilité du thème pour l'identification du concept topologique,
- Les règles de la méthode de mesure COSMIC-FFP associées au thème,
- Les faits ainsi que le pourcentage utilisé pour le calcul des recommandations,
- Les mots clés et leurs définitions utiles pour la compréhension du thème.

En rassemblant toutes ces connaissances dans un même rapport, leur inspection par un expert est grandement facilitée. Ce dernier peut facilement répondre aux questions suivantes :

- L'explication du concept topologique est-elle correcte et suffisante pour la compréhension de la méthode par un novice ?
- L'ensemble des règles de la méthode de mesure de COSMIC-FFP concernant ce concept topologique est-il correctement transposé dans les thèmes ?
- L'explication du thème est-il compréhensible ?
- Le pourcentage représentant l'influence du thème dans l'identification du concept topologique est-il pertinent ?

- Les définitions permettant la compréhension des thèmes sont-elles toutes présentes ?
- Les faits et leur pourcentage sont-ils appropriés au thème ?

Certaines questions auxquelles doit répondre l'expert grâce au rapport précédent peuvent être répondues plus finement grâce à ce dernier rapport.

4.1.3. Le rapport de validation des cas problèmes et recommandations

La validation des cas problèmes et des recommandations est également facilitée par un rapport spécialisé. Ce rapport doit contenir :

- Une introduction à la problématique,
- L'explication du problème,
- La description du contexte,
- Les mots clés et leurs définitions utiles à la compréhension,
- Les recommandations avec leurs pourcentages de validités.

Le rapport détaille également les recommandations liées aux cas problèmes en donnant la réponse au problème, l'explication (recommandation) et les mots clés utiles à la compréhension.

L'expert peut valider les cas problèmes et recommandations en se posant les questions suivantes :

- Les cas problèmes et les recommandations sont-ils compréhensibles ?
- Les définitions utiles à la compréhension sont-elles présentes ?

Les pourcentages de validité des recommandations ne peuvent être validés que par des tests fonctionnels.

4.2. Générateur de tests

Pour valider si le système donne des conseils proches de celui d'un expert humain, la technique de validation la plus adaptée est le test fonctionnel.

L'objectif du générateur de tests est de diminuer les manipulations nécessaires à l'exécution des tests.

Les paramètres d'entrées pour un test sont les cas problèmes et le fait choisi pour chacun des thèmes du concept topologique à identifier. Les sorties des tests sont les recommandations. La Figure 47 illustre un test fonctionnel.

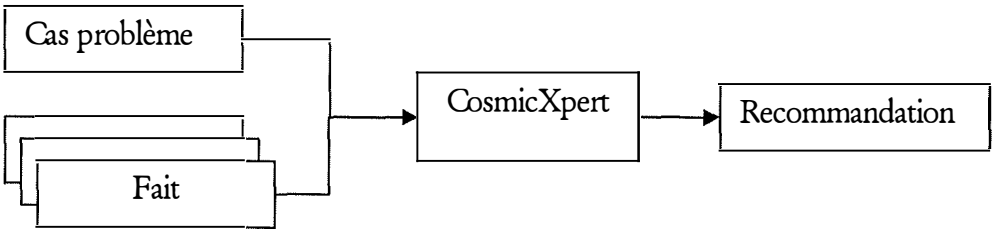


Figure 47 : Entrées/Sorties des tests fonctionnels de CosmicXpert

Le générateur de tests reçoit en entrée le cas problème et exécute CosmicXpert avec toutes les combinaisons possibles de faits pour le concept topologique concerné par le cas problème. Les recommandations sont rassemblées dans un rapport fourni à l'expert.

Ce rapport contient les informations nécessaires à la compréhension du cas problème et pour chaque test exécuté :

- Les thèmes et faits associés avec les pourcentages,
- Le résultat du coefficient de certitude (expliqué dans le chapitre 3),
- La recommandation valide pour ce coefficient de certitude.

Ce rapport permet à l'expert de donner son accord ou désaccord sur les recommandations du système en fonction des faits choisis. Toutes les informations nécessaires à la correction, si nécessaire, y sont rassemblées.

L'annexe K détaille le processus de développement du prototype 2.

CONCLUSION

La vérification et la validation d'un système expert pour la mesure fonctionnelle COSMIC-FFP est à l'origine de notre travail. Deux caractéristiques principales du système faisant l'objet de la vérification et validation nous ont amenés à chercher une solution originale.

La première caractéristique est l'avancement du développement du système expert. CosmicXpert est un prototype complet ayant une base de connaissances reprenant déjà une trentaine de cas. Le processus cyclique de développement d'un système expert décrit dans [Luger 2002] limite pourtant l'utilité de la base de connaissances dans les premiers prototypes aux tests des fonctionnalités de ceux-ci. La complétude de la base de connaissances doit être envisagée une fois les choix de conception jugés appropriés aux objectifs du système.

L'analyse de l'approche cognitive du mesureur [Desharnais et al. 2001] a orienté la conception de CosmicXpert vers un système expert hybride intégrant un raisonnement par cas et un moteur d'inférence basé sur des règles. La littérature informatique n'apporte pas de solutions adaptées à la vérification et validation des systèmes experts de ce type.

Nous avons donc développé une méthodologie permettant de vérifier et valider un système comme CosmicXpert prenant en compte les deux principales caractéristiques énoncées.

La solution que nous proposons est constituée de deux processus : un processus de vérification et validation itératif et un processus de réingénierie adapté aux systèmes intégrant de nombreux documents.

Chaque cycle du processus de vérification et validation est paramétrable, il peut ainsi s'adapter à un système expert basé sur des règles aussi bien qu'un système expert basé sur des cas. Le paramétrage des cycles concerne le choix des techniques de vérification ou de validation, la portée de l'application de celles-ci ainsi que le niveau de qualité à atteindre.

Les choix de conception faits lors du développement d'un prototype de système expert peuvent dans certains cas rendre difficile l'application du processus de vérification et de validation. La remise en cause de certains choix de conception peut parfois améliorer la qualité du système expert et faciliter les cycles futurs de vérification et validation. C'est à partir de ce constat que nous avons décidé d'intégrer à la solution un processus de réingénierie.

Ce processus de réingénierie est invoqué lorsque les solutions proposées pour améliorer la qualité du système lors d'un cycle de vérification ou de validation mettent en cause des choix de conception. Le nouveau prototype issu du processus de réingénierie doit tenir compte des conclusions du processus de vérification et validation afin d'atteindre le niveau de qualité défini.

L'application de cette méthodologie à CosmicXpert a permis de démontrer son efficacité. Nous avons volontairement placé haut le niveau de qualité requis pour ce système afin de voir les limites de notre méthodologie.

Le succès de la méthodologie appliquée à CosmicXpert est lié entre autre aux solutions technologiques apportées suite à la mise en cause de certains choix de conception de départ.

En effet, l'utilisation de XML et XML Schéma à la place de RTF pour la représentation des connaissances a facilité grandement la vérification et ainsi a facilité la détection et la correction des anomalies. L'utilisation du processus de réingénierie couplé avec le processus de vérification et validation a garanti la qualité du nouveau prototype intégrant ces nouveaux choix de conception.

Grâce au paramétrage des cycles, les techniques de V&V sont adaptées au niveau de qualité à atteindre et au système à vérifier et valider. Cependant, le choix des techniques de V&V pour un système expert hybride comme CosmicXpert est encore fort limité.

Pour palier à cette limite nous avons intégré progressivement à CosmicXpert durant l'exécution des processus de réingénierie un générateur de tests et des fonctionnalités élargissant les techniques de V&V applicables.

PERSPECTIVES

1. Raffinement du processus de vérification et validation

Le processus de vérification et validation présenté dans ce travail doit encore être raffiné car il ne répond pas complètement à certaines difficultés récurrentes dans le domaine de la vérification et validation de système expert.

Trois étapes du processus nous ont posé des difficultés et peuvent être mieux spécifiées. Il s'agit du choix des critères de qualité, de la classification des anomalies (pondération) et de l'estimation des coûts de raffinement du système.

Le choix des critères de qualité parmi les différentes normes de qualités existantes et en fonction des besoins des utilisateurs pourrait faire l'objet d'une recherche plus approfondie. L'élaboration d'une matrice de sélection de ces critères en fonction de certains paramètres du système à valider est une piste qui nous semble intéressante à explorer.

La pondération des anomalies a pour objectif de donner le niveau de qualité du système expert. Le manque de standard dans ce domaine ne permet pas d'avoir des étalons de comparaison. L'utilité de cette pondération s'en trouve donc fortement limitée. De plus, l'application du processus présentée ici utilise une classification sur cinq niveaux bien trop subjective.

L'intégration d'une méthode de mesure de logiciel au processus de vérification et de validation est une perspective d'amélioration du processus.

Elle devrait améliorer grandement l'estimation des coûts de raffinement. Elle pourrait également servir dans la pondération des anomalies. La taille des fonctionnalités affectées par ces dernières est une caractéristique qui pourrait être prise en compte dans la pondération.

2. Amélioration du prototype 2 de CosmicXpert

2.1. Ajout des scénarios manquants

Le prototype 2 de CosmicXpert n'est pas complet pour des raisons de planification. Tous les scénarios UML décrivant les spécifications n'ont pas été implémentés. Seuls les scénarios nécessaires à la vérification et à la validation de la base de connaissances ont été traités.

La plupart des scénarios concernant l'administration du système doivent encore être développés. La fonctionnalité principale à ajouter est un éditeur de cas.

L'utilisation du format XML pour le stockage des données et connaissances permet, en attendant que tous les scénarios soient intégrés, de manipuler ces fichiers avec un éditeur XML. La création de nouveaux cas nécessite la connaissance des différents schémas XML conçus pour le système.

2.2. Ajout de mots clés

L'entrée pour un novice de la mesure fonctionnelle dans le système expert se fait par un mot clé provenant le plus souvent du génie logiciel et résumant un aspect du problème du mesureur novice.

L'intégration du système expert dans le génie logiciel par le choix de mots clés est encore insuffisante. Nous comptons en effet 11 mots clés provenant du génie logiciel pour 25 provenant de COSMIC-FFP.

Cette lacune n'a pas eu beaucoup de conséquences dans les différents tests car les utilisateurs avait tous reçu une petite formation sur la mesure fonctionnelle et pouvaient utiliser des mots clés provenant de COSMIC-FFP.

2.3. Améliorer la sélection des cas problèmes

La méthode de sélection des cas problèmes dans le dernier prototype de CosmicXpert est simple et peu adaptée à un grand nombre de cas problèmes. Le mot clé sélectionné par le mesureur est utilisé pour sélectionner un concept topologique associé à ce mot. Le système propose alors tous les cas problèmes associés sans tenir compte du contexte des cas problèmes.

Il sera intéressant d'ajouter un filtre sur le contexte des cas problèmes lorsque la base de connaissances aura atteint une plus grande taille. Le mesureur pourra alors utiliser plusieurs critères de sélection en plus du concept topologique associé et ainsi obtenir un cas problème mieux adapté à son problème de mesure.

3. Intégration de nouvelles recherches concernant COSMIC-FFP

Une recherche est en cours au laboratoire de recherche en gestion des logiciels de l'université du Québec à Montréal sur l'application de la méthode COSMIC-FFP à partir d'une spécification selon la notation UML [Bevo et al. 1999].

Cette recherche a pour objectif de faciliter l'étape de mise en correspondance entre l'application à mesurer et son modèle COSMIC-FFP (voir chapitre 3) lorsque les besoins des utilisateurs sont exprimés avec la notation UML (Cas d'utilisation, scénario en diagramme de séquence...).

Dans un premier temps, la recherche tente de faire des rapprochements entre les concepts UML et ceux de la méthode de mesure COSMIC-FFP. Voici une liste non exhaustive des rapprochements expérimentés :

- Cas d'utilisation et processus fonctionnel
- Scénarios et séquences de mouvements de données
- Classes et groupes de données
- ...

Dans un deuxième temps cette recherche a pour objectif d'automatiser le plus possible le processus de mesure à partir de spécifications au format UML.

Si cette recherche aboutit, deux applications à CosmicXpert peuvent être développées.

La première consiste à ajouter dans les mots clés du système expert des mots provenant de la notation UML. Ces mots clés serviront à mettre en évidence les facilités de mesure à partir de spécification UML. De nouveaux cas pour illustrer ces facilités devront être ajoutés également.

La deuxième application est plus complexe et concerne plus directement le sujet de ce mémoire. Nous avons montré que souvent la seule technique possible pour vérifier un cas était l'inspection. Nous émettons l'hypothèse que pour des études de cas modélisées en UML, les cas problèmes pourraient être générés en partie automatiquement. Cette génération assurerait que le cas problème correspond bien à l'étude de cas ; l'inspection serait alors inutile.

Pour émettre cette hypothèse, nous nous basons sur l'avènement récent de XMI (XML Meta data Interchange) un standard de l'OMG (Object Management Group).

> *« XMI est un format largement utilisé pour partager des objets en utilisant XML. [...] XMI est applicable à une large variété d'objets : analyse (UML), logiciel (Java, C++), composant (EJB, IDL, Corba Component Model), et base de données (CWM), Plus de 30 sociétés ont des implémentations de XMI »* [OMG].

XMI permet donc de représenter en XML un modèle UML complet. La plupart des outils UML proposent une exportation du modèle au format XMI.

Il serait intéressant d'étudier les possibilités de création de cas problèmes à partir de ce format.

BIBLIOGRAPHIE

Abran A., Desharnais J.-M., Oligny S., St-Pierre D. et Symons C., Measurement Manual, version 2.2 (The COSMIC implementation Guide for ISO/IEC 19761: 2003), Octobre 2002.

Abran A., Moore J. W., Bourque P., Dupuis R. et Tripp L., Guide for the Software Engineering Body of Knowledge: A project of the Engineering Coordinating Committee, Mai 2001.

Abran A., Symons C., Oligny S., An Overview of COSMIC-FFP Field Trial Results, in *the 12th European Software Control and Metrics Conference (ESCOM 2001)*, London, England, April 2-4.

Althoff K. D., Validation of case base reasoning system, in *Leipziger Informatik-Tage (LIT'97)*, Leipzig, Germany, September 25-26.

Bévo V., Lévesque G., Abran A., Application de la méthode FFP à partir d'une spécification selon la notation UML: Compte rendu des premiers essais d'application et question, in *International Workshop on Software Measurement (IWSM '99)*, Lac Supérieur, Canada, September 8-10.

Boehm B., « Verifying and validating software requirements and design specifications », *IEEE Software*, volume 1(1), 1984.

Coenen F., Verification and Validation Issues in Expert and Database Systems: The Expert Systems Perspective, in *9th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA '98)*, Vienne, Austria, August 24-28.

Desharnais J.-M., Abran A., Applying a Functional Measurement Method: Cognitive Issues, in *International Workshop on Software Measurment (IWSM'01)*, Montreal, Canada, August 28-29.

Desharnais J.-M., Abran A., Mayers A., Buglione L., Bevo V., Knowledge Modelling for the Design of a KBS in the Functional Size Measurement Domain, in *Sixth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2002)* Podere d'Ombriano, Crema, Italy, September 16-18.

Fagan M, « Advances in Software Inspections », *IEEE transaction on Software Engineering*, SE-12(7), pages 744-751, 1986.

Fenton N., Pfleeger S. L., *Software Metrics – A rigorous and practical Approach 2 ed.*, International Thomson Computer Press, Londre, 1996.

Fenton N., Software Metrics: a rigorous approach, Chapman & Hall, London, 1991.

ISO/IEC 14143-1, Information technology-- Software measurement -- Functional size measurement -- Part 1: Definition of concepts, 1998.

ISO/IEC 19761, Software engineering -- COSMIC-FFP -- A functional size measurement method, 2003.

ISO/IEC 9126-1, Software engineering -- Product quality-- Part 1: Quality model, 2001.

Jakson P., *Introduction to expert systems*, Addison-Wesley, England, 1986.

Knauf R., Gonzalez A. J. & Abel T., « A Framework for Validation of Rule-Based Systems », *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics*, volume (32)3, pages 281-295, June 2002.

Kolodner J., *Case-based reasoning*, Morgan-Kaufman, United-State, 1993.

Küssing T., Design and implementation of a diagnostic prototype prototype to support the application of a software measurement method, mémoire de fin d'étude, Georg-Simon-Ohm Fachhochschule, Nuremberg, 2002.

Luger G.F., *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving (Fourth Edition)*. Addison-Wesley, England, 2002.

Microsoft Corp., Rich Text Format (RTF) version 1.6,

http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnrtfspec/html/rtfspec.asp, (Mai 1999)(accèdé le 5 août 2003).

Mills H., Dyer M., Linger R., « Cleanroom sofware engineering », *IEEE Sofware*, Volume 4(5), pages 19-25, 1987.

Mizoguchi, R., Ikeda, M., Towards Ontology Engineering, Technical Report AI-TR-96-1, I.S.I.R., Osaka University, Japan.

Muller P. A., *Modélisation objet avec UML*, Eyrolles, France, 2000.

OMG, XML Meta data Interchange XMI, version 2.0, http://www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm, (accèdé le 5 août 2003).

Preece A., « Validation of Knowledge-Based Systems: The State-of-the-Art in North America. », *Journal of Communication and Cognition - Artificial Intelligence*, Numéro 11, pages 381-413, 1994

Preece A.., « Evaluating and Validation Methods in Knowledge Engineering », In R Roy (ed), *Micro-Level Knowledge Management*, Morgan-Kaufman, pages 123-145, 2001.

Schreiber A. T., Wienlinga B. J., Breuker J. A., *KADS: A Principled Approach to Knowledge-Based System Development*, Academic Press, London, 1993.

Tsai W., Vishnuvajjala R. & Zhang D., « Verification and Validation of Knowledge-Based Systems » , *IEEE Transactions on Knowlegde and Data Engineering*, Volume (11)1, pages 202-212, January/ February 1999.

W3C, XML Schema Part 0 : Primer, http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/, (2 mai 2001) (Accédé le 13 Août 2003).

W3C, Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition), http://www.w3.org/TR/REC-xml, (6 Octobre 2000) (Accédé le 13 Août 2003).

W3C, Extensible Stylesheet Language Version 1.0, http://www.w3.org/TR/xsl/, (15 octobre 2001) (accédé le 3 août 2003).

W3C, XHTML™ 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition), http://www.w3.org/TR/xhtml1/, (26 janvier 2000) (accédé le 3 août 2003).

Waterman D. A., *A guide to expert systems*, Addison-Wesley Reading, United-States, 1986.

ANNEXES

A. Exemples de documents de CosmicXpert
B. Charte de structuration des documents
C. Résultats du cycle 1 de vérification
D. Résultats du cycle 2 de vérification
E. Résultats du cycle 3 de vérification
F. Résultat du test avec SiteCheck
G. Curriculum Vitae des experts pour la validation de prototype 1
H. Résultats du cycle de validation
I. Exemples de fichiers XML avec leur schéma XML respectif
J. Rapports générés pour la validation du prototype 2
K. Développement des prototypes 1a et 2

ANNEXE A

Exemples de documents de CosmicXpert

Documents du prototype 1

Concept topologique

Entry

(-type)

An Entry is a data movement (sub-process) type that moves a data group from a user across the boundary into the functional process where it is required

NOTE 1 In COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulations

(e.g. validation of the entered data).

NOTE 2 A data manipulation is anything that happens to data other than a movement

Also:

Data movement

(COSMIC-FFP)
A COSMIC-FFP data movement is a component of a functional process that moves one or more data attributes belonging to a single data group.

A COSMIC-FFP data movement occurs during the execution of a functional process. There are four sub-types of a COSMIC-FFP data movement: entry, exit, read and write, each of which includes specific associated data manipulation. A COSMIC-FFP data movement type is equivalent to an ISO Base Functional Component Type (BFC Type).

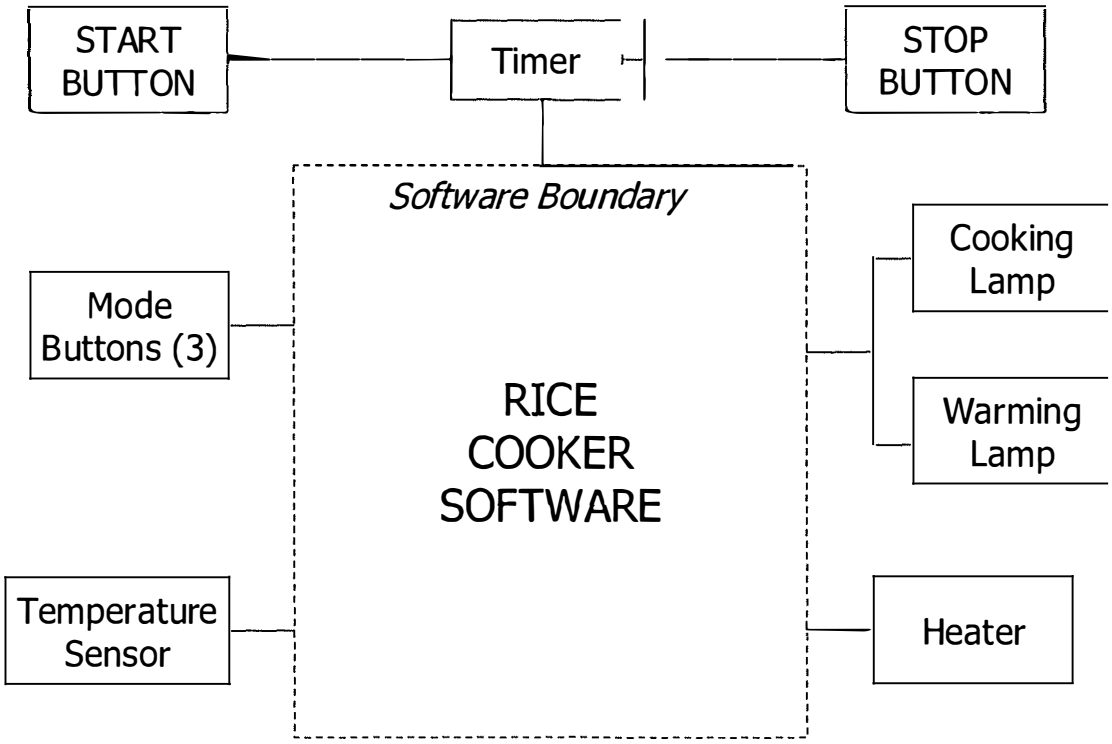
Cas problème

Entry - Mode Switch - RC

This step consists in identifying the candidate entry data movement "Mode Switch" of a Rice Cooker.
Mode Switch Pressed event: the event is created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).
The requirement use :

1 The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

Context



The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

The high-level specifications for the Rice Cooker software are:

1. The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.
2. The Rice Cooker starts cooking rice when the START button is pressed, normally after the operator selects a Mode.
3. If the START button is pressed without the operator having first selected a Mode, the Rice Cooker automatically starts cooking in normal Mode.
4. After the rice cooking is completed, the Rice Cooker automatically enters warming status (in all Modes).
5. The appropriate indicator lamps must be lit during cooking and warming to inform the operator of the Rice Cooker's status.
6. The heater must be controlled according to the 'target temperature / mode / elapsed time' data (see Figure A2). The software must determine the target temperature for a given mode at a given elapsed time.

7. The Start button enables power to all devices and starts a hardware timer device which provides the sole time reference for the whole software. The timer will issue three signals, namely the elapsed time at one second intervals since the START button was pressed, and cycle signals at 5 and 30 second intervals.
8. Every 30 seconds, a new target temperature will be set.
9. Every 5 seconds, the actual temperature will be obtained from an external temperature sensor and compared with the target temperature. The temperature difference obtained by subtracting the actual temperature from the target temperature will be used to switch the heater ON or OFF as follows: if the temperature is positive the heater will be switched ON; otherwise, it will be switched OFF.
10. The Cooking and Warming indicator lamps will be switched on or off dependent on the elapsed time since start and the selected Mode. For each Mode, there is a pre-defined elapsed time that is used as a reference to switch the indicator lamps. The Cook light shall be lit for a pre-defined elapsed time after the start of the cooking time. At all other times it shall be unlit. The Warm light shall be lit after a pre-defined elapsed time from the start of the cooking start time, and will remain lit while the Rice Cooker is powered. At all other times it shall be unlit.
11. A Stop button, pressed at any time, will cut off power to all devices and stop the timer.
12. Safety interactions between the Start and Stop buttons, the power supply and the Rice Cooker door will be controlled by hardware.

Entry

(-type)
An ENTRY (E) is a movement of the data attributes found in one data group from the user's side of the software boundary to the inside of the software boundary. An ENTRY (E) does not update the data it moves. Functionally, an ENTRY data movement (sub-process) brings data lying on the user's side of the software boundary within reach of the functional process to which it belongs. Note also that in COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulation (validation) sub-process.

Thème

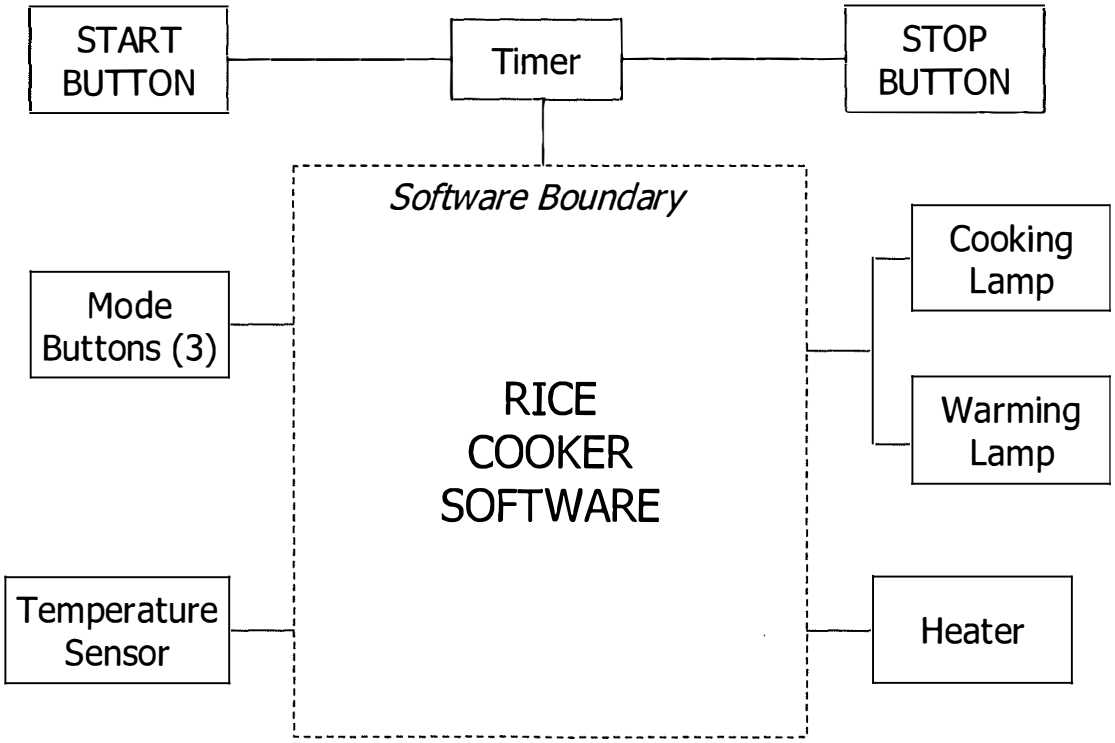
Entry - MS - Receive attributes - RC

Why this theme?

A candidate ENTRY data movement must comply with the following principles:

a) **The sub-process receives data attributes lying outside the software boundary, from the user side.**
b) The sub-process receives data from only one data group. If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY for each group.
c) The sub-process does not exit, read or write data.
d) Within the scope of the functional process where it is identified, the sub-process is unique, that is, the processing and data attributes identified are different from those of other ENTRIES included in the same functional process.

Context



The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

Rules

The following rules might be useful to confirm the status of a candidate ENTRY data movement:

a) Clock-triggered events are considered external. Therefore, an event occurring every 3 seconds is associated with an ENTRY moving one data attribute, for instance. However, if a software functional process generates the event periodically it can be ignored since it occurs, by definition, outside of the boundary of the software being measured.

b) Unless a specific functional process is necessary, obtaining the time from the system's clock is not considered as an ENTRY. For instance, when a functional process writes a time stamp, no ENTRY is identified for obtaining the system's clock value.

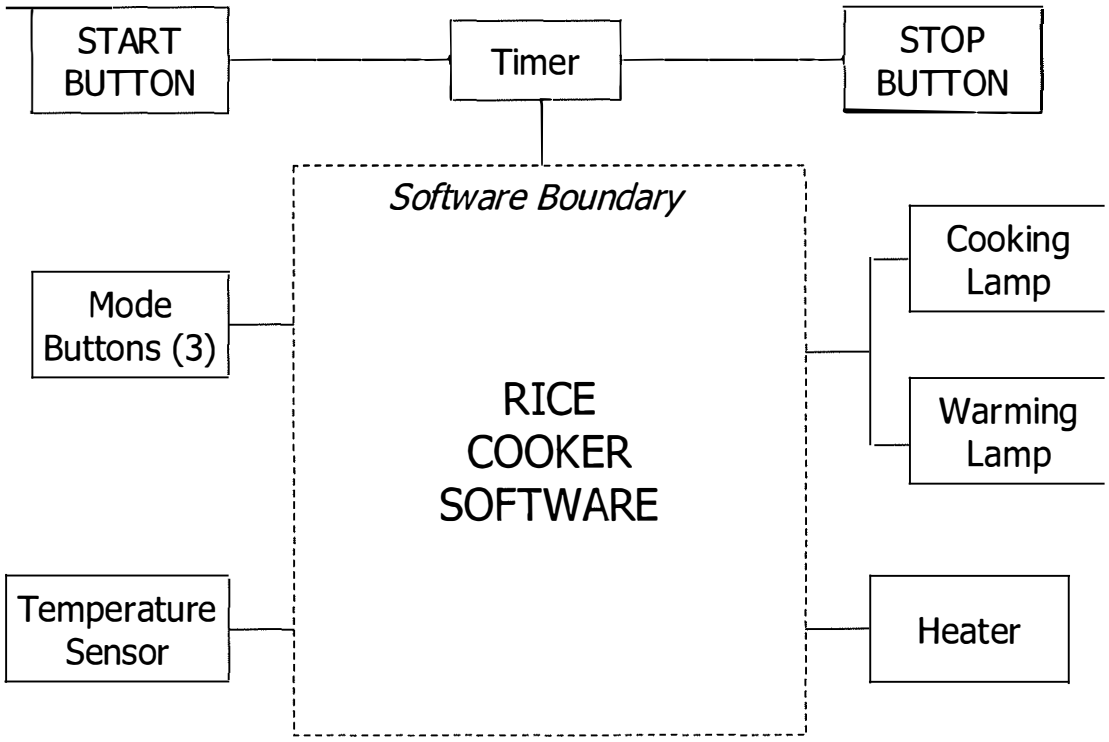
Definition of an Entry

An ENTRY (E) is a data movement (sub-process) type that moves a data group from a user across the boundary into the functional process where it is required
NOTE 1 In COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulations (e.g. validation of the entered data) – see 4.1 for details.
NOTE 2 A data manipulation is anything that happens to data other than a movement

Recommandation

Answer – Entry – Mode Switch - RC
According to your answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.
Recommendation
You did not answer positively to the question about the boundary.
Mode Switch is an ENTRY. Check if the data (Cooking Mode) come from outside the boundary of the software.
Mode Switch

Mode Switch Pressed event: the event is created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).
Context



1. The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.
Entry

An ENTRY (E) is a movement of the data attributes found in one data group from the user's side of the software boundary to the inside of the software boundary. An ENTRY (E) does not update the data it moves. Functionally, an ENTRY data movement (sub-process) brings data lying on the user's side of the software boundary within reach of the functional process to which it belongs. Note also that in COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulation (validation) sub-processes.

Documents du prototype 2

Concept topologique

TOPOLOGICAL CONCEPT

Entry

Entry

An ENTRY (E) is a data movement (sub-process) type that moves a data group from a user across the boundary into the functional process where it is required

NOTE 1 In COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulations (e.g. validation of the entered data).

NOTE 2 A data manipulation is anything that happens to data other than a movement

Also

Data Movement

A COSMIC-FFP data movement is a component of a functional process that moves one or more data attributes belonging to s single data group.

A COSMIC-FFP data movement occurs during the execution of a functional process. There are four sub-types of a COSMIC-FFP data movement: entry, exit, read and write, each of which includes specific associated data manipulation. A COSMIC-FFP data movement type is equivalent to an ISO Base Functional Component Type (BFC Type).

NOTE: The term **Data movement** is used since version 2.2 of COSMIC FFP, in earlier version the term used is **Sub-process**.

Triggering Event

A triggering event is an event that occurs outside the boundary of the measured software and initiates one or more functional processes. In a set of Functional User Requirements, each event-type which triggers a functional process is indivisible for that set of FUR.

NOTE 1: Clock and timing events can be triggering events.

NOTE 2: As far as software is concerned, an event has either happened, or it has not; it is instantaneous.

Cas problème

CASE PROBLEM

Mode Switch

This step consists in identifying the candidate entry data movement « Mode Switch » of a Rice Cooker.

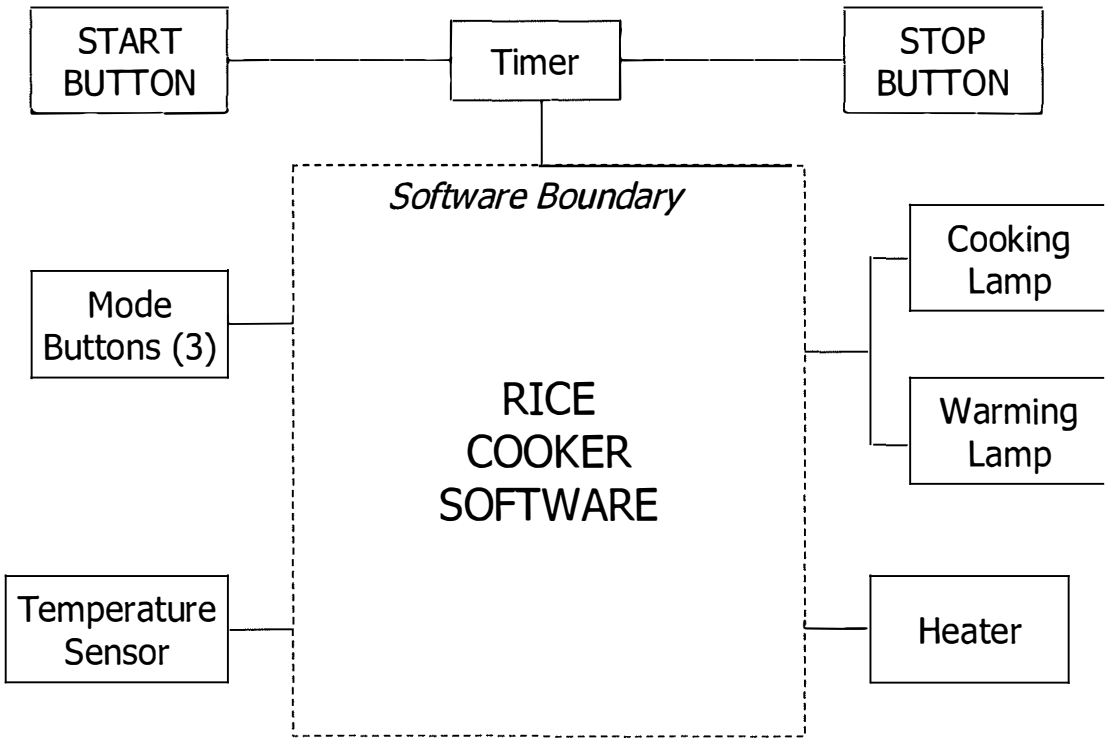
Explanation

Mode Switch Pressed event: the event is created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).

The requirement use :

1 The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

Context



The high-level specifications for the Rice Cooker software are:

1. The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

2. The Rice Cooker starts cooking rice when the START button is pressed, normally after the operator selects a Mode.

3. If the START button is pressed without the operator having first selected a Mode, the Rice Cooker automatically starts cooking in normal Mode.

4. After the rice cooking is completed, the Rice Cooker automatically enters warming status (in all Modes).

5. The appropriate indicator lamps must be lit during cooking and warming to inform the operator of the Rice Cooker's status.

6. The heater must be controlled according to the 'target temperature / mode / elapsed time' data (see Figure A2). The software must determine the target temperature for a given mode at a given elapsed time.

7. The Start button enables power to all devices and starts a hardware timer device which provides the sole time reference for the whole software. The timer will issue three signals, namely the elapsed time at one second intervals since the START button was pressed, and cycle signals at 5 and 30 second intervals.

8. Every 30 seconds, a new target temperature will be set.

9. Every 5 seconds, the actual temperature will be obtained from an external temperature sensor and compared with the target temperature. The temperature difference obtained by subtracting the actual temperature from the target temperature will be used to switch the heater ON or OFF as follows: if the temperature is positive the heater will be switched ON; otherwise, it will be switched OFF.

10. The Cooking and Warming indicator lamps will be switched on or off dependent on the elapsed time since start and the selected Mode. For each Mode, there is a pre-defined elapsed time that is used as a reference to switch the indicator lamps. The Cook light shall be lit for a pre-defined elapsed time after the start of the cooking time. At all other times it shall be unlit. The Warm light shall be lit after a pre-defined elapsed time from the start of the cooking start time, and will remain lit while the Rice Cooker is powered. At all other times it shall be unlit.

11. A Stop button, pressed at any time, will cut off power to all devices and stop the timer.

12. Safety interactions between the Start and Stop buttons, the power supply and the Rice Cooker door will be controlled by hardware.

Related definitions

Data Movement

A COSMIC-FFP data movement is a component of a functional process that moves one or more data attributes belonging to s single data group.

A COSMIC-FFP data movement occurs during the execution of a functional process. There are four sub-types of a COSMIC-FFP data movement: entry, exit, read and write, each of which includes specific associated data manipulation. A COSMIC-FFP

data movement type is equivalent to an ISO Base Functional Component Type (BFC Type).

NOTE: The term **Data movement** is used since version 2.2 of COSMIC FFP, in earlier version the term used is **Sub-process**.

Entry

An ENTRY (E) is a data movement (sub-process) type that moves a data group from a user across the boundary into the functional process where it is required

NOTE 1 In COSMIC FFP, an entry is considered to include certain associated data manipulations (e.g. validation of the entered data).

NOTE 2 A data manipulation is anything that happens to data other than a movement

Thème

RECEIVES DATA ATTRIBUTES LYING OUTSIDE THE SOFTWARE BOUNDARY

Why this theme?

A candidate ENTRY data movement must comply with the following principles:

a) The data movement receives data attributes lying outside the software boundary, from the user side.

b) The data movement receives data attributes from only one data group. If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY for each group.

c) The data movement does not exit, read or write data.

d) Within the scope of the functional process where it is identified, the data movement is unique, that is, the processing and data attributes identified are different from those of other ENTRIES included in the same functional process.

Rules

The following rules might be useful to confirm the status of a candidate ENTRY data movement:

a) Clock-triggered events are considered external. Therefore, an event occurring every 3 seconds is associated with an ENTRY moving one data attribute, for instance. However, if a software functional process generates the event periodically it can be ignored since it occurs, by definition, outside of the boundary of the software being measured.

b) Unless a specific functional process is necessary, obtaining the time from the system's clock is not considered as an ENTRY. For instance, when a functional process writes a time stamp, no ENTRY is identified for obtaining the system's clock value.

Related definitions

Boundary

A conceptual interface between the software under study and its users

NOTE:The boundary of a piece of software is the conceptual frontier between this piece and the environment in which it operates, as it is perceived externally from the perspective of its users. The boundary allows the measurer to distinguish, without ambiguity, what is included inside the measured software from what is part of the measured software's operating environment.

Data Attribute

A data attribute is the smallest parcel of information, within an identified data group, carrying a meaning from the perspective of the software's Functional User Requirements.

Context of case problem Mode Switch

This step consists in identifying the candidate entry data movement "Mode Switch" of a Rice Cooker.

Explanation

Mode Switch Pressed event: the event is created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).

The requirement use :

1 The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

Recommandation

RECOMMENDATION

According to your answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.

Suggestion

Mode Switch is an ENTRY. You did not give a positive answer about data attributes lying outside the boundary. If the data attribute is coming from inside the boundary, then it is probably a data attribute for an algorithm. Another explication is there is no data attributes because the entry is a triggering event. Then the answer about the data group should be negative also. You can look why you did not answer positively in the explanation of the theme.

The data movement receives data attributes lying outside the software boundary, from the user side.

Context of case problem " Mode Switch "

This step consists in identifying the candidate entry data movement “Mode Switch” of a Rice Cooker.

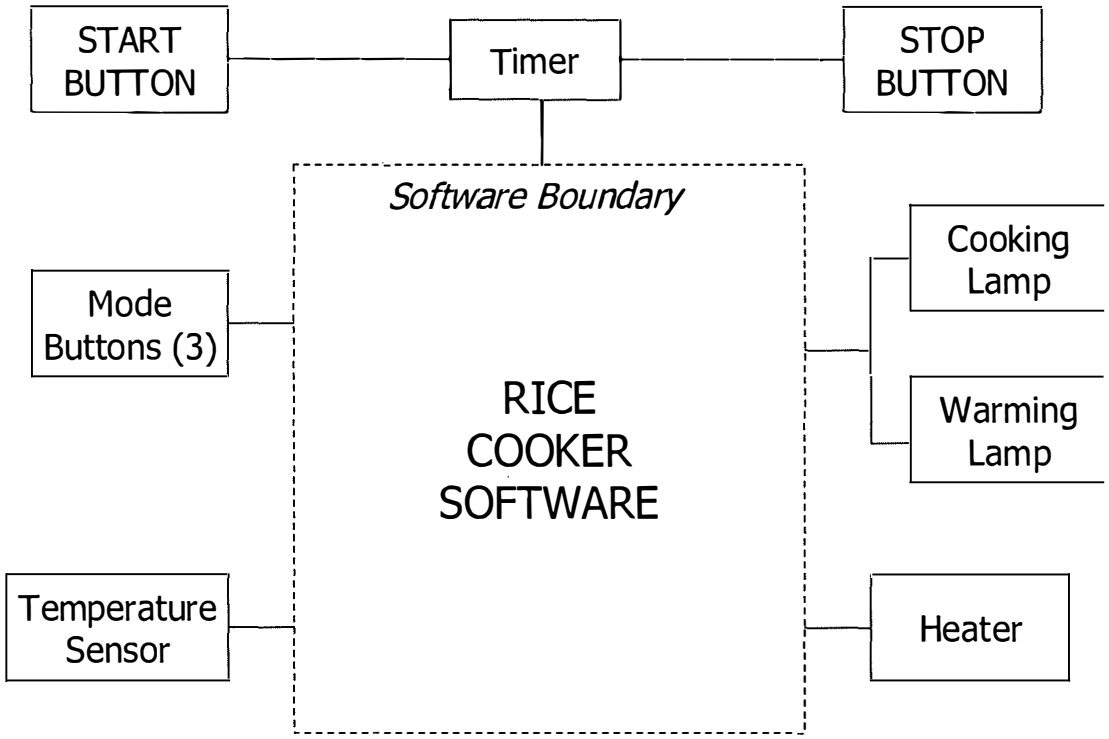
Explanation

Mode Switch Pressed event: the event is created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).

The requirement use :

1 The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

General context



The high-level specifications for the Rice Cooker software are:

1. The Rice Cooker must be able to cook rice in three Modes: fast, normal and gruel.

2. The Rice Cooker starts cooking rice when the START button is pressed, normally after the operator selects a Mode.

3. If the START button is pressed without the operator having first selected a Mode, the Rice Cooker automatically starts cooking in normal Mode.

4. After the rice cooking is completed, the Rice Cooker automatically enters warming status (in all Modes).

5. The appropriate indicator lamps must be lit during cooking and warming to inform the operator of the Rice Cooker's status.

6. The heater must be controlled according to the 'target temperature / mode / elapsed time' data (see Figure A2). The software must determine the target temperature for a given mode at a given elapsed time.

7. The Start button enables power to all devices and starts a hardware timer device which provides the sole time reference for the whole software. The timer will issue three signals, namely the elapsed time at one second intervals since the START button was pressed, and cycle signals at 5 and 30 second intervals.

8. Every 30 seconds, a new target temperature will be set.

9. Every 5 seconds, the actual temperature will be obtained from an external temperature sensor and compared with the target temperature. The temperature difference obtained by subtracting the actual temperature from the target temperature will be used to switch the heater ON or OFF as follows: if the temperature is positive the heater will be switched ON; otherwise, it will be switched OFF.

10. The Cooking and Warming indicator lamps will be switched on or off dependent on the elapsed time since start and the selected Mode. For each Mode, there is a pre-defined elapsed time that is used as a reference to switch the indicator lamps. The Cook light shall be lit for a pre-defined elapsed time after the start of the cooking time. At all other times it shall be unlit. The Warm light shall be lit after a pre-defined elapsed time from the start of the cooking start time, and will remain lit while the Rice Cooker is powered. At all other times it shall be unlit.

11. A Stop button, pressed at any time, will cut off power to all devices and stop the timer.

12. Safety interactions between the Start and Stop buttons, the power supply and the Rice Cooker door will be controlled by hardware.

Related definitions

Boundary

A conceptual interface between the software under study and its users

NOTE:The boundary of a piece of software is the conceptual frontier between this piece and the environment in which it operates, as it is perceived externally from the perspective of its users. The boundary allows the measurer to distinguish, without ambiguity, what is included inside the measured software from what is part of the measured software's operating environment.

Data Attribute

A data attribute is the smallest parcel of information, within an identified data group, carrying a meaning from the perspective of the software's Functional User Requirements.

ANNEXE B

Charte de structuration des documents

Annexe B

Charte de structuration

Structuration des documents et de leur contenu

Glossaire

Un glossaire est structuré comme suit:

- Titre (glossaire)
- Définitions de tous les mots clés (voir mot clé)

Le glossaire contient toutes les définitions des mots clés.
Ces définitions sont reprises du glossaire du Manuel COSMIC-FFP.

Rem 1 : Au point de vue programmation, nous mettrons un lien vers le glossaire pour éviter la redondance. Le glossaire n'est pas un concept propre a CosmicXpert mais simplement un moyen de regrouper tous les mots clés existants afin d'éviter les redondances inutiles

Mot clé

Un mot clé est structuré comme suit:

- Titre (nom du mot clé)
- Définition du mot clé

Le mot clé contient sa définition. Cette définition est reprise du glossaire du Manuel COSMIC-FFP.

Note 1 : Si il n'y a pas de définition dans le glossaire correspondant à ce mot clé, on doit faire une analogie avec d'autre source (Swebok) et on spécifie « *Not Defined in COSMIC-FFP* » .

La structure de mise en page respectée est celle du Manuel Comic-FFP.

Concept topologique

Un concept topologique est structuré comme :

- Titre (nom du concept topologique)
- Définition du concept topologique (définition du mot clé)
- Explication «optionnelle»
- Aussi (mots clés liés au concept topologique)
- Définitions de mots clés liés à la définition du concept topologique

La définition et l'explication du concept topologique sont reprises du glossaire du Manuel COSMIC-FFP.

Annexe B

Les définitions (1-N) liées au concept topologique (mots clés) sont reprises du glossaire du Manuel COSMIC-FFP ou d'une autre source (Swebok).

Cas problème

Un cas problème est structuré comme suit :

- Titre (nom du cas problème)
- Explication (problématique – information sur le cas)
- Contexte
- Définitions des mots clés liés au cas problème.

L'explication du cas problème contient les informations suivantes :

- La problématique contenant une explication de l'objectif de ce cas problème i.e. une brève explication de la problématique du cas problème (introduction).
- Les exigences propres à ce cas problème. Ces exigences sont extraites de la documentation du cas étudié ou dans le Manuel COSMIC-FFP pour les cas problèmes génériques.

Le contexte du cas problème contient les informations suivantes :

- Une vue globale du cas problème dans l'application étudiée suivant un concept topologique donné.
- Les exigences en générales (documentation du cas étudié).

Thème

Un thème est structuré comme suit :

- Titre (Question)
- Pourquoi ce thème?
- Contexte
- Règles « optionnelles »
- Définitions

« Pourquoi ce thème? » explique l'intérêt du thèmes en fonction des principes du Manuel COSMIC-FFP lié à un concept topologique.

Le contexte du thème contient les informations suivantes :

- L'explication du cas problème

Les règles du thème sont optionnelles. Ce sont les règles de la méthode COSMIC-FFP qui sont appliquée par l'intermédiaire du thème. Elles sont reprises du Manuel COSMIC-FFP.

Les définitions permettent la compréhension du thème et doivent provenir du glossaire de CosmicXpert.

Annexe B

Recommandation

Une recommandation est structuré comme :

- Réponse (suivant lesfaits choisis dans CosmicXpert)
- Recommandation (véritable réponse – suggestion)
- Explication
- Contexte
- Définitions

La réponse contient l'information suivante :

- Quelle est la solution trouvée en ayant répondu aux différents thèmes proposés?

La recommandation contient les informations suivantes :

- La véritable réponse (si on se trouve dans un cas étudié) ou une réponse suivant les réponses des questions pour un cas générique.
- Des informations d'aide sur :
  - L'erreur effectuée
  - Information sur le thème
  - Comment peut on la résoudre? I.e. comment aller chercher l'information nécessaire pour répondre au thème erroné.

L'explication et le contexte sont identiques à l'explication et le contexte du cas problème.

Les définitions nécessaires pour la recommandation, i.e. des mots clés que l'on retrouve dans le glossaire du Manuel COSMIC-FFP.

Nomenclature des titres dans les documents

Concept

Titres des définitions: nom du concept «**Functional process**»

Mot clé

Le titre : Nom du mot clé « **Data Group** »

Concept topologique

Titre (nom du concept topologique) « **Data Group - MIS**» ou idem que mot clé

Annexe B

Cas problème

Titre (nom du cas problème) concept topologique – nom du cp - cas
«Functional process -Valve Control System - Valve»

Theme

Titre (Concept topologique – Cas problème – nom du thème – cas)
«Functional process - Valve Control System - Identification of I/O device – Valve»

Recommendation

Answer (Answer – Concept topologique - nom du cas problème – cas)
« Answer - Functional process - Valve Control System - Valve »

Comment nommer les fichiers xml?

Remarque :

- Ne pas laisser d'espace blanc dans les titres
- Utiliser les abréviations se trouvant ci-dessous

Tableau d'abréviation des concept topologique

Nom du concept	abréviation
Boundary	B
Data Group	DG
Data Movement	DM
Entry	E
Exit	X
Functional Process	FP
Read	R
Triggering Event	TE
User	U
Write	W

Les suffixes _MIS et _RT peuvent être ajoutés pour determine des concepts proper aux applications de gestion (MIS) ou en temps réel (RT).

Attention!
Ces abréviations peuvent uniquement être utilisées par facilité dans la nomination des fichiers et pas dans le contenu des fichiers.

Annexe B

Tableau d'abréviation des cas étudiés

Nom du cas étudié	Abréviation
Data Warehouse	W
Report Generator	RG
Rice Cooker	RC
Valve Control	V
Cas Générique	G

Concept

Nom complet du concept de CosmicXpert.xml
«mot clé.xml»

Mot clé

ek_ nom complet du mot clé.xml **«ek_Data_Group.xml»**

Concept topologique

etc_abréviation du concept topologique **«etc_DG_MIS.xml»**

Cas problème

ecp_abréviation du concept topologique_nom du cas problème_abréviation du cas
«ecp_DG_customer_entity_W.xml»

Theme

th_abréviation du concept topologique_nom du cas problème_nom de la question_abréviation du cas
«eth_DG_customer_entity_identification_of_attribute_W.xml»

Recommendation

rec_nom du concept topologique_nom du cas problème_nom de la recommandation_abréviation du cas
«er_DG_customer_entity_identify_W.xml»

Pour les recommandations, on devra essayer de garder les titres comme suit :

- identify pour les recommandations positives
- not_identify pour les recommandations négatives
- verify_1 pour les recommandations avec un thème négatif.
- verify_2 ...

Comment nommer les images et comment les liées dans le fichier XML?

!! On doit lier les images avec des liens relatifs i.e. lorsque l'on lie le fichier xml avec l'image, on doit mettre uniquement le nom du dossier dans lequel il se trouve ./Images/nom de l'image (utiliser « .. » pour monter d'un répertoire vers la racine par rapport à l'emplacement du fichier).
Pour plus d'information voir les exemples.

Remarque :

- Ne pas laisser d'espace blanc dans les titres (les remplacer par « _)
- Le numéro de l'image se trouvant avant l'extension gif est le numéro de l'emplacement de l'image dans le fichier XML i.e. la première image a partir du dessus du document prendra toujours le numéro 1 et ainsi de suite.

Concept

Nom complet du concept de CosmicXpert_numéro de l'image.gif
«**mot clé_1.gif**»

Mot clé

nom complet du mot clé_ numéro de l'image.gif
«**Data_Group_1.gif**»

Concept topologique

etc_abréviation du concept topologique_ numéro de l'image.gif
«**etc_DG_MIS_1.gif**»

Cas problème

ecp_abréviation du concept topologique_nom du cas problème_abréviation du cas_ numéro de l'image «**ecp_DG_customer_entity_W_1.xml**»

Annexe B

Theme

th_abréviation du concept topologique_nom du cas problème_nom de la question_abréviation du cas_ numéro de l'image
«eth_DG_customer_entity_identification_of_attribute_W_1.gif»

Recommendation

rec_nom du concept topologique_nom du cas problème_nom de la recommandation_abréviation du cas_ numéro de l'image
«er_DG_customer_entity_identify_W_1.gif»

Comment nommer les fichier Xsd et comment les liées dans le fichier XML?

!! On doit lier les fichier xsd avec des liens relatifs i.e. losrque l'on lie le fichier xml avec le fichier xsd, on doit mettre uniquement le nom du dossier dans lequel il se trouve ./Xsd/nom de du fichier.
Pour plus d'information voir les exemples.

Remarque :

- Ne pas laisser d'espace blanc dans les titres

Les fichiers XSD existant dans le répertoire Xsd sont :

- Concept.xsd
- mot clé.xsd
- tc.xsd
- cp.xsd
- TH.xsd
- rec.xsd

Le premier élement du fichier XML doit contenir le lien vers le schéma. Liaison se fait en ajoutant les attributs suivants :

- xmlns:xsi=http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
- xsi:noNamespaceSchemaLocation="../xsd/le_fichier.xsd"

Comment nommer les fichier Xslt et comment les liées dans le fichier XML?

!! On doit lier les fichier xslt avec des liens relatifs i.e. losrque l'on lie le fichier xml avec le fichier xslt, on doit mettre uniquement le nom du dossier dans lequel il se trouve ./Xslt/nom de du fichier (utiliser ... pour monter d'un répertoire vers la racine)
Pour plus d'information voir les exemples.

Annexe B

Remarque :

- Ne pas laisser d'espace blanc dans les titres

Les fichiers Xslt utilisés pour la transformation du fichier XML en XSL se trouvent dans le répertoire Xslt. Les fichiers existant sont :

- Concept.xslt
- mot clé.xslt
- tc.xslt
- cp.xslt
- theme.xslt
- rec.xslt

La ligne : « <?xml-stylesheet type="text/xsl" href="../xsl/le_fichier.xslt"?> » doit être présente au début du fichier pour le lier avec son transformateur.

Comment stocker les fichiers XML - GIF – XSD – XSLT dans les dossiers?

Rem : les nom se trouvant entre « » sont les noms des dossiers.

Un dossier «*reference*» contiendra toutes les références de la base de connaissance comme :

- «Xslt» contient tous les fichiers xslt utilisés pour l'affichage des fichiers xml.
- «Xsd» contient tous les fichiers xsd utilisés pour valider les fichiers Xml.
- «*C*» contient tous les concept propre à CosmicXpert.
- «*Kw*» contient tous les mots clés
- «*Tc*» contient tous les Concept topologique
- «*Cp*» contient tous les Cas problème
- «*Th*» contient tous les thèmes
- «*Rec*» contient toutes les recommandations
- «*Cs*» contient toutes les documentations des cas étudiés

Le dossier des cas problèmes comporte les dossiers de tous les cas étudiés :

- un dossier «*G*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des cas problèmes (voir comment nommer les images)
  - les fichiers xml des cas problèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rc*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des cas problèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des cas problèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*W*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des cas problèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des cas problèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*V*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des cas problèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des cas problèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rg*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des cas problèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des cas problèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

Le dossier des thèmes comporte les dossiers de tous les cas étudiés :

- un dossier «*G*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des thèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des thèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rc*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des thèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des thèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*W*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des thèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des thèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*V*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des thèmes (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des thèmes correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rg*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des thèmes (voir comment nommer les images?)

- les fichiers xml des thèmes correspondant au cas étudié
  (voir comment nommer les fichiers xml)

Le dossier des recommandations comporte les dossiers de tous les cas étudiés :

- un dossier «*G*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des recommandations (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des recommandations correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rc*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des recommandations (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des recommandations correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichier xml)

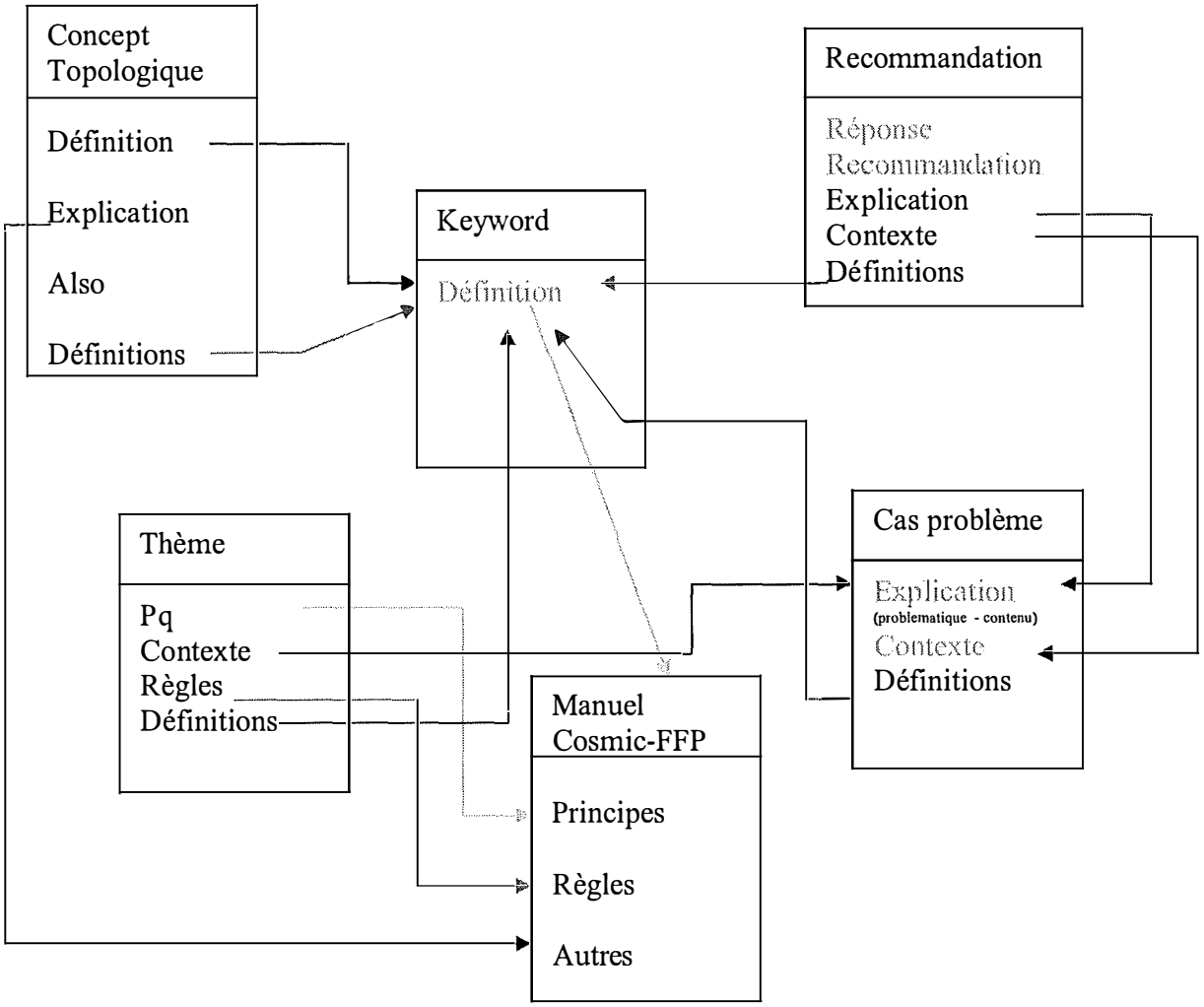
- un dossier «*W*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des recommandations (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des recommandations correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*V*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des recommandations (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des recommandations correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

- un dossier «*Rg*» comportant :
  - un dossier «*Images*» comprenant toutes les images se trouvant dans les références des recommandations (voir comment nommer les images?)
  - les fichiers xml des recommandations correspondant au cas étudié (voir comment nommer les fichiers xml)

Annexe B

Schéma des liens entre les différents concepts de CosmicXpert et de COSMIC-FFP



ANNEXE C

Résultats du cycle 1 de vérification

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Boundary	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Entry	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Exit	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Triggering Event	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
User	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Read	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Write	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Data group RT	mot clé supprimé	3	Complétude	mot clé isolé , relié à aucun CT
Report Generator	mot clé supprimé	3	Complétude	mot clé isolé , relié à aucun CT
API	mot clé supprimé	3	Cohérence	Incohérence du concept
Rice Cooker	mot clé supprimé	3	Complétude	mot clé isolé , relié à aucun CT
Polling	mot clé supprimé	3	Complétude	mot clé isolé , relié à aucun CT
Data Group	modifié	4	Complétude	Nouveau lien vers DG RT et DG MIS
Data Movement	modifié	4	Complétude	Nouveau lien vers Entry, Exit, Read, Write
Buisness Software	new	3	Complétude	Lié avec DG MIS , FP MIS
Real Time Software	new	3	Complétude	Lié avec DG RT, FP RT
User	Faute de syntaxe	1	Syntaxe	correction des fautes
Write	Mots clés identiques	5	Redondance	Suppression des redondances

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Data Group	nouveau CT	3	Complétude	Ajout de CT
Fonctional Process	nouveau CT	3	Complétude	On ajoute un nouveau CT (nouveau CP How to identify a FP)
Data Group MIS	nouveau CT	3	Cohérence	Incohérence d'avoir data group RT et pas MIS
Data Group RT	explication modifiée	4	Cohérence	L'explication contenait des informations sur MIS ??? (contradiction)
Boundary	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Entry	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Exit	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Triggering Event	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
User	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Read	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
Write	définition modifiée	4	Cohérence	màj définitions suivant la norme Cosmic-FFP et mise à jour en cascade pour tous les concepts utilisants ces définitions modifiées.
User	erreurs de syntaxe	1	Syntaxe	Corrections des fautes
Write	Concept topologique en double	5	Redondance	Suppression d'un Concept topologique
API	Concept topologique Ï COSMIC-FFP	4	Cohérence	Suppression d'un Concept topologique
???	Concept topologique Ï COSMIC-FFP	4	Cohérence	Suppression d'un Concept topologique
???	Concept topologique Ï COSMIC-FFP	4	Cohérence	Suppression d'un Concept topologique
???	Concept topologique Ï COSMIC-FFP	4	Cohérence	Suppression d'un Concept topologique

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
API	Concept ambigü	4	Cohérence	Suppression du Cas problème
	Manque d'information, base de connaissance incomplète	3	Complétude	Ajout de 44 nouveaux Cas (cas d'étude RG, DW, RC, ,,,)
Generate a Layer	Changement de contexte	2	Cohérence	Suppression du Cas problème
End User Layer	Changement de contexte	2	Cohérence	Suppression du Cas problème
Layer	Nouveau cas générique	3	Complétude - Cohérence	Ajout du cas problème
Write Cooking Mode-RC	pb de définition	3	Cohérence	correction de la définition
Read Target Temperature	pb de définition	3	Cohérence	correction de la définition
Boundary RG	cas problème absent	4	Complétude	Ajout du cas problème
Characteristics of a Triggering Event	Uniformisation du cas problème	5	Structuration	Fichier mal structuré définition absente,
	Uniformisation des cas problème (18)	2	Structuration	modification de la définition - Contexte - ,,,
	Problème en cascade des Concepts topologiques et des mots clés	4	Cohérence	modification des définitions (22)
How to identify a DG	nouveau cas	3	Complétude	Permet d'identifier un DG d'une façon générique
How to identify a Boundary	nouveau cas	3	Complétude	Permet d'identifier un B d'une façon générique
How to identify a FP	nouveau cas	3	Complétude	Permet d'identifier un FP d'une façon générique
How to identify a L	nouveau cas	3	Complétude	Permet d'identifier un L d'une façon générique
How to identify a User	nouveau cas	3	Complétude	Permet d'identifier un User d'une façon générique
How to identify a DG (YNY)	problème d'image	1	Présentation	corriger le format de l'image
User	erreurs de syntaxe	1	Syntaxe	Corrections des fautes
Write (5)	erreurs de syntaxe	1	Syntaxe	Corrections des fautes

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
Parameters Materialisation of attribute RG	"why this thème" absent	5	Structuration	termes indéfinis
	Contexte mal adapté	3	Cohérence	
Parameters Identification of attribute RG	"why this thème" absent	5	Structuration	termes indéfinis
	Contexte mal adapté	3	Cohérence	
Parameters Code table	Thème inutiles	5	Cohérence	Suppression des thèmes (8)
	Suppression en cascade des thèmes liés aux cas problèmes supprimés	4	Complétude	Suppression des thèmes (9)
	Nouveaux thèmes liés aux cas problèmes ajoutés	3	Complétude	Ajout de nouveaux thèmes (144)
Generate a report	fichier incohérent par rapport à certains principes de COSMIC-FFP	5	Cohérence	Correction en se référant aux différents principes de COSMIC-FFP
List of parameters	fichier incohérent par rapport à certains principes de COSMIC-FFP	5	Cohérence	Correction en se référant aux différents principes de COSMIC-FFP
How to identify a write	Principe modifiés	4	Complétude	nouveaux principes
How to identify a exit	Principe modifiés	4	Complétude	nouveaux principes
How to identifya read	Principe modifiés	4	Complétude	nouveaux principes
User	Modifications de tous les thèmes (3)	4	Cohérence	raffinement des thèmes en se référant aux différents principes de COSMIC-FFP
	Problèmes d'interprétation des thèmes	4	Cohérence	raffinement des thèmes (15) en se référant aux différents principes de COSMIC-FFP
B Warehouse (Ident I/O)	Problème d'image	1	Présentation	Ajuster l'image
	Erreur de syntaxe	1	Syntaxe	Correction des fautes orthographes, grammaires, ,,, dans 64 thèmes
	Problème d'uniformisation (contenu - pourcentage)	2	Présentation	Mise en pages des différents thèmes (72) d'une manière uniforme

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
Toutes les recommandations API (5)	Erreurs en cascade liés aux cas problèmes supprimés	4	Complétude	enlever le cas API
	Erreurs en cascade liés aux cas problèmes supprimés	4	Cohérence	Supprimer toutes les recommandations (8)
Parameters Code table	recommandation inaproprié	4	cohérence	Supprimer la recommandation (3) et modification des 9 autres
Generate a report not identify	fichier absent	5	Complétude	Créer le fichier
Generate a report identify	fichier absent	5	Complétude	Créer le fichier
	Nouvelles recommandations liés aux nouveaux cas	3	Complétude	ajout de nouvelles recommandations (197)
List of parameters not identify	recommandation erronée	4	Cohérence	corriger de la recommandation
	Pb de compréhension	4	Cohérence	raffiner les différentes recommandations "39" (modifier - ajouter)
How to identify a write	Principe modifiés	4	Complétude	nouvelles recommandations liés au nouveaux principes (2)
How to identify a exit	Principe modifiés	4	Complétude	nouvelles recommandations liés au nouveaux principes (2)
How to identifya read	Principe modifiés	4	Complétude	nouvelles recommandations liés au nouveaux principes (2)
triggering Event User press a switch	Ajouter des recommandations	4	Complétude	il doit y avoir plus que deux possibilités (2)
Clock cycle signal	Ajouter des recommandations	4	Complétude	il doit y avoir plus que deux possibilités (2)
Cooking Mode (YYN)	Modifier recommandation	4	Complétude	être plus spécifique (3)
Erev-Valve	Modifier recommandation	4	Complétude	être plus spécifique (3)
X second clock signal	Modifier recommandation	4	Complétude	être plus spécifique (3)
How to identify a user (YYN)	Réponse incorrecte	4	cohérence	Corriger la réponse
Boundary Valve Control (YNY)	problème d'image	1	Présentation	ajuster l'image
Boundary RG (NYY)	problème d'image	1	Présentation	ajuster l'image
B Warehouse (Object of Interest)	problème d'image	1	Présentation	ajuster l'image
Customer Entity (YNY)	problème d'image	1	Présentation	ajuster l'image
	Problème de syntaxe	1	Syntaxe	Correction des erreurs d'orthographe - grammaire (68)
How to identify a user	référence web	2	Présentation	permettre des références web

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
Fichiers avec images (200)	duplication d'images redondantes	1	Redondance	Erreur générale pour supprimer la redondance des images. Erreur propagées au différents concepts (CP, TH, CT, REC, KW)

ANNEXE D

Résultats du cycle 2 de vérification

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
charte de structuration	La Syntaxe du mot clé et de l'exemple fourni sont différentes.	4	Charte	On utilise les noms comme suit: ek_mot1_mot2.xml et non ek_Mot1_Mot2.xml. Nous nous basons sur les exemples qui venaient avec les fichiers du repertoire Reference\Kw
Majorité des cas lors de la transformation (19)	Erreur de transformation (tag inconnu)	1	Syntaxe	Supprimer
ek_business	Commentaire "Not defined in Cosmic-FFP" se trouve dans le titre.	3	Structure	Ce commentaire a été remplacé par un paragraphe à la fin du fichier: NOTE: Business Software is Not defined in Cosmic-FFP
ek_error_messages	Nomenclature du titre: Error messages et non Error Messsages.	2	Nomenclature	
ek_exit	Présentation: un 2pts a été ajouté après le mot NOTE afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers.	1	Présentation	
ek_functional_process	Nomenclature du titre: Functional process au lieu de Functional Process.	2	Nomenclature	
ek_layer	Présentation: guillets ne sont pas compatibles avec l'encodage Western.	1	Syntaxe	Ils ont donc été tous remplacé par l'expression "devant et après les mots client (2 X) et peer-to-peer
ek_process_actors	Nomenclature du titre: Process actors au lieu de Process Actors.	2	Nomenclature	
ek_ process_models	Nomenclature du titre: Process models au lieu de Process Models.	2	Nomenclature	
ek_ process_models	Présentation des tirets.	1	Syntaxe	rajouter les commandes <u> </u> pour la liste d'enum
ek_real_time_software	Charte: (Nom fichier) il n'y a rien dans les règles concernant les mots composés d'un tiret.	4	Charte	remplacement des tirets par _
ek_real_time_software	Commentaire "Not defined in Cosmic" se trouve dans le titre.	3	Structure	ce commentaire a été remplacé par un paragraphe a la fin du fichier et en plus, on a ajouté un suffixe -FFP après le mot Cosmic pour avoir Cosmic-FFP
ek_scope_of_the_requirements	il n'y a rien dans les règles pour nommer le titre composés de mots, d'article et de préposition.	4	Charte	Majuscule uniquement pour les noms
ek_sub_process	Nomenclature titre: Sub-process (-type) + nom fichier nom conforme.	2	Nomenclature	j'ai enlevé la partie entre parathèse du nom, mis une maj a process=>Sub-Process. Le tiret a ete remplacé par un _ pour le nom de fichier
ek_triggering_event	Présentation: manque d'espace entre mot event et (-type) dans le texte.	1	Présentation	ai supprimé les (). On a donc event-type. Je me suis basée sur le contenu du fichier etc_Triggering event.html

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
ek_triggering_event	Nomenclature du titre: Triggering event et non Triggering Event.	2	Nomenclature	
ek_triggering_event	Présentation: un 2pts a été ajouté après les mots NOTE1 et NOTE2 afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers.	1	Présentation	

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
etc_B	Présentation: un 2pts a été ajouté après le mot NOTE afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers	1	Présentation	
etc_B	Présentation: des espaces ont été ajouté après le mot NOTE2: afin de mettre a niveau les notes.	1	Présentation	
etc_B	Contradiction: la définition du mot clé *scope of the requirements* a été prise du Swebok selon le fichier html. Toutefois, lorsqu'on fait XSL transformation, on voit apparaître COSMIC-FFP 2.2 à la fin de la section. Il faudrait donc enlever cette référence à COSMIC. Dans la vue "browser", on ne voit pas COSMIC.	4	Charte	Besoin d'une liste de tous les mots appartenant à Cosmic-FFP, ne doit on pas différencier les définitions provenant de Swebok et Cosmic-FFP?
etc_DG_RT	Charte de structuration. Il n'y a pas de règles pour nommer fichier Real Time	4	Charte	Abreviation RT pour Real Time rajoutée
etc_DG_RT	Nomenclature du titre: Data group - Real Time au lieu de Data Group - Real Time	2	Nomenclature	
etc_DG_RT	Présentation: incompatibilité des guillets avec font western.	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après les mots client (2 X) et peer-to-peer
etc_DG_RT	Présentation: apostrophe devant mot *the object* ds 2e partie de la section explication	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "
etc_DG_RT	Présentation: présence de tirets pour les énumérations	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après les mots
etc_DG_RT	Nomenclature du titre: Data attribute au lieu de Data Attribute	2	Nomenclature	
etc_DG_RT	Nomenclature du titre: Object of interest au lieu de Object of Interest	2	Nomenclature	
etc_DG_RT	Nomenclature du titre: nom mal écrit: Persistence (of a data group):	2	Nomenclature	
etc_DG	Contenu: titre ne correspond ni au nom du fichier ni à la déf.	5	Structure-Cohérence	on a Data group real time au lieu de Data Group
etc_DG	Contenu: il y a un point après le titre de l'explication APPLICATION TO MIS-TYPE SOFTWARE	1	Présentation	point enlevé

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
etc_DG	Contenu: il y a un point après le titre de l'explication APPLICATION TO REAL-TIME SOFTWARE	1	Présentation	point enlevé
etc_DG	Présentation: présence de tirets pour les énumérations	1	Syntaxe	les remplacé par les commandes <u> </u>
etc_DG	Nomenclature du titre: Data attribute au lieu de Data Attribute	2	Nomenclature	
etc_DG	Nomenclature du titre: Object of interest au lieu de Object of Interest	2	Nomenclature	
etc_DG	Commentaire général: répétition du texte pour la section real time du fichier etc_DG_RT			
etc_DG	Contenu: présence de 2 explications: APPLICATION TO MIS-TYPE SOFTWARE, APPLICATION TO REAL-TIME SOFTWARE	4	Structure	Correction des schémas XML
etc_DG	Présentation: incompatibilité des guillets avec font western.	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après le mot flat files
etc_DG	Contenu: apostrophe utilisé pour encadrer mots *employe* et *order*	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après les mots employe, order
etc_DM	Contenu: titre ne correspond ni au nom du fichier ni à la déf.	5	Structure-Cohérence	on a Sub-process (-type) au lieu de Data Movement
etc_DM	Nomenclature: du keyword Sub-process dans section also	2	Nomenclature	remplacé par Sub-Process
etc_DM	Présentation: incompatibilité des guillets avec font western.	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après les mots
etc_E	Contenu: le paragraphe (COSMIC-FFP) , car redondant avec texte	3	Redondance	enlever le paragraphe
etc_E	Présentation: un 2pts a été ajouté après les mots NOTE1 et NOTE2 afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers	1	Présentation	
etc_E	Nomenclature: Data movement au lieu de Data Movement	2	Nomenclature	
etc_E	Commentaire général: répétition du texte pour la section data movement avec texte fichier du etc_X	2	Redondance	
etc_X	Contenu: le paragraphe (COSMIC-FFP) , car redondant avec texte	3	Redondance	enlever le paragraphe

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
etc_X	Nomenclature: Data movement au lieu de Data Movement	2	Nomenclature	
etc_X	Commentaire général: répétition du texte pour la section data movement avec texte fichier du etc_E	2	Redondance	
etc_FP	Nomenclature: Functional process au lieu de Functional Process	2	Nomenclature	
etc_FP	Nomenclature: keyword Object of interest (-type) mal écrit	2	Nomenclature	remplacé par Object of Interest
etc_FP	Nomenclature: keyword *Triggering event* mal écrit	2	Nomenclature	remplacé par Triggering Event
etc_FP	Présentation: un 2pts a été ajouté après les mots NOTE1 et NOTE2 afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers	1	Présentation	
etc_FP	Nomenclature: Process actors au lieu de Process Actors	2	Nomenclature	
etc_FP	Uniformité des définitions	1	Présentation	il faudrait peut être enlever le par. Suivant (-type) (Synonym 'Transaction-type') du fichier xml
etc_L	Nomenclature: le 2e mot de Functional partitioning n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Nomenclature: le 2e mot de Level of abstraction n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Nomenclature: le 2e mot de Multi-layer n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Nomenclature: le 2e mot de Client layer n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Nomenclature: le 2e mot de Subordonate layer r n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Nomenclature: le 3e mot de Peer-to-peer n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_L	Charte de structuration. Il n'y a pas de règles pour nommer fichier Layer	4	Charte	
	Contenu: Présence de liens http:// non accepter par le schéma xml	5	Structure	Modification du schéma xml
etc_R	Nomenclature: le 2e mot de Data movement n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
etc_R	Commentaire général: répétition du texte pour la section data movement avec texte du fichier etc_DM	2	Redondance	
etc_TE	Nomenclature: le 2e mot de Trigg.. event n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_TE	Commentaire général: il y avait de legeres différences entre le contenu du par. Du keyword Trigg… et celui du fichier ek_trig….html			ai remplacé le par. Par celui du fichier ek_trigg….html
etc_TE	Nomenclature: Functional process au lieu de Functional Process	2	Nomenclature	
etc_TE	Contenu: apostrophe utilisé pour encadrer mots *actor*	1	Syntaxe	les remplacé par l'expression "devant et après le mot
etc_TE	Commentaire: (-type) (Synonym 'Transaction-type') est à supprimer	1	Présentation	c'est cette section qui fait la différence entre fichier ek_funct.._process.xml. Si l'on veut un jour enlever les redondances, on aura plus de misère
etc_SU	Nomenclature: le 2e mot de Soft. users n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_SU	Nomenclature: le 2e mot de User def n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_SU	Présentation: un 2pts a ete ajouté après les mots NOTE1 et NOTE2 afin d'uniformiser cette section avec les autres fichiers	1	Présentation	
etc_SU	Nomenclature: le 2e mot de Engineered devices n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_SU	Contenu: Présence de liens http:// qui est absent dans les tags html que nous pouvons utiliser	5	Structure	Modification du schéma xml
etc_W	Présentation: incompatibilité des guillets avec font western.	1	Syntaxe	les remplacés par l'expression "devant et après le mot flat files
etc_W	Nomenclature: du mot clé le 2e mot de Data movement n'est pas en majuscule	2	Nomenclature	
etc_W	Commentaire général: répétition du texte pour la section data movement avec texte du fichier etc_R	2	Redondance	remplacé par le texte etc_R qui contenait déjà les corrections

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
52 redondances dans treize fichiers	Redondance interne	3	Redondance	rechercher une solution afin d'éliminer la redondance

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Fichiers avec images (60)	charte: règle pas claire pour nommer titre du cas	2	Charte	Le 2e mot diff de prépos ou article est mis en maj
58 fichiers (30W,10V, 1RG, 15RC, 2G)	image: ajouter " " pour les attributs width, height, ...	1	Syntaxe	Ajout des ""
58 fichiers (30W,10V, 1RG, 15RC, 2G)	Erreur de fermeture des tags des images	1	Syntaxe	Fermeture des tags
Majorité des cas lors de la transformation (61)	Erreur de transformation (tag inconnu)	1	Syntaxe	Supprimer
ecp_FP_add_customer_W	Uniformisation des définitions	2	Présentation	Commentaire: a mon avis, il faudrait enlever le par. Suivant (-type) (Synonym 'Transaction-type') du fichier xml
ecp_TE_user_press_a_switch_RC.xml	Mauvais nom TE idem que triggering event			
ecp_DG_ellapsed_time_RC.xml	elapsed time avec un seul l	1	Nomenclature	
Tous les cas problèmes relatif au concept topologique Funcitonal Process (24 fichiers)	Nomenclature: Functional process au lieu de Functional Process	1	Nomenclature	
ecp_L_how_to_identify_a_layer_G	le lien vers le concept topologique "layer" ne fonctionne pas	1	Syntaxe	Erreur dans le lnom de fichier du lien
ecp_Software users.htm	fait reference a un topo concept User qui n'existe pas. Pas clair les mots faisant partie de la section context ou de keyword. Semble ne pas avoir de content	4	Structure	nomination et contenu incohérent, mal structuré
ecp_Software users.htm	Lien http:// ...	5	Structure	transformation du schéma xml
ecp_X_set_heater_on-off_RC	nom du titre ! Du nom de fichier car il y a un / dans le nom du titre	4	Charte	le / a ete remplace par un -
82 redondances	Redondance interne (paragraphe)	3	Redondance	rechercher une solution afin d'éliminer la redondance

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
eth_user.htm	le fichier textHTML.xsd ne supporte pas le mot cle . Donc, le texte 10th Edition generait une erreur	3	Structure	le texte est devenu 10th Edition (ai supprime les tags
eth_user.htm	faute de frappe dans name: on a *mar*e au lieu de *mor*e	1	Syntaxe	
52 fichiers	faute de frappe	1	Syntaxe	
eth_user.htm	cp=How to identify a user n'existe pas	2	Nomenclature des titres	il faudrait renommer le fichier eth_SU_NOM_CP_INCONNU_type_of_user_G.xml et mettre a jour le lien du cp dans le fichier lorsque cp connu
eth_user trigger initiates one or more functional processes- w	le tc=TE, le cp=FP est-ce normal?	2	Erreur de transformation	Erreur de transformation du cp pour le user.
eth_TE_user_trigger_instantaneous_W.xml	le tc=TE, le cp=FP est-ce normal?	2	Erreur de transformation	Erreur de transformation du cp pour le user.
eth_Write attributes from CC Store Item Data - W.htm	le nom du cp Store Customer Data n'existe pas.	2	Nomenclature des titres	le fichier ecp_Write Change Customer Store Modified Data - W.htm ou le fic. ecp_W_change_customer_store_customer_data_W.xml qui contiennent cette info (nom cp du fichier html). Il faudrait egalement corriger les noms des fichiers xml et .gif lorsque le probleme sera resolu du fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_belong_to_one_data_W.xml Il faut aussi modifier le lien vers le fichier image du fichier xml
eth_Write attributes from CC Store Modified Data - W.htm	cp=Store Customer Data inconnu	2	Nomenclature des titres	e nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU2_belong_to_one_data_W.xml. Il faut egalement changer le nom de la figure eth_W_NOM_CP_INCONNU2_belong_to_one_data_W_1.gif
eth_Write attributes from CC Store Modified Data - W.htm	ce fichier contient les memes cp, tc,cs que le eth_Write attributes from CC Store Item Data - W.htm	5	Redondance	a revoir les 2 fichiers
eth_Write unique.htm	nom du cp pas bon. Au lieu de identify an write, il faudrait identify *a* write	1	syntaxe	correction de la syntaxe
eth_Write data group TT RC.htm	il n'existe pas de concept topo nomme TT	2	Nomenclature des titres	

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
eth_Write data group CM RC.htm	cp=CM inconnu	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_only_data_movement_RC.XML
eth_Write data group CC Store Modified Data - W.htm	cp=Store Customer Data inconnu	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_only_data_movement_W.XML. Il faut egalement renommer le fichier image
eth_Write data group CC Store Modified Data - W.htm	les 2 fichiers en mauve ont le meme contenu	5	Redondance	la conversion pour item data n'a pas ete faite. le nom du fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_only_data_movement_W.xml est a changer, car le cp n'a pu etre etabli.
eth_Write data group CC Store Item Data -W.htm		5	Redondance	eth_Write data group CC Store Item Data -W.htm a ete reconverti en eth_W_NOM_CP_INCONNU4_only_data_movement_W.xml. Il faut verifier cp + image
eth_Write belong to one data TT RC.htm	cp=TT n'existe pas	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_belong_to_one_data_RC.xml
eth_Write belong to one data DC Remove Customer -W.htm	cp=Remove Customer Data du fichier eth_Write belong to one data DC Remove Customer -W.htm n'existe pas	2	Nomenclature des titres	ecp_W_delete_customer_remove_customer_data_W.xml est choisi comme cp pour generer fichier eth_W_delete_customer_remove_customer_data_belong_to_one_data_W.xml a ete choisi. Il faut verifier si c'est ok
eth_Write data group DC Remove Customer - W.htm	cp=Remove Customer n'existe pas	2	Nomenclature des titres	ecp_W_delete_customer_remove_customer_data_W.xml est choisi comme cp pour generer fichier eth_W_delete_customer_remove_customer_data_only_a_data_movement_W.xml a ete choisi. Il faut verifier si c'est ok
eth_Write belong to one data CC Store Modified Data -W.htm	cp=Store Customer Data inconnu	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_attributes_from_W.XML. Il faut egalement renommer le fichier image
eth_Write belong to one data CC Store Item Data -W.htm	les 2 fichiers en mauve ont sensiblement le meme contenu (un mot de difference). Les cp, tc, name et cs sont identiques.	2	Nomenclature des titres	fichier converti s'appelle eth_W_NOM_CP_INCONNU3_attributes_from_W.xml. Ne pas oublier de renommer fichier .gif et mettre a jour fic xml

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravité	Critère	Commentaires
eth_Write attributes from TT RC.htm	cp=TT n'existe pas	2	Nomenclature des titres	e nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU_attributes_from_RC.xml
eth_Write attributes from CM RC.htm	cp=CM n'existe pas	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier est a changer, car le cp n'a pu etre etabli. Il faut egalement mettre a jour le lien du cp dans fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU2_attributes_from_RC.xml.
eth_Write belong to one data CM RC.htm	cp=CM n'existe pas	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU2_belong_to_one_data_RC.xml est a changer, car le cp n'a pu etre etabli.
eth_Write data group TT RC.htm	cp=TT n'existe pas	2	Nomenclature des titres	le nom du fichier eth_W_NOM_CP_INCONNU2_only_data_movement_RC.xml est a changer, car le cp n'a pu etre etabli.
eth_Write attributes from DC Remove Customer - W.htm	cp=Remove Customer n'existe pas	2	Nomenclature des titres	traduit par eth_W_delete_customer_remove_customer_data_belong_to_one_data_W.xml
38 fichiers	cp inconnu	2	Nomenclature des titres	correction du nom
Fichiers avec images (51)	image: ajouter " " pour les attributs width, height, ...	1	Syntaxe transformation	Ajout des ""
Fichiers (45)	Erreur des tags	1	Syntaxe	Correction des tags
500 redondances	Redondance interne (paragraphe)	3	Redondance	rechercher une solution afin d'éliminer la redondance
32 fichiers	Structure des thèmes incompréhensible	4	Structure	Restructuration des fichiers
9 fichiers	Absence de thèmes	5	Complétude	ajout des thèmes absents

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Er_B_..._,Er_L_... (28)	Définition inconnue (device, ...)	5	Complétude	Certaines définitions n'apparaissaient pas dans les mots clés!!!
Fichiers avec images (290)	image: ajouter " " pour les attributs width, height, ...	1	Syntaxe transformation	Ajout des ""
Fichiers avec images (290)	Erreur des tags	1	Syntaxe	Correction des tags
25 Fichiers (recomm)	Problème de filtrage	1	Syntaxe	Certains filtrage n'ont pas été bien filtré pour effectuer la transformation.
10 fichiers	Faute de frappe dans le titre	1	Présentation	
11 fichiers	Pb d'uniformisation	1	Présentation	
11 fichiers	Absence de recommandation	5	Complétude	ajout des recommandations absentes
150 fichiers	Pb nom respect de charte (majuscule, titre, ...)	2	Nomenclature	
90	Définitions absentes	3	Structuration	ajouter une définition propre à la recommandation
1200 redondances	Redondance interne (paragraphe)	3	Redondance	rechercher une solution afin d'éliminer la redondance

ANNEXE E

Résultats du cycle 3 de vérification

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Functional Partitioning	mot clé isolé	3	Complétude	suppression de ce mot clé
Business Software	erreur de référence	2	Structure	ajout de la référence de ce mot clé
Device	nouveau mot clé	5	Complétude	nouveau mot clé
Engineered Device	nouveau mot clé	5	Complétude	nouveau mot clé
Operating Environment	nouveau mot clé	5	Complétude	nouveau mot clé
ISO BFC	Nom incorrect	2	Syntaxe	changement de nom : Base Functional Component
Peer-to-Peer	erreur de contenu (différent)	4	Cohérence	
Process Actor	erreur de référence	2	Structure	ajout de la référence de ce mot clé
Process Models	erreur de référence	2	Structure	ajout de la référence de ce mot clé
Software	erreur de contenu (différent)	4	Cohérence	
Subordinate Layer	erreur de contenu (différent)	4	Cohérence	
Viewpoint	nouveau mot clé	5	Complétude	nouveau mot clé
Duplicata rule	nouveau mot clé	5	Complétude	nouveau mot clé

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
5CT (Entry, layer, read, triggering event, exit)	Pas de définition	4	Structuration	Un CT doit posséder des Définitions (mot clé)
Data movement	Impossibilité de convertir ce CT	5	Structuration	L'ensemble de thème pour un cas problème est lié à un CT (thème différent dans le même CT
11 TH	Pas de définition	4	Structuration	Un TH doit posséder des Définitions (mot clé)
3 Th	Uniformisation du Why this theme?	2	Uniformisation	modification
Lien entre CT et CP	Uniformisation des pourcentage pour les cas générique	5	Cohérence	
Entry	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
Exit	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
Read	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
Write	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
Functionnal Process	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
Layer	Incomplétude des thèmes dans le CT	4	Complétude	Ajout d'un nouveau thème entraînant des modifications en cascade dans les recommandations
FP RT	CT redondant par rapport à FP	4	Redondance	Suppression du CT
FP MIS	CT redondant par rapport à FP	4	Redondance	Suppression du CT
11 TH	uniformisation des règles	3	Cohérence	ajout des règles

Emplacement de l'erreur	Description de l'erreur	Gravitée	Critère	Commentaires
Data Group T	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group IDL	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Flag A&B	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Erev	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Xsecond Clock	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Status	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Temperature	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
Data Group Elapsed Time	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
6 E	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
7 X	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
7R	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
6W	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
How to identify a layer	Absence de 2 recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
How to identify a FP	Absence de 2 recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
21 FP	Absence de recommandation	5	Structuration	Ajout de ces recommandation (Erreur en Cascade suite à l'ajout de nouveaux thèmes)
How to identify a boundary	titre mal placé	1	Présentation	centrage du titre

Annexe E - Nombre de recommandations

CT	Nb cas par CT	Nb de test (combi)	Nb max de rec	nb rec par CT	nb rec tot
DG MIS	4	8	32	5	20
B	5	8	40	5	25
DG	1	8	8	5	5
DG RT	9	8	72	5	45
E	8	16	128	7	56
X	8	16	128	6	48
FP	24	32	768	9	216
L	1	8	8	5	5
R	8	16	128	6	48
W	7	16	112	6	42
SU	1	8	8	5	5
TE	6	8	48	5	30
	82	152	1480	69	545

ANNEXE F

Résultat du test avec SiteCheck

Executive Summary

for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp

Executive Summary Defect Reports Site Properties

This report highlights key problem areas on http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp as detected by Rational SiteCheck.

Scan Details	Analysis completed on Monday, March 24, 2003 16:23:53 using Rational SiteCheck.
Broken Links	1 (0.81%) of the 123 links on this site are broken.
Pages with Broken Links	2 (0.90%) of the 223 pages on this site have links that are broken.
Slow Pages	23 (10.31%) of the 223 pages on the site have download times exceeding s at 28.8 modem speeds.

Defect Reports

for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp

Defect Reports Site Properties

The following problems reports are available:

Report	Number of Files Affected
Broken Links	1
Pages with Broken Links	2
Slow Pages	23

Rational the e-development company	Site Properties for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp
Defect Reports **Site Properties**	

http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp - Site Properties
Scan Start Time: Monday, March 24, 2003 15:46:30
Server Type: Apache Coyote/1.0

General Site Information

Scan Status:	Scan Complete
Total Number of Files:	44
Number of Levels Read on Site:	7
Total Site Size:	4.73 MB
Total Scan Time:	00:37:23

Site Totals

Total Number of HTML Pages:	10
Total Number of GIF Files:	33
Total Number of JPEG Files:	0
Total Number of Links Not Found:	1
Total Number of Failed Assertions:	0
Total Number of Mailto Links:	1
Total Number of External Links:	6

HTML Page Information

Total Number of Pages with Java Applets:	0
Total Number of Pages with JavaScript	1
Total Number of Pages with ActiveX Controls:	0
Total Number of Pages with VB Script	0
Total Number of Pages with Frames:	0
Total Number of Pages with Forms:	2
Total Number of Pages with Active Content:	2

Rational the e-development company	**Broken Links Report** for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp
Defect Reports Site Properties	
Defect Reports:	**Broken Links** Pages with Broken Links Slow Pages

Broken Link (definition): An HTML reference to an item (HTML pages, images, etc.) that cannot be found in the specified location. A link to a page can be broken if the file is moved, deleted, or renamed, or is inaccessible due to server problems.

Path*	Defect*	Defect Info*
//cosmicxpert.no-ip.org/Images/W_3.gif	External Link Not Found	Http Return Code: 404

Page 1 of 1 Previous Next

Rational the e-development company	**Pages with Broken Links Report** for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp
Defect Reports Site Properties	
Defect Reports:	Broken Links **Pages with Broken Links** Slow Pages

Page with Broken Links (definition): A page has broken links if any of the files (other HTML pages, images, etc) that it links to cannot be found in the specified location. A link to a page can be broken if the file is moved, deleted, or renamed, or is inaccessible due to server problems.

/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_X.xml&CP=KB/CP/W/ecp_X_change_customer_display_customer_data_W.xml	Page Has Broken Link	http://cosmicxpert.no-ip.org/Images/W_3.gif
/caseProblem.jsp?CP=KB/CP/W/ecp_X_change_customer_display_customer_data_W.xml&XP=true	Page Has Broken Link	http://cosmicxpert.no-ip.org/Images/W_3.gif

Page 1 of 1 Previous Next

Rational the e-development company	Slow Pages Report for http://cosmicxpert.no-ip.org/COSMICXpert/login.jsp
Defect Reports Site Properties	
Defect Reports: Broken Links Pages with Broken Links **Slow Pages**	

Slow Page (definition): A slowly downloading page is one that takes more than a set period of time to download. You define that period of time in your scan preferences or settings. Note: the slowly downloading pages rate is based on the download rate of a file over a 28.8 kb/s modem.

Path*	Defect*	Defect Info*
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/G/ecp_FP_how_to_identify_a_functional_process_G.xml	Slowly Downloading Page	29.31 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RC/ecp_FP_control_heater_RC.xml	Slowly Downloading Page	29.96 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RC/ecp_FP_control_indicator_lamps_RC.xml	Slowly Downloading Page	30.39 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RC/ecp_FP_set_cooking_mode_RC.xml	Slowly Downloading Page	30.47 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RC/ecp_FP_set_target_temperature_RC.xml	Slowly Downloading Page	30.15 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RG/ecp_FP_Generate_a_Report_RG.xml	Slowly Downloading Page	29.75 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/RG/ecp_FP_list_of_parameters_RG.xml	Slowly Downloading Page	29.81 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/V/ecp_FP_valve_control_system_V.xml	Slowly Downloading Page	31.99 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_add_customer_W.xml	Slowly Downloading Page	29.83 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_add_place_W.xml	Slowly Downloading Page	29.59 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_change_customer_data_W.xml	Slowly Downloading Page	30.12 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_change_place_W.xml	Slowly Downloading Page	29.91 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_delete_customer_W.xml	Slowly Downloading Page	29.83 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_delete_place_W.xml	Slowly Downloading	29.68 Second(s) to

	Page	Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_deposit_item_W.xml	Slowly Downloading Page	29.90 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_print_bill_W.xml	Slowly Downloading Page	29.68 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_print_stored_item_W.xml	Slowly Downloading Page	29.78 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_query_customer_item_W.xml	Slowly Downloading Page	29.85 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_query_customer_W.xml	Slowly Downloading Page	29.71 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_query_place_W.xml	Slowly Downloading Page	29.69 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_query_stored_item_W.xml	Slowly Downloading Page	29.86 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_receive_payment_W.xml	Slowly Downloading Page	29.81 Second(s) to Load
/testGenerator.jsp?TC=KB/TC/etc_FP.xml&CP=KB/CP/W/ecp_FP_retrieve_item_W.xml	Slowly Downloading Page	29.89 Second(s) to Load

Page 1 of 1 Previous Next

Created by Rational SiteCheck on 24 mars, 2003 16:27
Visit Rational Software Corp. at http://www.rational.com/ for information on Rational SiteCheck.

ANNEXE G

Curriculum Vitae des experts pour la validation de prototype 1

DENIS ST-PIERRE

Téléphone: (450) 923-0536
DSA Consultation, 5555 Vauclin, Brossard, QC, J4W 1P9

Denis St-Pierre est un consultant senior en amélioration de processus et mesures. Il a fait de la consultation de 1986 à ce jour dans le domaine de l'amélioration des processus (CMM) de la mesure fonctionnelle (FPA et COSMIC-FFP) auprès de corporations nord américaines, asiatiques et européennes. Il a réalisé un grand nombre de projets d'amélioration de processus de mesures. Il a, dans les années 1990, contribué significativement à la norme IFPUG. À partir du milieu des années 1990 il a participé à la création de FFP (Full Function Point), devenue la norme COSMIC-FFP en 2002 (ISO 17961) Il est co-auteur de la méthode de mesure fonctionnelle COSMIC-FFP. Il a réalisé des contrats de mesures fonctionnelles dans le cadre de contrat d'impartition dans plusieurs grandes entreprises.

Voici quelques clients de Denis St-Pierre pour la mesure fonctionnelle, l'implantation de programmes de mesures et l'amélioration des processus: Alstom, Bombardier, CGI, Commonwealth Bank of Australia, DMR, EDS, Gouvernement du Québec, Gouvernement du Canada, Hydro Québec, Hewlett Packard, IBM, KPMG, Nissan, Nortel, Sunlife, Telecom (Nouvelle-Zélande) et Telstra (Australie).

Il a aussi participé à plusieurs projets de recherches avec l'UQAM et publié plusieurs articles scientifiques que vous pouvez consulter sur le site du LRGL.

Scolarité
1988 Maîtrise en informatique, Université de Sherbrooke, Sujet de maîtrise: mesure de logiciels
1986 Baccalauréat Coopératif en informatique, Université de Sherbrooke
1983 Certificat en administration, Université du Québec à Trois-Rivières
1982 DEC en administration

FRANÇIS DION

Monsieur Françis Dion est un gestionnaire de projet senior ayant 14 années d'expériences en développement de logiciel et amélioration des processus. Ses talents de gestionnaire et son leadership lui permettent de livrer les projets à temps, dans le respect des budgets et avec un haut degré de qualité.

Il possède une connaissance approfondie des meilleures pratiques de l'industrie, notamment le Rational Unified Process (RUP), le Unified Modeling Language (UML) le Microsoft Solution Framework (MSF) et le Capability Maturity Model – Integrated (CMMI). En tant que spécialiste des processus logiciels et des mesures, il a présenté deux articles à la « International Workshop on Software Measurement ». Il a également contribué au « Guide to the Software Engineering Body of Knowledge » (un projet de la IEEE – Computer Society) et au développement de la méthode Cosmic-FFP (mesure de la taille fonctionnelle).

Sa maîtrise du processus de développement et sa compréhension des défis techniques impliqués l'amènent à anticiper les difficultés et à prendre au moment opportun les mesures qui s'imposent. Ses talents de leader, de mentor et de motivateur en font un guide efficace et respecté par les équipes qu'il dirige. Une éthique de travail exceptionnelle et un engagement infaillible envers le client et l'utilisateur final lui permettent de systématiquement livrer à temps un produit rencontrant les attentes de toutes les parties impliquées.

HASSAN DIAB

1085, Des Seigneurs # 313
Sherbrooke, Quebec, Canada J1H 5V3
(819) 565 3671. Hassan.Diab@DMI.USherb.CA

Research assistant, Teacher, and metrics specialist. Experience in research and development of software: software measure, analysis and design, relational database modelling and design, development methodologies, review and testing, participating in international conferences, and publishing papers/technical reports in software metrics.

PROFESSIONAL EXPERIENCES
Research Assistant *1996 - 2003*
Sherbrooke University, Sherbrooke, Qc, Canada
♦ Define a theoretical framework for measuring software functional size from Rational Rose RealTime (RRRT) specifications Work in collaboration with CGI and Bell-Sygma companies to define a formal approach for measuring software size from specification written in the B language
♦ Write and publish papers and technical reports treating issues about software measurement
♦ Participate in international conferences and workshops about software metrics
♦ Review and evaluate papers for publishing purposes in *Computer Society*
♦ Identify functional users requirements, design and develop a tool (called *McRose*) measuring the functional software size from RRRT specifications
♦ Define/execute testing scenarios and debug programs in order to validate the correctness of *McRose*

RELATED EXPERIENCES
Teacher 1996 – 2003 ***Sherbrooke University, Sherbrooke, Qc, Canada***
♦ Teach courses in software engineering, database, artificial intelligence, software metrics, management of software development, and programming language
♦ Prepare exams, assignments, and solutions

EDUCATION
Ph.D. in Software engineering (in progress) 2003 ***Sherbrooke University, Sherbrooke, Qc, Canada***
M.sc. in Software engineering 1999
B.sc. in Computer Science 1996 ***``Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM)'' France***

M. HO TUONG VINH

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

POSITION ACTUELLE
Professeur d'informatique à l'Institut de la Francophonie pour l'Informatique de Hanoi (Vietnam): Octobre 2000 – présent
Domaine de recherche : Génie logiciel, Gestion de logiciels, Processus logiciel
ÉDUCATION
Ph.D. en Génie Électrique (Génie informatique) : Janvier 1995- Janvier 1999 École Polytechnique de Montréal, Canada
M.Sc. (Maître ès sciences) (Génie informatique) : Septembre 1991 - Août 1994 Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), Canada
Baccalauréat en Génie électrique : Août 1981 – Juin 1986
École Polytechnique de Hanoi, Vietnam

Département de génie électrique

INTÉRÊTS DE RECHERCHE
Génie logiciel, Gestion de logiciels, Processus logiciel
Réseaux de neurones
Reconnaissance des formes, Reconnaissance de la parole

EXPÉRIENCES PROFESSIONELLES
Chercheur post-doctoral au Laboratoire de recherche en gestion de logiciels, Université du Québec à Montréal : Octobre 1998 – Septembre 2000
Domaine de recherche: Génie logiciel, Gestion de logiciels, Processus logiciel
La méthode de mesure de la taille fonctionnelle de logiciels COSMIC-FFP : implication dans l'élaboration de plusieurs études de cas, la révision du manuel, l'application et la formation
Consultant pour Alcyonix Inc. (Canada) dans un projet dont l'objectif est d'évaluer la maturité du processus logiciel (selon le modèle Capability Maturity Model) des soustraitants de logiciels pour le compte de Bombardier Inc. (Canada)

EXPERTISE TECHNIQUE
Méthodologies de génie logiciel, gestion de logiciels, mesures de taille fonctionnelle (IFPUG, COSMIC-FFP)
Langages de programmation : C, C++, Java, Pascal, Fortran, Modula
Technologies d'objets orientés
Modélisation de logiciels
UNIX, WINDOWS, stations SUN, et PCs

ANNEXE H

Résultats du cycle de validation

Acteurs	Scénarios	OK - KO	Commentaires
Mesureurs	Entrer un mot de clé	OK	
	Rechercher les concepts topologiques et les cas problèmes	OK	
	Sélectionner les concepts topologiques et les cas problèmes désirés	OK	
	Sélectionner les faits sur la base des informations disponibles via la documentation	OK	
	Enter une information sur la qualité de la documentation en regard avec un thème particulier	KO	Enlevé dans le prototype 2 car inutilisé dans le prototype 1
	Recommandation appropriée	OK	
	Réponse ou valeur sur la qualité de la documentation	OK	
	Demander de compacter la base de données	KO	Enlevé car le prototype 2 ne se base plus sur ACCESS
	Demander une explication sur une connaissance	OK	
	Demander une description des l'ontologie	OK	
	Requête sur ses paramètres utilisateur	KO	Suppression des requêtes sur ses paramètres
	Modifier le nom de l'utilisateur, mot de passe et langage	KO	Suppression du paramètre de la langue
Expert	Ajouter, modifier et détruire un cas spécifique de connaissances	KO	Suppression de cette fonctionnalité car géré dans le fichier XML par une seule personne et remplacé par un envoi d'email pour soumettre la nouvelle connaissance
	Modifier les boutons, les entêtes, les titres et les autres interfaces	KO	uppression de cette fonctionnalité car géré dans le fichier XML par une seule personne
	Demander des rapports tels le suivi du mesureur, la session, ou encore les relations entre les connaissances d'expertise.	OK	
	Montrer une description sommaire d'un nœud dans un arbre lorsque sélectionné	OK	Générateur de test, tout en évitant la redondance du premier prototype
	Copier, couper, coller des nœuds dans l'arbre	KO	Suppression de cette fonctionnalité car géré dans le fichier XML
	Demander les propritétés des cas spécifiques des connaissances	OK	
	Sélectionnr l'outil de diagnostique désiré	OK	
	Maintenir des cas spécifiques de connaissances dans différents langages	KO	Suppression du paramètre de la langue
	Détruire le rapport de suivi du mesureur ou la session	KO	Suppression des fichiers textes dans le répertoir des logs,
	Aller vers les fonctionnalités du mesureur et résoudre un problème	OK	
Admin	Ajouter, modifier ou détruire un utilisateur	KO	fichier XML à éditer
	Utiliser les fonctionnalités de l'expert	OK	
	Utiliser les fonctionnalités du mesureur	OK	

TC	Link with KW	%	Link with CP	%	Comment	Nature
Boundary	Environment	40			New	Mandatory
Boundary	Boundary	90			Modify	Standardization
Boundary	Layer	50			New	Mandatory
Boundary	User	50			New	Mandatory
Data Group	Object of interest	70			New	Mandatory
Data Group	Persistence of DG	80			New	Mandatory
Data Group			How to identify	95	Modify	Logic
Data Group	Data attributes	60			New	Mandatory
Data Group MIS	Software Business	40			New	Mandatory
Data Group MIS	Data Group	90			Modify	Standardization
Data Group MIS	Persistence of DG	80			Modify	Standardization
Data Group MIS	Object of interest	70			Modify	Standardization
Data Group MIS	Data attributes	60			New	Mandatory
Data Group RT	Data Group	90			Modify	Standardization
Data Group RT	Persistence of DG	80			New	Mandatory
Data Group RT	Object of interest	70			New	Mandatory
Data Group RT	Real Time Software	40			Modify	Mandatory
Data Group RT			ecp_DG_t_V	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_Idl_V	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_flags_A_B_V	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_erev_V	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_x_seconds_clock_signal_RC	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_temperature_RC	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_status_RC	90		Standardization
Data Group RT			ecp_DG_elapsed_time_RC	90		Standardization
Data Movement					Supprimer en tant que concept topologique	Mandatory
Entry	Triggering Event	50			New	Mandatory
Entry	Entry	90			Modify	Standardization
Entry	Data Movement	80			Modify	Standardization
Entry	Polling	70			Modify	Standardization

TC	Link with KW	%	Link with CP	%	Comment	Nature
Exit	Exit	90			Modify	Standardization
Exit	Data movement	80			Modify	Standardization
Exit	Error message	70			Modify	Standardization
Functional Process	Process model	60			Modify	Mandatory
Functional Process	Functional Process	90			Modify	Standardization
Functional Process	Process Actors	50			New	Mandatory
Functional Process	Triggering Event	50			New	Mandatory
Functional Process	Object of interest	40			New	Mandatory
Functional Process MIS					Supprimer en tant que concept topologique	Mandatory
Functional Process MIS	Process Actors	50			New	Mandatory
Functional Process MIS	Process model	60			Modify	Mandatory
Functional Process MIS	Triggering Event	50			New	Mandatory
Functional Process MIS	Object of interest	40			New	Mandatory
Functional Process RT					Supprimer en tant que concept topologique	Mandatory
Functional Process RT	Business Software				Delete	Mandatory
Functional Process RT	Triggering Event	50			New	Mandatory
Functional Process RT	Real Time Software	70			Modify	Standardization
Functional Process RT	Object of interest	40			New	Mandatory
Layer	Level of abstraction	50			New	Mandatory
Layer	Environment	60			New	Mandatory
Layer	Multi-layer	50			New	Mandatory
Layer	Subordinate layer	50			New	Mandatory
Layer	Client layer	50			New	Mandatory
Layer	Peer-to-Peer	50			New	Mandatory
Layer	Viewpoint	60			New	Mandatory
Read	Read	90			Modify	Standardization
Read	Data Movement	80			Modify	Standardization
Read	Data Group	50			New	Mandatory
Triggering Event	Triggering Event	90			Modify	Standardization
Triggering Event	Polling	60			Modify	Mandatory
Triggering Event	Data group				Delete	Mandatory

TC	Link with KW	%	Link with CP	%	Comment	Nature
Triggering Event	Entry	60			New	Mandatory
Triggering Event	Functional Process	50			New	Mandatory
Triggering Event			How to identify	95	Modify	Standardization
User	Process Actor	70			Modify	Mandatory
User			How to identify	95	Modify	Standardization
User	Layer	70			New	Mandatory
User	Engineered device	70			New	Mandatory
User	Software	60			New	Mandatory
Write	Data group	50			New	Mandatory
Write	Write	90			Modify	Standardization
Write	Data Movement	80			Modify	Standardization

Keywords	Name	Content	Reference
Boundary			
Business Software	OK	Modify	Add
Client Layer			
Data Attribute			
Data Group			
Data Movement			
Device		Ref to Engineered Device	Add
Engineered Device			Modify
Entry			
Environment	Operating Environment	Modify	COSMIC-FFP
Error Message			
Exit			
Functional Partitioning	Delete		
Functional Process			
Functional User Requirements			
ISO BFC	Base Functional Component		
Layer			
Level of Abstraction			
Multi-Layer			
Object Of Interest			
Peer-to-Peer		Add	COSMIC-FFP
Persistence Of Data Group			
Polling		Modify	
Process Actor			SWEBOK
Process Models			SWEBOK
Read			
Real Time Software			
Scope of the Requirements			
Software		Modify	
Sub Process			
Subordinate Layer		Modify	
Triggering Event			
Types Of Data Attribute			
User			
Write			
Viewpoint	New	Add	COSMIC-FFP
Duplicata rule	New	Add	COSMIC-FFP

TC	Definition of TC	Explanation	Also	Theme-TC	% theme	Fact-theme	% fact	ID Theme	Why	Rules content	Definition
Boundary	OK	OK	OK	OK		OK		1			Layer
Boundary	OK	OK	OK	OK		OK		2			Device
Boundary	OK	OK	OK	OK		OK		3			Triggering event
Data Group	OK	OK	OK	OK		OK		1			Data attributes
Data Group	OK	OK	OK	OK		OK		1			Types of attributes
Data Group	OK	OK	OK	OK		OK		2			Object of interest
Data Group	OK	OK	OK	Persistence of data group		OK		3			Persistence of data group
Data Group MIS	OK	Example (s)	OK	Persistence of data group		OK		3	a) bold not b)	OK	OK
								1			Types of attributes
Data Group RT	OK	OK	OK	OK		OK		1	Standardization	Add	OK
Data Group RT								2	Standardization	Add	Object of interest
Data Group RT				Persistence of data group				3	Standardization	Add	Persistence of data group
Entry	OK	OK	Triggering Event					3		Deleted	
Entry								3		Within	
Entry								all	data movement instead of sub-process		
Entry				New theme				4			

TC	Definition of TC	Explanation	Also	Theme-TC	% theme	Fact-theme	% fact	ID Theme	Why	Rules content	Definition
Entry								1			Data attribute, boundary
Entry				Data attributes				2			data group, data attribute
Entry								3			exit, read, write
Entry								4			
Entry								all	data attributes		
Exit	OK	OK		New theme				4			
Exit								2	a)		
Exit								1,2,3		Modify	
Exit								1			entry,read,write
Exit								2			Data attribute, boundary
Exit								3			data group, data attribute
Exit			Error message								
Functional Process	OK	OK		New		Ok		1			
Functional Process				Modify				5,1,4			
Functional Process								1			FUR
Functional Process								2			Boundary
Functional Process								3			Entry, exit, write, data movement
Functional Process								4			Layer

TC	Definition of TC	Explanation	Also	Theme-TC	% theme	Fact-theme	% fact	ID Theme	Why	Rules content	Definition
Functional Process								5			
Functional Process MIS				Deleted		Deleted					
Functional Process RT				Deleted		Deleted					
Layer	OK	OK	Viewpoint					1	Modify		Data group, data attribute
Layer								2	Modify		User
Layer				Add				3			Software
Read	OK	OK	Data group					3		OK	Entry, exit, write
Read								2			Data group, data attribute
Read								1			Data group, Persistence of data group
Read				New				4			
Read				Modify 1,3							
Triggering Event	OK	OK	Entry						OK	OK	
Triggering Event								1			Boundary
Triggering Event								2			Functional process
User	OK	OK	OK			Ok			OK	OK	
User				Content Modify				3			
Write				New				4			
Write				Modify 1,3							
Write								3			Entry, exit, read
Write								2			Data group, data attribute
Write								1			Data group, Persistence of data group

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
Place entity	OK	OK	OK	5	Persistence of data group	64	81		Modify	Cosmetic
				4	Data attribute	82	97		Modify (also)	
				3		-32	63			
				2		-100	-33			
				1		98	100			
Item entity	OK	OK	OK	5	Persistence of data group	64	81			
				4	Data attribute	82	97		Modify (also)	
				3		-32	63			
				2		-100	-33			
				1		98	100			
Customer Entity	OK	OK	OK	5	Persistence of data group	64	81			
				4	Data attribute	82	97		Modify (also)	
				3		-32	63		Correct image access	
				2		-100	-33			
				1		98	100			
Parameters	OK	OK	OK	5	Persistence of data group	64	81			
				4	Data attribute	82	97		Modify (also)	
				3		-32	63			
				2		-100	-33			
				1		98	100			
How to identify a boundary	OK	Title Left instead of center	OK	5	Triggering Event	À voir	À voir			
				4	Device					

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				3	Layer, peer-to-peer					
				2						
				1						
Boundary W	Ok	OK	OK	5	Layer, peer-to-peer					
				4	Device					
				3	Triggering Event					
Boundary V				5	Layer, peer-to-peer					
				4	Device					
				3	Triggering Event					
Boundary RG				5	Layer, peer-to-peer					
				4	Device					
				3	Triggering Event					
Boundary RC				5	Triggering Event					
				4	Device					
				3	Layer, peer-to-peer					
Data Group T				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				5	Data attribute					
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
Data Group Idl				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group Flag A&B				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group Erev				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group Xsecond clock				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				3	Persistence of data group					
Data Group Status				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group Temperature				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group elapsed time				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
Data Group Cooking Mode				5		-26	63		New	Mandatory
				4		88	96			
				3		64	87			
				2		-100	-27			
				1		97	100			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				4	Object of interest					
				3	Persistence of data group					
E User trigger	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E change customer User entry	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E change customer enter changed data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E_receive_triggering_event	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E_receive_elapsed_time	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E_mode_switch	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			
				6		80	84			
				7		-67	69			
E_receive_idl_from_sensor	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				7	Data attribute, data group, triggering event				New	Mandatory
				3	data attribute, boundary				Modify	Explanation
				4	data group				Modify	Explanation
				5	exit, read, write				Modify	Explanation
				1		95	100			Mandatory
				2		-100	-68			
				3		85	88			
				4		89	94			
				5		70	79			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				6		80	84			
				7		-67	69			
X_t	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_status_to_lamp	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_heater_on-off	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_print_stored_items_list_print_list	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_print_bill_display_information_message	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_change_customer_display_error_message	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
X_change_customer_display_customer_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, boundary	50	70			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_t_from_ram	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_flags_A_B_from_rom	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_erev_from_ram	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_target_temperature	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_cooking_mode_RC.xml	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_change_customer_retrieve_item_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
R_change_customer_retrieve_customer_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_delete_customer_remove_customer_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_change_customer_store_item_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_change_customer_store_customer_data	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_t	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_target_temperature	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
W_cooking_mode	OK	OK	Data movement	6	duplicata rule				New	Mandatory
				1		92	100			Mandatory
				2		-100	49			
				3	data attribute, persistence of data group	50	70			
				4	data group	71	81			
				5	exit, read, write	82	87			
				6		88	91			
How to identify a layer	According to viewpoint	OK	Viewpoint	1		80	100	Modify		
				2		-100	0	Modify	Modify	
				3		1	39	Modify	Modify	
				4		16	40	new	new	
				5		41	79	new	new	
How to identify a triggering event	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
User trigger	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
TE_creating_a_report	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
TE_user_press_a_switch	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
TE_clock_signal	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
TE_clock_cycle_signal	OK	OK	OK	1		90	100			
				2		-100	-36			
				3	Functional process, process actor	-35	50		Modify	
				4	boundary	51	73		Modify	
				5		74	89	Modify	Modify	
U How to identify a user	Ok	Ok		5		75	82			
				4		20	30			
				3		83	90			

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP How to identify a FP	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP Query Customer	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
valve_control_system_V.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_set_target_temperature_RC.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_set_cooking_mode_RC.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_control_indicator_lamps_RC.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_control_heater_RC.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_retrieve_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_receive_payment_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_query_stored_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_query_place_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_query_customer_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_print_stored_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_print_customer_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_print_bill_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_deposit_item_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_change_place_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_change_customer_data_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_delete_place_W.xml (	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_delete_customer_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_add_place_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_add_customer_W.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

CP	Problems	Explanation	Definition CP	ID Rec	Def rec	Min	Max	Answer	Recommandation	Nature
FP_list_of_parameters_RG.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	
FP_Generate_a_Report_RG.xml	Ok	Ok	Ok	1		99	100		Modify	Standardization
				2		-100	-83		Modify	
				3	Layer	75	82		Modify	
				4	Boundary, triggering event	83	91		Modify	
				5		95	96		Modify	
				6	Data movement, entry, exit, write	97	98		Modify	
				7	Polling, FUR	92	95		Modify	
				8	Layer, trigering event	-82	-80	New (exception)		
				9		-79	74	New (same as rec 2)	New	

Case Study	TC	Context	Link
Generic	DG	Modify	OK
	FP		
	TE		
	E	New	OK
	X	New	OK
	W	New	OK
	R	New	OK
Warehouse	FP_MIS		FP
Rice Cooker	All	Ok	Ok
Valve	X, W	Images	
	FP_RT		FP
RG	FP_MIS		FP

Cas Problème	Test	Recommandation
Place entity		
	2	I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group. Replace rec 2 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	3	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	4	
	5	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	6	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
Item entity		
	2	I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group. Replace rec 2 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	3	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	4	
	5	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	6	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
Customer Entity		
	2	I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group. Replace rec 2 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	3	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	4	
	5	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	6	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
Parameters		
	2	I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group. Replace rec 2 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	3	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.

Cas Problème	Test	Recommandation
	4	
	5	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
	6	We suggest revising the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Replace rec 5 by: We suggest reviewing the text and/or the definition of a data group.
How to identify a boundary		
	1	Following the description of the boundary: From rec 2: Delete
	2	Following the description of the boundary: From rec 2: Delete
	3	Following the description of the boundary: From rec 2: Delete
	4	I suggest revising the text and/or the definition of what is a layer. Replace rec 3 by:We suggest reviewing the text and/or the definition of a layer.
	5	Following the description of the boundary: From rec 2: Delete
	6	If it is not possible to identify a triggering event, then there is some doubt about the identification of the boundary, at least at the level the measurer look for a boundary. Replace rec 5 by: If it is not possible to identify a triggering event, then there is some doubt about the identification of the boundary, at least at the level the measurer is looking for a boundary.
	7	I suggest revising the text and/or the definition of what is a device. Replace rec 4 by: I suggest reviewing the text and/or the definition of a device.
Boundary W		
Boundary V		
Boundary RG		
Boundary RC		
Data Group T		
Data Group Idl		
Data Group Flag A&B		
Data Group Erev		
Data Group Xsecond clock		
Data Group Status		
Data Group Temperature		
Data Group elapsed time		

Cas Problème	Test	Recommandation
Data Group Cooking Mode		
E User trigger		
E change customer User entry		
E change customer enter changed data		
E_receive_triggering_event		
E_receive_elapsed_time		
E_mode_switch		
E_receive_idl_from_sensor		
X_t		
X_status_to_lamp		
X_heater_on-off		
X_print_stored_items_list_print_list		
X_print_bill_display_information_message		
X_change_customer_display_error_message		
X_change_customer_display_customer_data		
R_t_from_ram		
R_flags_A_B_from_rom		
R_erev_from_ram		
R_target_temperature		
R_cooking_mode_RC.xml		

Cas Problème	Test	Recommandation
R_change_customer_retrieve_item_data		
R_change_customer_retrieve_customer_data		
W_delete_customer_remove_customer_data		
W_change_customer_store_item_data		
W_change_customer_store_customer_data		
W_t		
W_target_temperature		
W_cooking_mode		
How to identify a layer		
How to identify a triggering event		
User trigger		
TE_creating_a_report		
TE_user_press_a_switch		
TE_clock_signal		
TE_clock_cycle_signal		
U How to identify a user		
FP How to identify a FP		

Cas Problème	Test	Recommandation
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_valve_control_system		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_set_target_temperature		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. Rec 3: Déplacer sous recommendation.
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_set_cooking_mode_RC.xml		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary

Cas Problème	Test	Recommandation
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_control_indicator_lamps		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_control_heater		

Cas Problème	Test	Recommandation
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP Query Customer		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_retrieve_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. Rec 3: Déplacer sous recommendation.
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_receive_payment		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary

Cas Problème	Test	Recommandation
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_query_stored_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_query_place		

Cas Problème	Test	Recommandation
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_query_customer_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_print_stored_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. Rec 3: Déplacer sous recommendation.
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.
	30	You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.
FP_print_customer_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. Rec 7: Déplacer au début de recommendation.

Cas Problème	Test	Recommandation
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_print_bill		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**

Cas Problème	Test	Recommandation
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_deposit_item		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_change_place		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_change_customer_data		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_delete_place		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_delete_customer		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**

Cas Problème	Test	Recommandation
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_add_place		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_add_customer		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_list_of_parameters		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**
FP_Generate_a_Report		
	16	The scope of the FUR for a particular piece of software to be measured corresponds to all FUR describing the functional processes identified for that piece. **Rec 7: Déplacer au début de recommendation.**

Cas Problème	Test	Recommandation
	27	You answered negatively to the themes relative to the fact that the functional process belongs to one layer only and the fact that the triggered evet is coming from outside the boundary. **Rec 8: You answered negatively to the themes relative to the functional process belongs to one layer only and the triggering evet is coming from outside the boundary**
	28	You answered negatively to the question relative to the identification of only one layer. You probably miss to identify correctly the fact about the layer. **Rec 3: Déplacer sous recommendation.**
	28	I suggest revising the text and/or the definition of what is a Functional process and a layer. **Rec3: We suggest reviewing the text and/or the definition of a Functional process and a layer.**
	29	I suggest revising the text and/or the definition of data movement. **Rec 6: I suggest reviewing the text and/or the definition of data movement.**
	30	**You probably miss answering correctly to the theme about the triggering event occurring outside the boundary. Rec 4: You probably miss to identify correctly the fact about the triggering event occurring outside the boundary**
	31	I suggest revising the text and/or the definition of triggered event. **Rec 4: I suggest reviewing the text and/or the definition of triggered event.**

	B	DG	DG-MIS	DG-RT	DM	E	X	FP	FP MIS	FP RT	L	R	T	U	W	TOTAL
W	3		9			9	12		48			6	3		9	99
RG	3		3						6				3			15
RC	3			15		9	6			12		6	6		6	63
V	3			12		3	3			3		9	3		3	39
G	3	3			16			4			2		3	3		34
Version 1																250

CT	Nb cas par CT	Nb de test (combi)	Nb max de rec	Nb rec par CT	Nb rec tot
DG MIS	4	8	32	5	20
B	5	8	40	5	25
DG	1	8	8	5	5
DG RT	9	8	72	5	45
E	8	16	128	7	56
X	8	16	128	6	48
FP	24	32	768	9	216
L	1	8	8	5	5
R	8	16	128	6	48
W	7	16	112	6	42
SU	1	8	8	5	5
TE	6	8	48	5	30
			1480		545

Annexe H - Number CP

	B	DG	DG-MIS	DG-RT	DM	E	X	FP	FP MIS	FP RT	L	R	T	U	W	TOTAL
W	1		3			3	4		16			2	1		3	33
RG	1		1						2				1			5
RC	1			5		3	2			4		2	2		2	21
V	1			4		1	1			1		3	1		1	13
G	1	1			4			1			1		1	1		10
Total	5	1	4	9	4	7	7	1	18	5	1	7	6	1	6	82

ANNEXE I

Exemples de fichiers XML avec leur schéma XML respectif

CONCEPT TOPOLOGIQUE - THÈME

Schéma XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
    <xs:include schemaLocation="global.xsd"/>
    <xs:element name="Explanation">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Optional expkanation to help understanding the topological concept. It come from the
Cosmic-FFP manual</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:complexContent>
                <xs:extension base="TextHTML">
                    <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="optional">
                        <xs:annotation>
                            <xs:documentation>Titre de l'explication</xs:documentation>
                        </xs:annotation>
                    </xs:attribute>
                </xs:extension>
            </xs:complexContent>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="TC">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Topological Concept</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="Explanation" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
                <xs:element ref="also"/>
                <xs:element ref="themes"/>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Name of the Topological Concept</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="defId" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>The id in the glossary of the keyword which defined the topological
concept</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:NCName">
                        <xs:pattern value="K([0-9])*"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:attribute>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="also">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Set of related keyword</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="Klink" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="why" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Why thinking about this theme or on which principle from the COSMIC-FFP is it
based</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
```

```
    <xs:element name="rules" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Rules from the COSMIC-FFP manual that are related to the theme</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="fact">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Proposition of answer at the question</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:attribute name="CF" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Factor of confidence associated to the fact</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:integer">
                        <xs:minInclusive value="-100"/>
                        <xs:maxInclusive value="100"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Formulation of the fact</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:attribute>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="themes">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Set of theme that help to identify the topological concept</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="TH" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="TH">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Theme</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="question"/>
                <xs:element ref="why"/>
                <xs:element ref="rules" minOccurs="0"/>
                <xs:element ref="fact" maxOccurs="unbounded"/>
                <xs:element ref="Klink" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="id" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Identification of the theme in the set</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:ID">
                        <xs:pattern value="TH([0-9])*"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="cf" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Confidence level of the link between the Topological Concept and the
Theme</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:integer">
                        <xs:minInclusive value="0"/>
                        <xs:maxInclusive value="100"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
```

```
            </xs:attribute>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="question" type="xs:string">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Formulation of the theme</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="Klink">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>link to a keyword in the glossary</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:attribute name="idref" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Id of the keyword in the glossary</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:NCName">
                        <xs:pattern value="K([0-9])*"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:attribute>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
</xs:schema>
```

Exemple de concept topologique - thème

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="../Xsl/tcXpert.xsl"?>
<TC name="Entry" defId="K8" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="../Xsd/tc.xsd">
    <also>
        <Klink idref="K7"/>
        <Klink idref="K20"/>
    </also>
    <themes>
        <TH id="TH1" cf="90">
            <question>Receives data attributes lying outside the software boundary</question>
            <why>
                <p>A  candidate ENTRY data movement must comply
                    with the following principles:</p>
                <p>
                    <b>a) The data movement
                        receives data attributes lying outside the software boundary, from the user
                        side.</b>
                </p>
                <p>b) The data movement
                    receives data attributes from only one data group.
                    If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY
                    for each group.</p>
                <p>c) The data movement does not exit, read or
                    write data.</p>
                <p>d) Within the scope of the functional
                    process where it is identified, the data movement is unique, that is, the
                    processing and data attributes identified are different from those of other
                    ENTRIES included in the same functional process.</p>
            </why>
            <rules>
                <p>The following rules might be useful to
                    confirm the status of a candidate ENTRY data movement:</p>
                <p>a) Clock-triggered events are considered external.
                    Therefore, an event occurring every 3 seconds is associated with an
                    ENTRY moving one data attribute, for instance.
                    However, if a software functional process generates the event
                    periodically it can be ignored since it occurs, by definition, outside of the
                    boundary of the software being measured. </p>
                <p>b)
```

```
            Unless a specific functional process is necessary, obtaining the time from the system's clock is
            not considered as an ENTRY.  For instance, when a functional process writes a time stamp, no
            ENTRY is identified
            for obtaining the system's clock value. </p>
        </rules>
        <fact CF="-99" name="No"/>
        <fact CF="75" name="Yes"/>
        <Klink idref="K2"/>
        <Klink idref="K3"/>
    </TH>
    <TH id="TH2" cf="90">
        <question>Receives data attributes from only one data group</question>
        <why>
            <p>A  candidate ENTRY data movement must comply
                with the following principles:</p>
            <p>a) The data movement
                receives data attributes lying outside the software boundary, from the user
                side.</p>
            <p>
                <b>b) The data movement
                    receives data  attributes from only one data group.
                    If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY
                    for each group.</b>
            </p>
            <p>c) The data movement
                does not exit, read or write data.</p>
            <p>d)
                Within the scope of the functional process where it is identified, the
                data movement is unique, that is, the processing and data attributes identified
                are different from those of other ENTRIES included in the same functional
                process.</p>
        </why>
        <fact CF="-99" name="No"/>
        <fact CF="65" name="Yes"/>
        <Klink idref="K1"/>
        <Klink idref="K3"/>
    </TH>
    <TH id="TH3" cf="90">
        <question>The data movement (sub-process) does not exit, read or write data.</question>
        <why>
            <p>A  candidate ENTRY data movement must comply
                with the following principles:</p>
            <p>a) The data movement
                receives data attributes lying outside the software boundary, from the user
                side.</p>
            <p>b) The data movement
                receives data  attributes from only one data group.
                If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY
                for each group.</p>
            <p>
                <b>c) The data movement
                    does not exit, read or write data.</b>
            </p>
            <p>d) Within the scope of the functional process where it is identified, the
                data movement is unique, that is, the processing and data attributes identified
                are different from those of other ENTRIES included in the same functional
                process.</p>
        </why>
        <fact CF="-99" name="No"/>
        <fact CF="95" name="Yes"/>
        <Klink idref="K10"/>
        <Klink idref="K16"/>
        <Klink idref="K22"/>
    </TH>
    <TH id="TH4" cf="90">
        <question>The data movement (sub-process) is unique</question>
        <why>
            <p>A  candidate ENTRY data movement must comply
                with the following principles:</p>
            <p>a) The data movement
                receives data attributes lying outside the software boundary, from the user
```

```
                    side.</p>
                <p>b) The data movement
                    receives data  attributes from only one data group.
                    If inputs from more than one data group are received, identify one ENTRY
                    for each group.</p>
                <p>
                    c) The data movement
                    does not exit, read or write data.
                </p>
                <p>
                    <b>d) Within the scope of the functional process where it is identified, the
                        data movement is unique, that is, the processing and data attributes identified
                        are different from those of other ENTRIES included in the same functional
                        process.</b>
                </p>
            </why>
            <fact CF="-99" name="No"/>
            <fact CF="85" name="Yes"/>
        </TH>
    </themes>
</TC>
```

CAS PROBLEME – RECOMMANDATION

Schéma XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- edited with XMLSPY v5 U (http://www.xmlspy.com) by Alexandre (Alexandre) -->
<!--W3C Schema generated by XMLSPY v5 U (http://www.xmlspy.com)-->
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
    <xs:include schemaLocation="global.xsd"/>
    <xs:element name="CP">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Case problem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="Explanation"/>
                <xs:element ref="definitions"/>
                <xs:element ref="recommendations"/>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="tc" type="xs:anyURI" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>URI to the XML file describing the Topological Concept </xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="name" type="xs:string" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Name of the case problem</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="cs" type="xs:anyURI" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Identification of the Case Study</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:attribute>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="Explanation">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Help understanding the case problem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="problems"/>
                <xs:element ref="Content"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
```

```
    </xs:element>
    <xs:element name="problems" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Problem to solve</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="definitions">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>List of keyword related to the case problem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="Klink" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="Content" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Documentation about the case problem from the case study that help understanding the
problem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="recommendations">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Set of recommandations</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="REC" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="answer" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Solution of the case problem according to facts chosen by the user</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="recom" type="TextHTML">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Recommandation for correcting bad chosen fact according to the context of the case
problem</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="REC">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Recommendation</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element ref="answer"/>
                <xs:element ref="recom"/>
                <xs:element ref="Klink" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute name="id" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Identification of the recommendation in the set</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:ID">
                        <xs:pattern value="REC([0-9])*"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="mincf" use="required">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>Minimum threshold of validity of the recommendation according to confidence
level of all entity used to solve the case problem.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:integer">
                        <xs:minInclusive value="-100"/>
```

```
                    <xs:maxInclusive value="100"/>
                </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
        </xs:attribute>
        <xs:attribute name="maxcf" use="required">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Maximum threshold of validity of the recommendation according to confidence
level of all entity used to solve the case problem.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:integer">
                    <xs:minInclusive value="-100"/>
                    <xs:maxInclusive value="100"/>
                </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
        </xs:attribute>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="Klink">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>link to a keyword in the glossary</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:attribute name="idref" use="required">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>Id of the keyword in the glossary</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:NCName">
                    <xs:pattern value="K([0-9])*"/>
                </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
        </xs:attribute>
    </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

Exemple de cas problème – recommandation

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="../../Xsl/cpXpert.xsl"?>
<CP name="Mode Switch" cs="../CS/riceCooker.xml" tc="KB/TC/etc_E.xml"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="../../Xsd/cp.xsd">
    <Explanation>
        <problems>
            <p>This step consists in identifying the
                candidate entry data movement “Mode Switch” of a Rice Cooker.</p>
        </problems>
        <Content>
            <p>Mode Switch Pressed event: the event is
                created by the user when selecting the cooking mode (requirement 1).</p>
            <p>The requirement use :</p>
            <p>1 The Rice Cooker must be able to cook
                rice in three Modes: fast, normal and gruel.</p>
        </Content>
    </Explanation>
    <definitions>
        <Klink idref="K7"/>
        <Klink idref="K8"/>
    </definitions>
    <recommendations>
        <REC id="REC7" mincf="-67" maxcf="69">
            <answer>
                <p>
                According to your answer you did not identify attributes and a data group for Mode Switch.
                </p>
            </answer>
            <recom>
                <p> However Mode Switch could be an entry if you did not already identified an entry for this particular
                functional process and Mode Switch was identified as a Trigger Event.</p>
```

```
            </recom>
            <Klink idref="K3"/>
            <Klink idref="K1"/>
            <Klink idref="K20"/>
        </REC>
        <REC id="REC6" mincf="80" maxcf="84">
            <answer>
                <p>According to your answers you did not identify Mode Switch as a unique data movement</p>
            </answer>
            <recom>
                <p> You did not give a positive answer about the uniqueness of this data movement. A data movement
should be counted once according to the duplicata rule.</p>
                <p>Within the scope of the functional process where it is identified, the
                   data movement is unique, that is, the processing and data attributes identified
                   are different from those of other ENTRIES included in the same functional
process.</p>
            </recom>
            <Klink idref="K37"/>
        </REC>
        <REC id="REC5" mincf="70" maxcf="79">
            <answer>
                <p>According
to your answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.</p>
            </answer>
            <recom>
                <p>Mode Switch is an ENTRY. You did not give a positive answer about
                    "only a entry". If you already counted this entry as an exit, read or write, the data movement cannot
                    be counted as an entry. All the facts should be
                    positive. You can look why you did not
                    answer positively in the explanation of the theme.</p>
                <p>The data movement does not exit, read or
write data.</p>
            </recom>
            <Klink idref="K10"/>
            <Klink idref="K16"/>
            <Klink idref="K22"/>
        </REC>
        <REC id="REC4" mincf="89" maxcf="94">
            <answer>
                <p>According
to your answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.</p>
            </answer>
            <recom>
                <p>Mode Switch is an ENTRY. You did
                    not give a positive answer about One data group . If the attribute is coming from the same data
                    group, then you cannot count more than one data movement. All the facts should be positive. You
                    can look why you did not answer positively in the explanation
                    of the theme.</p>
                <p>The
                    data movement receives data from only one data group. If inputs from more than one data group
                    are received, identify
                    one ENTRY for each group.</p>
            </recom>
            <Klink idref="K1"/>
        </REC>
        <REC id="REC3" mincf="85" maxcf="88">
            <answer>
                <p>According
toyour answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.</p>
            </answer>
            <recom>
                <p>Mode Switch is an ENTRY. You did
                   not give a positive answer about data attributes lying outside the
                   boundary. If the data attribute is coming from inside the boundary, then it is probably a data attribute
                   for an algorithm. Another explication is there is no data attributes because the entry is a triggering
                   event. Then the answer about the data group should be negative also. You can look why you did not
                   answer positively in the explanation of the theme.</p>
                <p>The data movement receives data attributes lying outside the software boundary, from
                    the user side.</p>
            </recom>
            <Klink idref="K2"/>
```

```
            <Klink idref="K3"/>
        </REC>
        <REC id="REC1" mincf="95" maxcf="100">
            <answer>
                <p>You did answer positively to all themes.</p>
            </answer>
            <recom>
                <p>Mode Switch is an ENTRY.</p>
            </recom>
        </REC>
        <REC id="REC2" mincf="-100" maxcf="-68">
            <answer>
                <p>According
                    to your answers, you did not identify Mode Switch as an Entry.</p>
            </answer>
            <recom>
                <p>You did answer negatively to more than one
                    theme.</p>
                <p>Mode Switch is an ENTRY.  You
                    should then revise the theme(s) you answered negatively.</p>
            </recom>
        </REC>
    </recommendations>
</CP>
```

ANNEXE J

Rapports générés pour la validation du prototype 2

ARBRE DE COUVERTURE

Topological Concept (12)		
KB/TC/etc_DG_MIS.xml	**Keywords (5)**	**%**
	Data Group	90
	Persistence Of Data Group	80
	Object Of Interest	70
	Data Attribute	60
	Business Software	40
	Case Problems (4)	**%**
	KB/CP/W/ecp_DG_customer_entity_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_DG_item_entity_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_DG_place_entity_W.xml (test)	90
	KB/CP/RG/ecp_DG_parameters_RG.xml (test)	80
KB/TC/etc_B.xml	**Keywords (5)**	**%**
	Boundary	90
	Scope of the Requirements	80
	Layer	50
	User	50
	Operating Environment	40
	Case Problems (5)	**%**
	KB/CP/G/ecp_B_how_to_identify_a_boundary_G.xml (test)	95
	KB/CP/RC/ecp_B_rice_cooker_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RG/ecp_B_report_generator_RG.xml (test)	90

	KB/CP/V/ecp_B_valve_control_system_V.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_B_data_warehouse_W.xml (test)	90
KB/TC/etc_DG.xml	**Keywords (4)**	**%**
	Data Group	90
	Persistence Of Data Group	80
	Object Of Interest	70
	Data Attribute	60
	Case Problems (1)	**%**
	KB/CP/G/ecp_DG_how_to_identify_a_data_group_G.xml (test)	95
KB/TC/etc_DG_RT.xml	**Keywords (4)**	**%**
	Data Group	90
	Persistence Of Data Group	80
	Object Of Interest	70
	Real Time Software	40
	Case Problems (9)	**%**
	KB/CP/RC/ecp_DG_cooking_mode_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_DG_elapsed_time_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_DG_status_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_DG_temperature_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_DG_x_seconds_clock_signal_RC.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_DG_erev_V.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_DG_flags_A_B_V.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_DG_Idl_V.xml (test)	90

	KB/CP/V/ecp_DG_t_V.xml (test)	90
KB/TC/etc_E.xml	**Keywords (4)**	**%**
	Entry	90
	Data Movement	80
	Polling	70
	Triggering Event	50
	Case Problems (8)	**%**
	KB/CP/G/ecp_E_how_to_identify_an_entry_G.xml (test)	95
	KB/CP/V/ecp_E_receive_idl_from_sensor_V.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_E_mode_switch_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_E_receive_elapsed_time_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_E_receive_triggering_event_RC.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_E_change_customer_enter_changed_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_E_change_customer_user_entry_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_E_print_stored_items_list_user_trigger_W.xml (test)	90
KB/TC/etc_X.xml	**Keywords (3)**	**%**
	Exit	90
	Data Movement	80
	Error Message	70
	Case Problems (8)	**%**
	KB/CP/G/ecp_X_how_to_identify_an_exit_G.xml (test)	95
	KB/CP/W/ecp_X_change_customer_display_customer_data_W.xml (test)	90

	KB/CP/W/ecp_X_change_customer_display_error_message_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_X_print_bill_display_information_message_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_X_print_stored_items_list_print_list_W.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_X_heater_on-off_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_X_status_to_lamp_RC.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_X_t_to_valve_V.xml (test)	90
KB/TC/etc_FP.xml	**Keywords (5)**	**%**
	Functional Process	90
	Process Models	60
	Process Actor	50
	Triggering Event	50
	Object Of Interest	40
	Case Problems (24)	**%**
	KB/CP/G/ecp_FP_how_to_identify_a_functional_process_G.xml (test)	95
	KB/CP/RG/ecp_FP_Generate_a_Report_RG.xml (test)	90
	KB/CP/RG/ecp_FP_list_of_parameters_RG.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_add_customer_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_add_place_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_delete_customer_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_delete_place_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_change_customer_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_change_place_W.xml (test)	90

	KB/CP/W/ecp_FP_deposit_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_print_bill_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_print_customer_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_print_stored_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_query_customer_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_query_place_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_query_stored_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_receive_payment_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_retrieve_item_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_FP_query_customer_W.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_FP_control_heater_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_FP_control_indicator_lamps_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_FP_set_cooking_mode_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_FP_set_target_temperature_RC.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_FP_valve_control_system_V.xml (test)	90
KB/TC/etc_L.xml	**Keywords (9)**	**%**
	Layer	90
	Scope of the Requirements	60
	Operating Environment	60
	Viewpoint	60
	Peer-to-Peer	50
	Subordinate Layer	50
	Client Layer	50

	Multi-Layer	50
	Abstraction	50
	Case Problems (1)	**%**
	KB/CP/G/ecp_L_how_to_identify_a_layer_G.xml (test)	95
KB/TC/etc_R.xml	**Keywords (3)**	**%**
	Read	90
	Data Movement	80
	Data Group	50
	Case Problems (8)	**%**
	KB/CP/G/ecp_R_how_to_identify_a_read_G.xml (test)	95
	KB/CP/W/ecp_R_change_customer_retrieve_customer_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_R_change_customer_retrieve_item_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_R_cooking_mode_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_R_target_temperature_RC.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_R_erev_from_ram_V.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_R_flags_A_B_from_rom_V.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_R_t_from_ram_V.xml (test)	90
KB/TC/etc_TE.xml	**Keywords (4)**	**%**
	Triggering Event	90
	Polling	60
	Entry	60
	Functional Process	50
	Case Problems (6)	**%**

	KB/CP/G/ecp_TE_how_to_identify_a_triggering_event_G.xml (test)	95
	KB/CP/V/ecp_TE_clock_cycle_signal_V.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_TE_clock_signal_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_TE_user_press_a_switch_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RG/ecp_TE_creating_a_report_RG.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_TE_user_trigger_W.xml (test)	90
KB/TC/etc_SU.xml	**Keywords (5)**	**%**
	User	90
	Process Actor	70
	Layer	70
	Engineered Device	70
	Software	60
	Case Problems (1)	**%**
	KB/CP/G/ecp_SU_how_to_identify_a_user_G.xml (test)	95
KB/TC/etc_W.xml	**Keywords (3)**	**%**
	Write	90
	Data Movement	80
	Data Group	50
	Case Problems (7)	**%**
	KB/CP/G/ecp_W_how_to_identify_a_write_G.xml (test)	95
	KB/CP/RC/ecp_W_cooking_mode_RC.xml (test)	90
	KB/CP/RC/ecp_W_target_temperature_RC.xml (test)	90
	KB/CP/V/ecp_W_t_V.xml (test)	90

	KB/CP/W/ecp_W_change_customer_store_customer_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_W_change_customer_store_item_data_W.xml (test)	90
	KB/CP/W/ecp_W_delete_customer_remove_customer_data_W.xml (test)	90

RAPPORT DE VALIDATION DES CONCEPTS TOPOLOGIQUES

TOPOLOGICAL CONCEPT

Data Group - MIS

Data Group

A data group is a distinct, non empty, non ordered and non redundant set of data attributes where each included data attribute describes a complementary aspect of the same object of interest. A data group is characterized by its persistence.

APPLICATION TO MIS-TYPE SOFTWARE

Measurement practice has established that, in MIS-type software, a data group is identified for each entity type found in the normalized data model of the measured software. These are usually data groups showing indefinite persistence and the software is required to store data about the entity-types concerned.

Example: in the domain of management information software, an object could be 'employee' (physical) or 'order' (conceptual) – the software is required to store data about employees or orders. Furthermore, data groups showing transient persistence (i.e. data groups about transient objects) are formed whenever there is an ad hoc enquiry which asks for data about some 'thing' about which data is not stored with indefinite persistence, but which can be derived from data stored with indefinite persistence. In such cases the transient object is the subject of the entry data movement in the ad hoc enquiry (the selection parameters to derive the required data) and of the exit data movement containing the desired attributes of the transient object.

Example: we form an ad hoc enquiry against a personnel database to extract a list of names of all employees aged over 35. This group is a transient object. The entry is a data group containing the selection parameters. The exit is a data group containing the list of names.

Also

Data Attribute

A data attribute is the smallest parcel of information, within an identified data group, carrying a meaning from the perspective of the software's Functional User Requirements.

Object Of Interest

An object of interest is identified from the point of view of the Functional User Requirements and may be any physical thing, as well as any conceptual objects or parts of conceptual objects in the world of the user about which the software is required to process and/or store data.

Persistence Of Data Group

The persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined: transient (exists only for the life of a functional process), short (beyond the life of a functional process for as long as the software is operational) and indefinite (beyond the duration of operation of the software).

There are three sets of data groups to be identified and classified:

- Data Groups representing stored (persistent) data
- Data Groups representing data crossing the boundary inbound
- Data Groups representing data crossing the boundary outbound

TH1: Identification of data attributes (95)

Why this theme?

Once identified, each candidate data group must comply with the following principles:

- A data group must be materialized within the computer system supporting the software.
- **Each identified data group must be unique and distinguishable through its unique collection of data attributes.**
- Each data group must be directly related to one object of interest described in the software's Functional User Requirements.

Rules

Among all data attributes referenced by the software to be measured, three types are distinguished. Two of them are valid for the purpose of measuring the functional size of software and one of them is not valid for this purpose.

VALID TYPES OF DATA

- Data describing or representing the user's world. This type of data attribute has a meaning that is independent of the way it is processed. An employee's name and salary have a meaning without consideration of how they will be processed by a set of functional processes, which would print pay cheques, for instance.
- Contextual data. This type of data specifies what, when or how other data are to be processed by the measured software. Its functional meaning is fully understood when considering the context in which it is referenced. Consider the following Functional User Requirement, for instance: "print report XYZ at

10:00". The specified time (10:00) does not bear its functional meaning without consideration of the context of "report XYZ". It determines when this report is to be printed.

INVALID TYPES OF DATA

- Implementation technical data This type of data is created only because a specific implementation technique has been chosen.

EXAMPLE OF DATA GROUP IDENTIFICATION

This section presents two MIS examples aimed at illustrating how data groups are identified from Functional User Requirement.

EXAMPLE 1

Consider the following Functional User Requirements:

"Permanent data must be maintained about employees and the departments in the organization. From this data the software must be able to supply the employment history of an employee, that is, the list of departments in which this employee has worked in the past".

Let us look at the data groups mentioned in this Requirement. The two most obvious groups are "Employee" and "Department", as shown in Figure 3.4.2. There is also an implicit relationship between these two data groups: an employee may be attached to many departments and a department may contain many employees. This relationship is also illustrated in Figure 3.4.2.

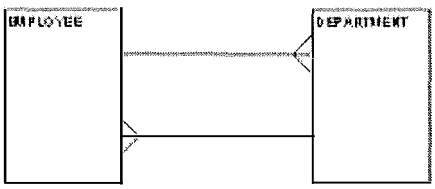


Figure 3.4.2 Examples of data groups with a "many to many" relationship

Now, in practice, the relationship has attributes of its own (the date an employee joined a department and the date he left). This relationship therefore constitutes a data group of its own, and, according to modern software engineering practices, it will be materialized as an independent data structure, as illustrated in Figure 3.4.3 below.

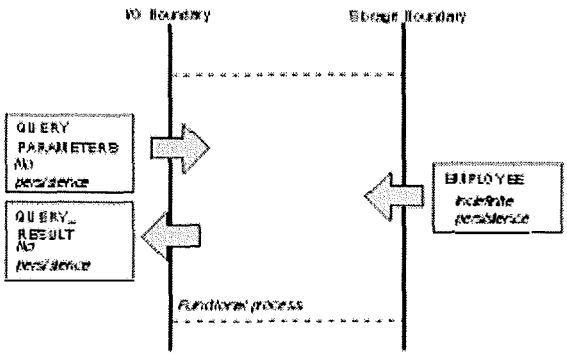


Figure 3.4.3 Examples of data groups as identified by COSMIC-FFP

EXAMPLE 2

Consider the following Functional User Requirement:

"The software must support ad hoc inquiry against a personnel database to extract a list of names of all employees aged over 35. ".

Let us look at the data groups mentioned in this Requirement. The most obvious data groups is "Employee", it is characterized (implicitly) by indefinite persistence. The selection parameters, delivered by an entry, are the sole attribute of a second data group, characterized by no persistence. A third data group, also characterized by no persistence, is formed by query results, displayed on the screen following the inquiry, since they characterized another object of interest that could be labeled "Query results". These three data groups, along with their associated data movements, are illustrated in Figure 3.4.4.



Figure 3.4.4 Examples of data groups as identified by COSMIC-FFP

Facts

- No: -99
- Yes: 95

Related definitions

Data Attribute

A data attribute is the smallest parcel of information, within an identified data group, carrying a meaning from the perspective of the software's Functional User Requirements.

Types Of Data Attribute

Among all data attributes referenced by the software to be measured, three types are distinguished. Two of them are valid for the purpose of measuring the functional size of software and one of them is not valid for this purpose.

VALID TYPES OF DATA

Data describing or representing the user's world . This type of data attribute has a meaning that is independent of the way it is processed. An employee's name and salary have a meaning without consideration of how they will be processed by a set of functional processes, which would print pay cheques, for instance.

Contextual data . This type of data specifies what, when or how other data are to be processed by the measured software. Its functional meaning is fully understood when considering the context in which it is referenced. Consider the following Functional User Requirement, for instance: "print report XYZ at 10:00". The specified time (10:00) does not bear its functional meaning without consideration of the context of "report XYZ". It determines when this report is to be printed.

INVALID TYPES OF DATA

Implementation technical data . This type of data is created only because a specific implementation technique has been chosen.

TH2: Identified data attributes are related to the same object of interest (85)

Why this theme?

Once identified, each candidate data group must comply with the following principles:

a) A data group must be materialized within the computer system supporting the software.

b) Each identified data group must be unique and distinguishable through its unique collection of data attributes.

c) Each data group must be directly related to one object of interest described in the software's Functional User Requirements.

Rules

Within the context of software's Functional User Requirements, there is a distinction between an object of interest and the data necessary to describe it; the former is represented by the data group, while the latter is represented by the data attributes. Therefore, in theory, a data group might contain only one data attribute if this is sufficient, from the perspective of the functional requirements, to describe the object of interest. In practice, such cases occur commonly in real-time type of software (e.g.

the Entry recording the tick of a real-time clock); they are less common in business application type of software.

Facts

- No: -99
- Yes: 70

Related definitions

Object Of Interest

An object of interest is identified from the point of view of the Functional User Requirements and may be any physical thing, as well as any conceptual objects or parts of conceptual objects in the world of the user about which the software is required to process and/or store data.

TH3: Persistence of data group (90)

Why this theme?

Once identified, each candidate data group must comply with the following principles:

a) A data group must be materialized within the computer system supporting the software.

b) Each identified data group must be unique and distinguishable through its unique collection of data attributes.

c) Each data group must be directly related to one object of interest described in the software's Functional User Requirements.

Rules

Persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined:

Transient: The data group does not survive the transaction using it.

Short: The data group survives the transaction using it, but does not survive when the

software using it ceases to operate.

Indefinite: The data group survives even when the software using it ceases to operate.

In practice COSMIC FFP currently only distinguishes Transient from 'Persistent' (i.e. short or indefinite) data groups

ABOUT THIS MATERIALIZATION OF A DATA GROUP

In practice, the materialization of a data group takes three forms, as illustrated in Figure 3.4.1:

a) through a physical record structure on a permanent storage device (file, database table, ROM memory, etc.); this form of data group has short or indefinite persistence,

b) through a physical structure within the computer's volatile memory (data structure allocated dynamically or through a pre-allocated block of memory space); this form of data group has short persistence or is transient,

c) through the clustered presentation of functionally related data attributes on an I/O device (display screen, printed report, control panel display, etc.), this form of data group has varying persistence, depending on the functional use of the data and the medium used by the device.

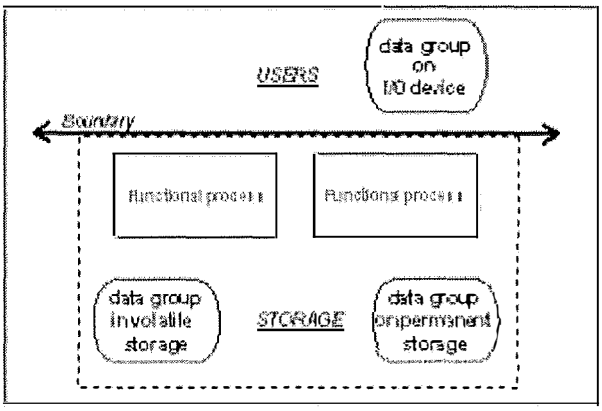


Figure 3.4.1 – COSMIC-FFP data groups and their relation to other aspects of the COSMIC-FFP software model

Facts

- No: -99
- Yes: 90

Related definitions

Persistence Of Data Group

The persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined: transient (exists only for the life of a functional process), short (beyond the life of a functional process for as long as the software is operational) and indefinite (beyond the duration of operation of the software).

There are three sets of data groups to be identified and classified:

- Data Groups representing stored (persistent) data
- Data Groups representing data crossing the boundary inbound
- Data Groups representing data crossing the boundary outbound

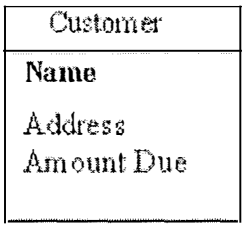
CASE PROBLEM

Customer entity

This step consists in identifying the candidate data group “Customer” of a Data Warehouse.

Explanation

Customers are identified by their Name. The bill for storage of items is sent to the customers. Therefore, the Customer's Address and the Amount due for storage fees are additional attributes of the Customer entity. The attributes of the Customer entity are thus: Customer record Name, Address, Amount due



Context

For the warehouse applications, three entity types are relevant: customers, items and storage places. The entity type Item is at the center of the problem domain.

Note that the software portfolio contains the unified set of all entity types of all of the applications in the portfolio. For any application instance extracted from this portfolio, only a subset of the entity types may be relevant. For example, customer management is not required by the manufacturing company M that operates its own warehouse. Hence, the Customer entity is irrelevant for M. Furthermore, only a subset of the attributes of an entity type may be relevant in a particular application, e.g., the value of items may be irrelevant in certain warehouse applications.

Two relationships are defined on the entity types of the portfolio. Each Item stored in the warehouse belongs to a single Customer. On the other hand, of course, a Customer may own several Items. Second, each Item is stored at a single storage Place, while a Place can accommodate several Items, provided it others enough Space. Although an Itemmay be stored on several pallets, distributed storage of Items in more than one Place is not accepted.

The relationships can be represented with additional foreign key attributes in the Item entity type. Thus, the foreign key attribute Owner represents the owns relationship, and Storage place represents the stored at relationship.

Data Group

A data group is a distinct, non empty, non ordered and non redundant set of data attributes where each included data attribute describes a complementary aspect of the same object of interest. A data group is characterized by its persistence.

REC5 [64 to 87]

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

Recommendation

"Customer" is data group.

You probably fail to answer correctly the theme about the persistence. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group and thenegativetheme.

Persistence Of Data Group

The persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined: transient (exists only for the life of a functional process), short (beyond the life of a functional process for as long as the software is operational) and indefinite (beyond the duration of operation of the software).

There are three sets of data groups to be identified and classified:

- Data Groups representing stored (persistent) data
- Data Groups representing data crossing the boundary inbound
- Data Groups representing data crossing the boundary outbound

REC4 [-26 to 63]

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

Recommendation

"Customer" is data group. You probably fail to answer correctly the theme about the identification of data attributes. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Also, it is not possible to identify a data group or it's persistence without attributes.

Data Attribute

A data attribute is the smallest parcel of information, within an identified data group, carrying a meaning from the perspective of the software's Functional User Requirements.

REC3 [88 to 96]

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

Recommendation

It is data group. You probably fail to answer correctly the theme about the relation with one object of interest. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group, 3 NF and the negative theme.

This 3 NF allows to distinguish the various groups of data.

A relation R is in *third normal form* (3NF) if and only if it is in 2 NF and every nonkey attribute is nontransitively dependent on the primary key.

A relation R is in *second normal form* (2BF) if and only if it is in 1NF and every nonkey attribute is fully dependent on the primary key.

A relation R is in *first normal form* (1NF) if and only if all underlying domains contain atomic values only. For example,

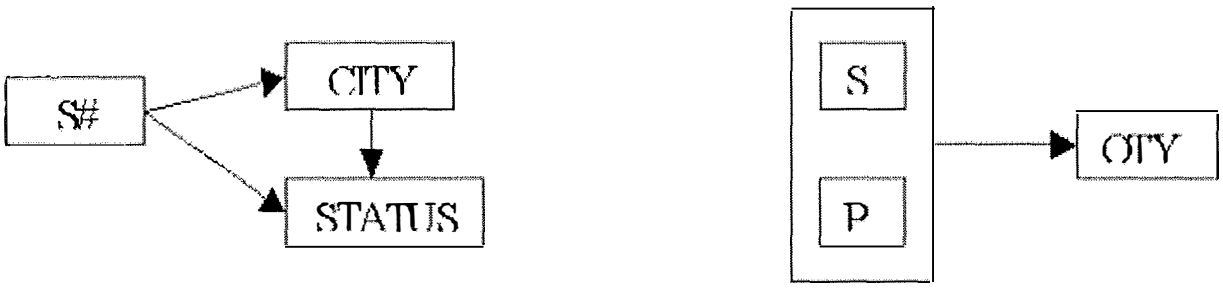


Fig. 1 Functional dependencies in the relations SC and CS



Fig. 2 Functional dependencies in the relations SC and CS

It should be clear that this new structure overcomes all the problems over update operations concerning the CITY-STATUS association.

Fig 1 and Fig 2, we see that the effect of the further restructuring has been to eliminate the transitivive dependence of STATUS on S#.

SC

S	CITY
S	London
1	Paris
S	Paris
2	London
S	Athens
3	
S	

CS

CITY	STATUS
Athens	30
London	20
Paris	10

Fig 3 Sample tabulations of SC and CS

Relations SC and CS are both 3 NF; relations SECOND is not (the primary keys for SC and CS are S# and CITY, respectively.) A relation that is in second normal form and not in third can always be reduced to an equivalent collection of 3NF relations. We have already indicated that the process is reversible, and hence that no information is lost in the reduction; however, the 3NF collection may contain information, such as the fact that the status for Rome is 50, that could not be represented in the original 2NF relation. Just as the SECOND/SP structure was a slightly better representation of the real word than the 1NF relation FIRST, se the SC/CS structure is a slightly better representation than the 2NF relation SECOND

We conclude that the level of normalization of a given relation is a matter of semantics, not a matter of the data values that happen to appear in that relation at some particular time. It Is not possible just to look at the tabulation of a given relation at a given time and to say whether or not that relation is 3NF – it is necessary to know the meaning of the data i.e. the dependencies involved, before such a judgment can be made . In particular, the DBMS cannot ensure that a relation is maintained in 3NF (or any other given form, except 1NF) without being informed of all relevant dependencies. For a relation in 3NF, however, all that is needed to inform the DBMS of those dependencies is an indication of the attribute(s) constituting the primary key. The DBMS will then know that all other attributes are functionally dependant on this attribute or attribute combination and will be able to enforce this constraint i.e. each relation has a single candidate key (a primary key and not alternate keys). For a relation is not in 3NF, additional specification would be necessary.

REC1 [98 to 100]

Answer

You answer positively to each theme.

Recommendation

Customer is a data group.

REC2 [-100 to -27]

Answer

You answer negatively to at least two themes.

Recommendation

"Customer" is a group of data corresponding to the definition of a group of data in COSMIC-FFP. You must then answer positively to each theme. Look at your negative answers and look why you answer negatively. I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group.

RAPPORT DU GÉNÉRATEUR DE TESTS

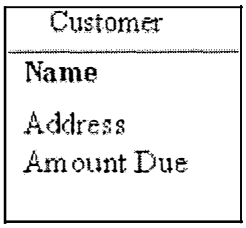
TEST FOR TC "DATA GROUP - MIS" AND CP "CUSTOMER ENTITY"

Context of case problem Customer entity

This step consists in identifying the candidate data group “Customer” of a Data Warehouse.

Explanation

Customers are identified by their Name. The bill for storage of items is sent to the customers. Therefore, the Customer's Address and the Amount due for storage fees are additional attributes of the Customer entity. The attributes of the Customer entity are thus: Customer record Name, Address, Amount due



Test 1

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	No	-99
Persistence of data group	90	No	-99
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	No	-99
Result			-100

Answer

You answer negatively to at least two themes.

REC2 [-100 to -27]

"Customer" is a group of data corresponding to the definition of a group of data in COSMIC-FFP. You must then answer positively to each theme. Look at your negative answers and look why you answer negatively. I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group.

Test 2

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	No	-99
Persistence of data group	90	No	-99
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	Yes	70
Result			-98

Answer

You answer negatively to at least two themes.

REC2 [-100 to -27]

"Customer" is a group of data corresponding to the definition of a group of data in COSMIC-FFP. You must then answer positively to each theme. Look at your negative answers and look why you answer negatively. I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group.

Test 3

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	No	-99
Persistence of data group	90	Yes	90
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	No	-99
Result			-95

Answer

You answer negatively to at least two themes.

REC2 [-100 to -27]

"Customer" is a group of data corresponding to the definition of a group of data in COSMIC-FFP. You must then answer positively to each theme. Look at your negative answers and look why you answer negatively. I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group.

Test 4

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	No	-99
Persistence of data group	90	Yes	90
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	Yes	70
Result			-23

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

REC4 [-26 to 63]

"Customer" is data group. You probably fail to answer correctly the theme about the identification of data attributes. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group and the negative theme. Also, it is not possible to identify a data group or it's persistence without attributes.

Test 5

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	Yes	95
Persistence of data group	90	No	-99
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	No	-99
Result			-82

Answer

You answer negatively to at least two themes.

REC2 [-100 to -27]

"Customer" is a group of data corresponding to the definition of a group of data in COSMIC-FFP. You must then answer positively to each theme. Look at your negative answers and look why you answer negatively. I suggest revising the text and/or the definition of what is a data group.

Test 6

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	Yes	95
Persistence of data group	90	No	-99
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	Yes	70
Result			64

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

REC5 [64 to 87]

"Customer" is data group.

You probably fail to answer correctly the theme about the persistence. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group and thenegativetheme.

Test 7

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	Yes	95
Persistence of data group	90	Yes	90
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	No	-99
Result			88

Answer

According to your answers, you did not identify Customer as a data group.

REC3 [88 to 96]

It is data group. You probably fail to answer correctly the theme about the relation with one object of interest. I suggest reviewing the text and/or the definition of what is a data group, 3 NF and the negative theme.

This 3 NF allows to distinguish the various groups of data.

A relation R is in *third normal form* (3NF) if and only if it is in 2 NF and every nonkey attribute is nontransitively dependent on the primary key.

A relation R is in *second normal form* (2BF) if and only if it is in 1NF and every nonkey attribute is fully dependent on the primary key.

A relation R is in *first normal form* (1NF) if and only if all underlying domains contain atomic values only. For example,

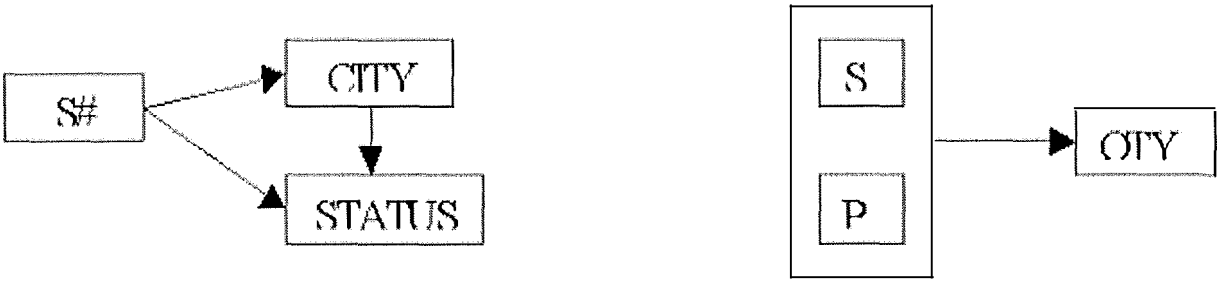


Fig. 1 Functional dependencies in the relations SC and CS



Fig. 2 Functional dependencies in the relations SC and CS

It should be clear that this new structure overcomes all the problems over update operations concerning the CITY-STATUS association.

Fig 1 and Fig 2, we see that the effect of the further restructuring has been to eliminate the transitivive dependence of STATUS on S#.

SC

S	CITY
S	London
1	Paris
S	Paris
2	London
S	Athens
3	
S	

CS

CITY	STATUS
Athens	30
London	20
Paris	10

Fig 3 Sample tabulations of SC and CS

Relations SC and CS are both 3 NF; relations SECOND is not (the primary keys for SC and CS are S# and CITY, respectively.) A relation that is in second normal form and not in third can always be reduced to an equivalent collection of 3NF relations. We have already indicated that the process is reversible, and hence that no information is lost in the reduction; however, the 3NF collection may contain information, such as the fact that the status for Rome is 50, that could not be

represented in the original 2NF relation. Just as the SECOND/SP structure was a slightly better representation of the real word than the 1NF relation FIRST, se the SC/CS structure is a slightly better representation than the 2NF relation SECOND

We conclude that the level of normalization of a given relation is a matter of semantics, not a matter of the data values that happen to appear in that relation at some particular time. It Is not possible just to look at the tabulation of a given relation at a given time and to say whether or not that relation is 3NF – it is necessary to know the meaning of the data i.e. the dependencies involved, before such a judgment can be made . In particular, the DBMS cannot ensure that a relation is maintained in 3NF (or any other given form, except 1NF) without being informed of all relevant dependencies. For a relation in 3NF, however, all that is needed to inform the DBMS of those dependencies is an indication of the attribute(s) constituting the primary key. The DBMS will then know that all other attributes are functionally dependant on this attribute or attribute combination and will be able to enforce this constraint i.e. each relation has a single candidate key (a primary key and not alternate keys). For a relation is not in 3NF, additional specification would be necessary.

Test 8

Themes	CF	Chosen fact	CFF
Identification of data attributes	95	Yes	95
Persistence of data group	90	Yes	90
Identified data attributes are related to the same object of interest	85	Yes	70
Result			99

Answer

You answer positively to each theme.

REC1 [98 to 100]

Customer is a data group.

ANNEXE K

Développement des prototypes 1a et 2

DEFINITION DES TYPES DE DOCUMENTS

Première façon (Prototype 1a)

Définition du sous-ensemble XHTML

Afin de retrouver dans la vue crée par le XSL les paragraphes, listes et images des documents RTF originaux, il faut pouvoir représenter en XML ces entités. Pour cela, nous avons défini un type de données appelé **TextHTML** et basé sur XHTML. Nous utiliserons ce type de données dans la description de tous les types de documents.

Nous aurions pu utiliser les schémas XML pour XHTML fournis par le W3C pour définir notre type TextHTML mais cela rend les choses plus compliquées. De plus les navigateurs Internet actuels ne sont pas encore compatible avec la norme XHTML, nous avons donc définit un type à base de la norme HTML mais compatible avec le méta langage XML et qui peut être visualisé grâce aux navigateurs actuels.

Voici une représentation graphique du type TextHTML générée par l'outil XMLSpy.

TextHTML

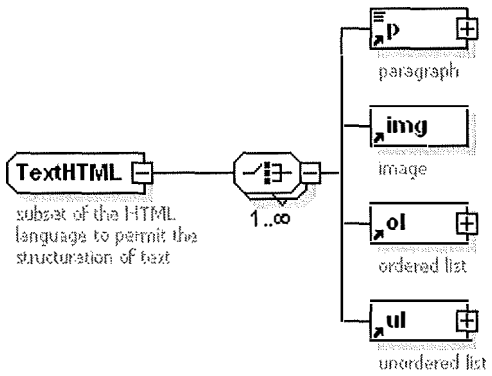


Figure 1 : type TextHTML

Chaque rectangle dans le schéma représente un élément XML pouvant être utilisé pour décrire une partie de document dans le langage. Chaque élément peut contenir un type de données.

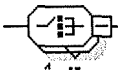


Figure 2: Choix

La Figure 2 représente un choix. Ce mécanisme dans un schéma signifie que l'élément ou le type à gauche peut contenir n'importe quel élément se trouvant à droite. Une cardinalité peut-être associée à ce symbole et représente le nombre minimal et maximal d'élément de droite contenu dans l'élément de gauche.

TextHTML est un type de données complexe car il peut contenir d'autres éléments ayant eux même un type de données.

Un élément de type TextHTML peut contenir un à plusieurs des éléments suivants :

Élément	Description	Type de données	Attributs	
p	Délimite un paragraphe	InsideP	align	Détermine la position horizontal du paragraphe (left,center,rght)
img	Détermine l'emplacement d'une image à insérer	Vide	src	URL de l'image à insérer
			height	Hauteur de l'image
			width	Largeur de l'image
ol	Liste ordonnée			
ul	Liste non ordonnée			

InsideP

InsideP est un type complexe dit mixe car il peut contenir du texte et des éléments mélangés.

Annexe K

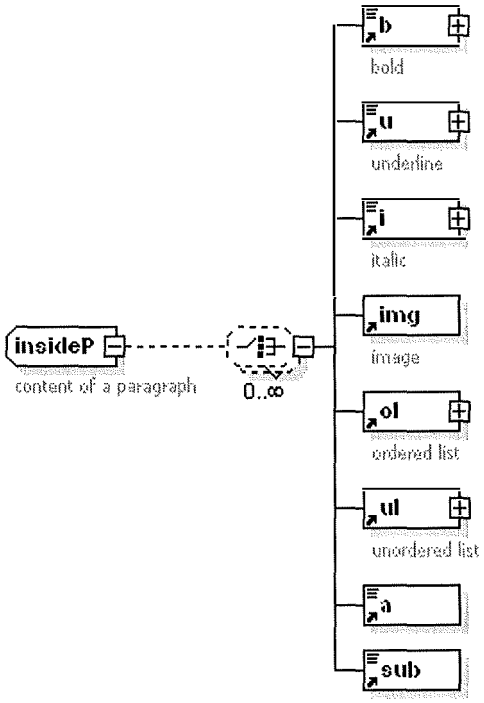


Figure 3: type InsideP

Élément	Description	Type de données	Attributs	
b	Délimite un texte en gras	InsideP		
u	Délimite un texte souligné	InsideP		
i	Délimite un texte en italique	InsideP		
img	Détermine l'emplacement d'une image à insérer	Vide	src	URL de l'image à insérer
			height	Hauteur de l'image
			width	Largeur de l'image
ol	Liste ordonnée			
ul	Liste non ordonnée			
a	Insère un lien hypertexte	Texte	href	URL de destination du lien
			target	Le nom de la fenêtre dans lequel il doit s'ouvrir
sub	Délimite un texte qui doit apparaître en indice	Texte		

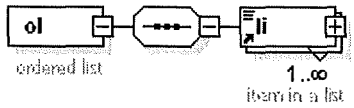


Figure 4 : liste ordonnée

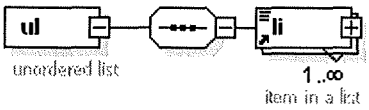


Figure 5: liste non-ordonnée

Élément	Description	Type de données	Attributs	
li	Délimite une ligne d'une liste	InsideP		



Figure 6: Séquence

La Figure 6 représente une séquence. Ce mécanisme dans un schéma signifie que l'élément de gauche peut contenir une suite ordonnée d'éléments définis à droite du symbole.

Exemple

L'exemple ci-dessous est le texte de la définition du mot clé « Persistence of data group ». La définition est composée de deux paragraphes dont le dernier contient une liste.

Ce texte est une instance du type TextHTML défini par le schéma représenté à la Figure 1.

```
<p>
The persistence of a data group is a quality describing the how long the data group is retained in the context of the Functional User Requirements. Three types of persistence are defined: transient (exists only for the life of a functional process), short (beyond the life of a functional process for as long as the software is operational) and indefinite (beyond the duration of operation of the software).
</p>
<p>
    There are three sets of data groups to be identified and classified:
    <ul>
        <li>Data Groups representing stored (persistent) data</li>
        <li>Data Groups representing data crossing the boundary inbound</li>
        <li>Data Groups representing data crossing the boundary outbound</li>
    </ul>
</p>
```

Mot-clé

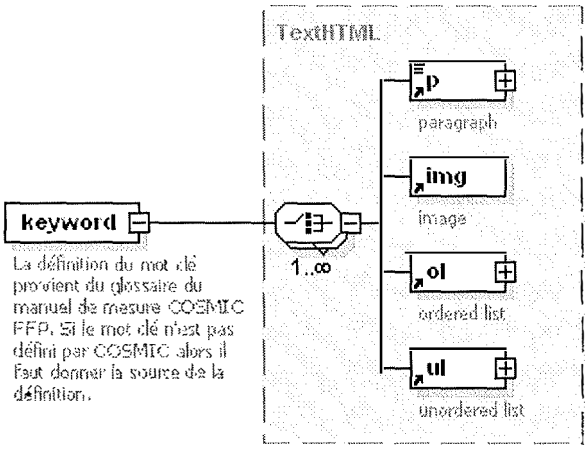


Figure 7: Document Mot-Clé

Élément	Description	Type de données	Attributs	
keyword	Délimite une définition et représente un mot clé	TextHTML	name	Le nom du mot clé
			ref	La référence de la définition

Concept topologique

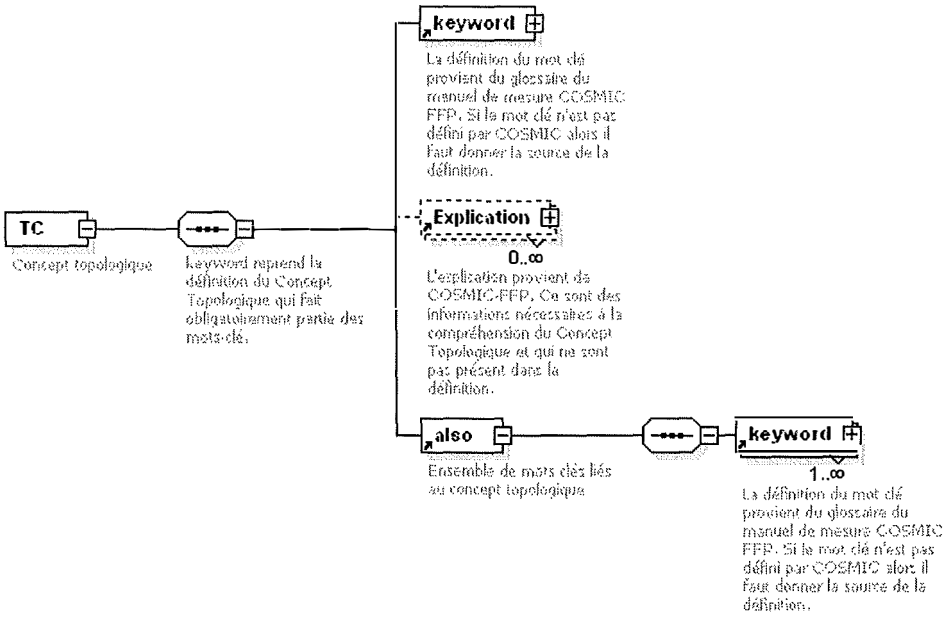


Figure 8 : Document Concept Topologique

Élément	Description	Type de données	Attributs	
TC	Délimite un concept topologique		name	Nom du concept topologique
keyword	Délimite une définition du mot clé associé au concept topologique	TextHTML	name	Le nom du mot clé
			ref	La référence de la définition
Explication	Délimite une éventuelle explication du concept topologique	TextHTML	name	Le titre de l'explication
also	Délimite l'ensemble des mots-clés liés au concept topologique			

Cas problème

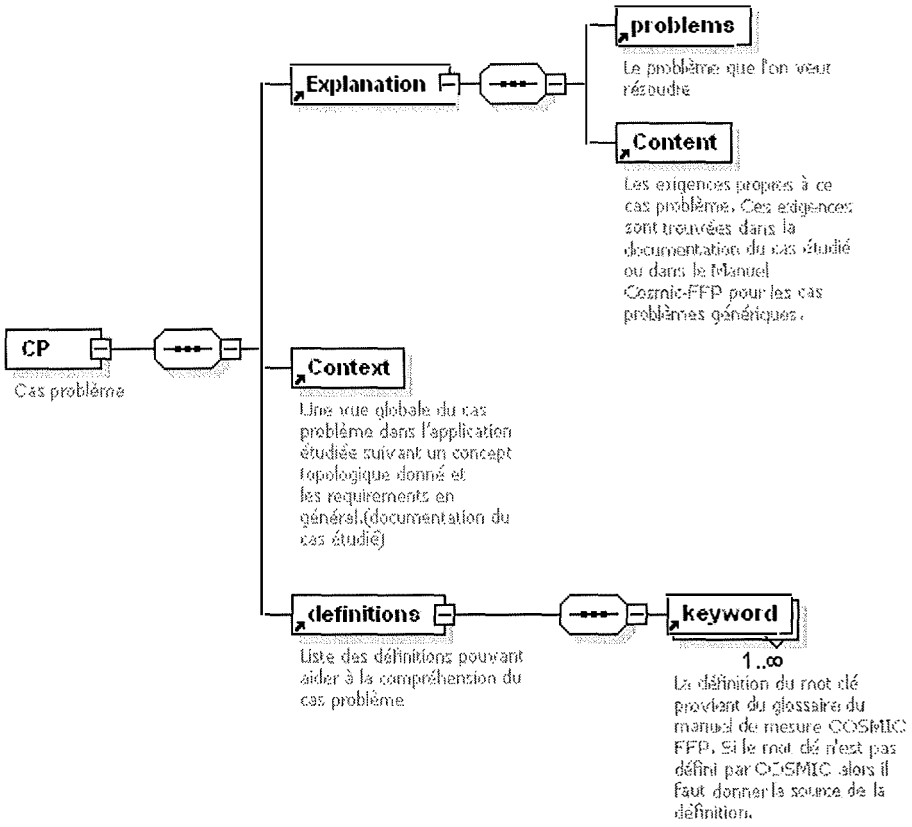


Figure 9 : Document Cas Probème

Élément	Description	Type de données	Attributs	
CP	Délimite un cas problème		name	Nom du cas problème
			tc	URL vers le fichier du Concept Topologique associé
			cs	Identifiant de l'étude de cas d'où est extrait le cas problème
Explanation	Délimite l'explication du cas problème			
problems	Délimite à l'intérieur de l'explication la problématique	TextHTML		
Content	Délimite le contenu de	TextHTML		

Élément	Description	Type de données	Attributs	
Context	l'explication Délimite le contexte du cas problème	TextHTML		
Definitions	Délimite une séquence de mot clé			
keyword	Idem que dans les autres documents			

Thème

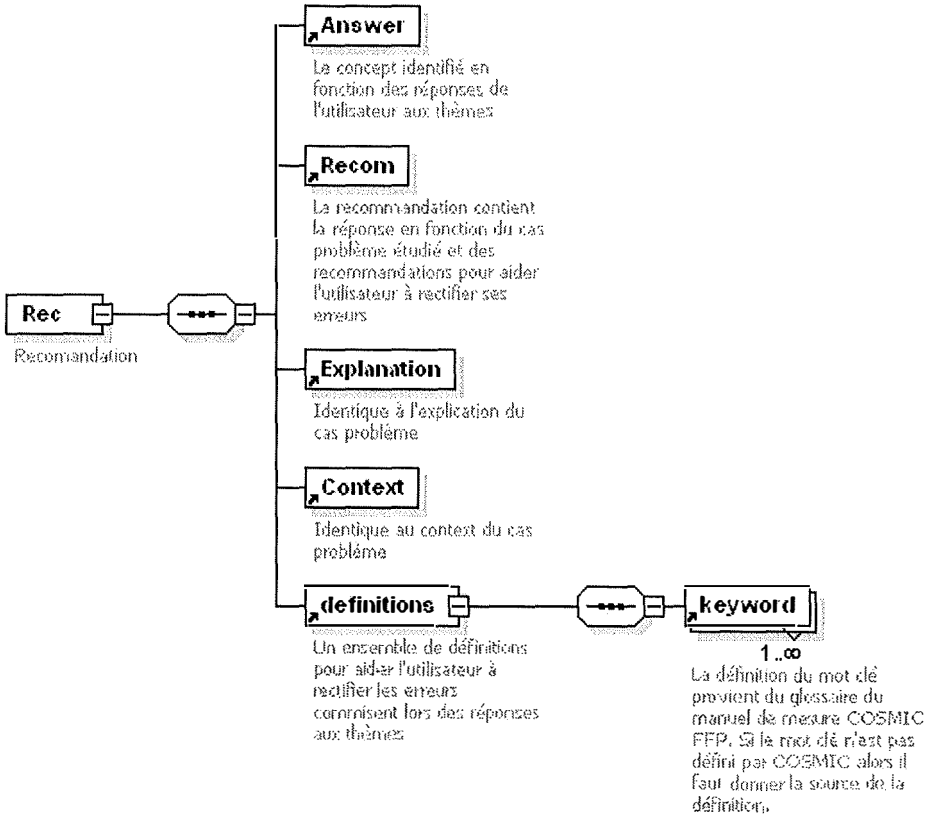


Figure 10 : Document Thème

Élément	Description	Type de données	Attributs	
TH	Délimite un thème		name	Nom du thème
			tc	URL vers le fichier du Concept Topologique associé

Élément	Description	Type de données	Attributs	
			cs	Identifiant de l'étude de cas d'où est extrait le cas problème
			cp	URL vers le fichier du cas problème associé
Why	Délimite l'explication de la présence d'un thème	TextHTML		
Context	Délimite le context du cas problème	TextHTML		
Rules	Délimite d'éventuelles règles de Cosmic FFP liées à ce thème	TextHTML		
Definitions	Délimite une séquence de mot clé			
keyword	Idem que dans les autres documents			

Recommandation

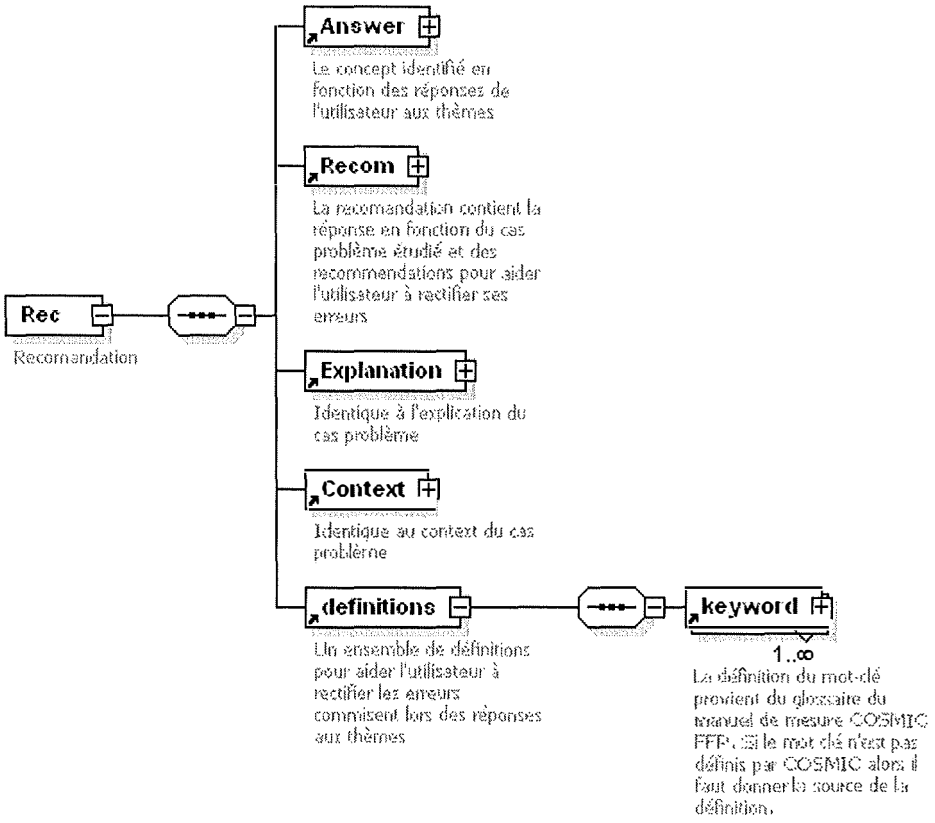


Figure 11 : Document Recommandation

Élément	Description	Type données	deAttributs	
Rec	Délimite le document recommandation		tc	URL vers le fichier du Concept Topologique associé
			cs	Identifiant de l'étude de cas d'où est extrait le cas problème
			cp	URL vers le fichier du cas problème associé
Answer	Délimite la réponse	TextHTML		
Recom	Délimite la	TextHTML		

Élément	Description	Type de données	Attributs	
	recommandation proprement dite			
Explanation	Délimite l'explication du cas problème	TextHTML		
Context	Idem que dans le document Cas Problème			
Definitions	Délimite une séquence de mot clé			
keyword	Idem que dans les autres documents			

Traduction des RTF en XML

Maintenant que tous les types de documents sont définis de façon formelle par des schémas XML, les fichiers RTF peuvent être traduits dans les langages définis par les schémas des types de documents.

Cette étape est difficilement automatisable dû au fait que les fichiers RTF de CosmicXpert ne suivent pas un patron définissant les différents styles de titres. Ce qui aurait pu nous aider à retrouver automatiquement les différentes parties des documents.

La traduction s'est faite en deux étapes, la première a été de traduire de façon automatique les RTF en HTML et de les filtrer pour ne conserver que les éléments autorisés par le type TextHTML.

Les fichiers HTML obtenus ont été ensuite transformés manuellement pour respecter les différents schémas XML en fonction du type de document.

Deuxième façon (Prototype 2)

Détecter la redondance

La première façon de définir les types de document a mis en évidence l'importance de la redondance dans l'ensemble des fichiers.

La technique utilisée pour détecter la redondance est de construire un diagramme de classes UML reprenant tous les concepts repris dans les différents types de documents et de les lier entre eux.

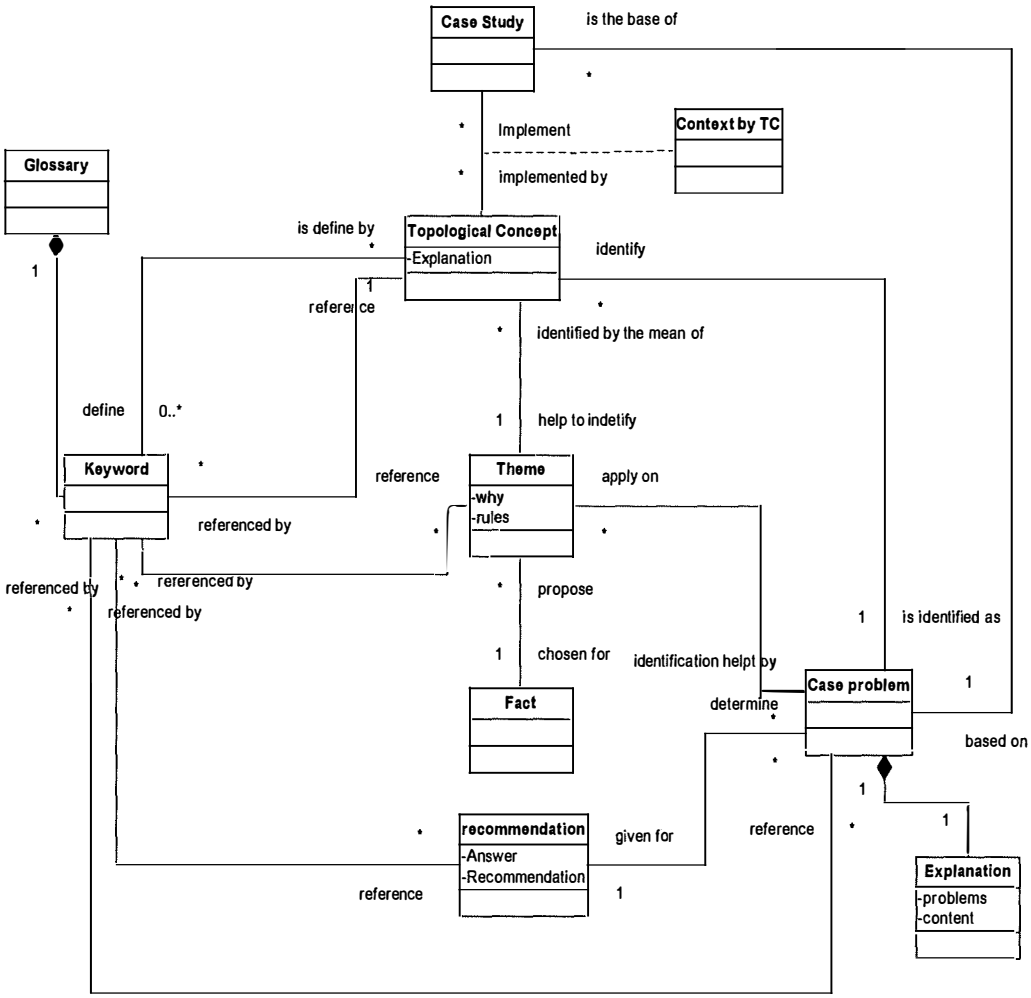


Figure 12 : Diagramme des types de documents

Mot-clé (keyword)

Les mots-clés constituent une première source de redondance. Des définitions sont présentes dans tous les types de documents.

Une solution serait donc d'extraire les mots-clés de tous les documents et de les rassembler dans un glossaire (glossary). La redondance serait enlevée et la maintenance des définitions simplifiées. On aurait ainsi la certitude que dans tous les documents un mot-clé possède la même définition.

Concept Topologique (Topological Concept)

Le problème de la redondance dans les Concept Topologique est solutionné par la création d'un glossaire.

Cas problème (Case problem)

Lors de la traduction des RTF en XML on a constaté que le contexte d'un cas problème est presque toujours identique pour tous les cas problèmes extraits d'une même étude de cas et spécifique au concept topologique que l'on cherche à identifier.

C'est pour ça que sur le diagramme on a ajouté la classe Étude de cas (Case Study) et que le contexte d'un cas problème (Context by TC) est un attribut de l'association qui lie l'étude de cas au concept topologique.

Thème (Theme)

Dans la première façon de définir les types de documents, chaque document thème est associé à un et un seul document de cas problème.

Nous avons constaté cependant que les thèmes visant à identifier le même concept topologique étaient presque tous identiques. Donc si nous associons les thèmes aux concepts topologiques au lieu de les associer au cas problème nous réduiront considérablement le nombre de fichier.

Cette modification implique cependant des modifications au logiciel éventuel qui utilise la base de connaissances. Dans le cas de CosmicXpert le lien entre les fichiers est réalisé par une base de données, cette base de donnée devrait être modifiée en conséquence.

Recommandation (Recommendation)

Les recommandations ne sont pas une source de redondance, si ce n'est le fait que comme d'autres types de documents, elle reprend beaucoup d'information concernant le cas problème.

Définir une nouvelle organisation de l'information

Pour rappel la deuxième façon de définir les types de documents décrits dans la chartre de structuration, consiste à voir ces types de documents comme des vues sur une nouvelle organisation de l'information. Il faut donc définir cette nouvelle organisation de l'information.

Jusqu'à présent c'était la base de donnée associée à la base de connaissances de CosmicXpert qui se chargeait des liens entre les fichiers. Les informations contenues dans

cette base de données peuvent désormais être ajoutées dans la nouvelle organisation de l'information. Ainsi certains liens entre les concepts pourront être vérifiés plus aisément.

Les données que contient la base de données sont les pourcentages (confidence) associés aux liens entre les différents concepts. La base de données contient également les données qui permettent en fonction des faits choisis (fact) de déterminer la recommandation à proposer à l'utilisateur.

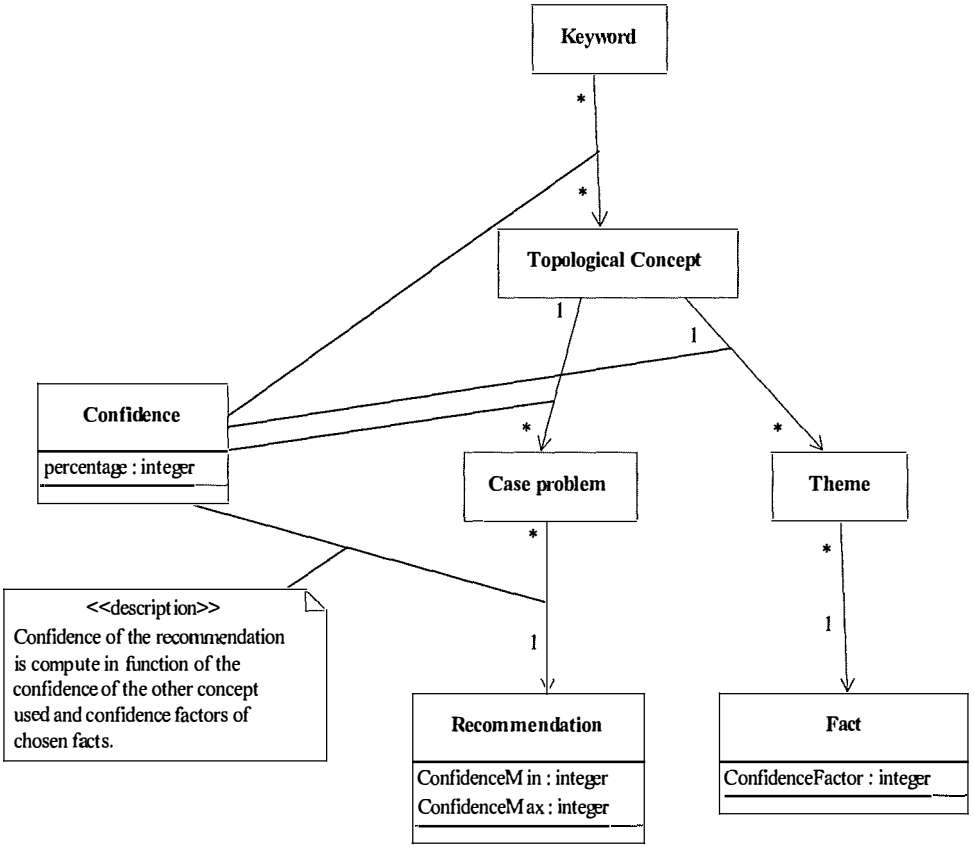


Figure 13 : Liens contenu dans la base de données

Unités de stockage

Les unités de stockage après réingénierie suivant la première façon est identique aux unités de stockage avant réingénierie. C'est à dire que dans la base de connaissances composée de fichier RTF, nous avions un fichier par mot-clé, un par concept topologique, un par cas problème, un par thème et un par recommandation. Nous avions donc un fichier par vue utilisateur. On obtient la même chose avec la réingénierie suivant la première façon.

Par contre maintenant que l'on peut dissocier les vues et les données nous pouvons réduire considérablement le nombre de fichiers tout en conservant le nombre de vues en enlevant les redondances détectées ci-dessus.

Nous allons donc rassembler les concepts apparentés dans un même type de fichier, nous créerons ensuite un schéma XML pour définir la structure de ce type fichier.

Nous avons identifié cinq types de fichiers XML :

1.Glossaire
2.Concept Topologique
3.Cas Problème
4.Etude de Cas
5.Expert

Les différents types de fichier contiennent des liens vers les autres types de fichiers. Ces liens sont souvent représentés par une URL. Le schéma ci-dessous reprend les liens entre les types de fichiers.

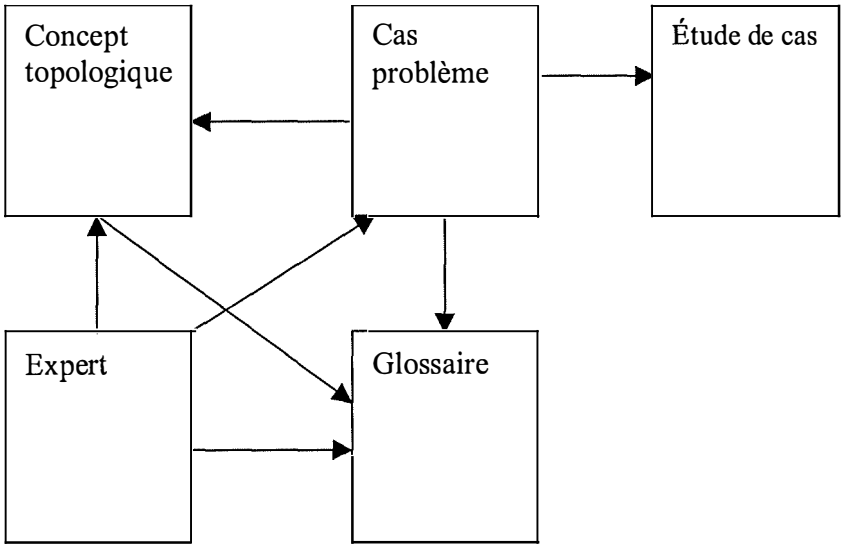


Figure 14 : Lien entre les types de fichier

Le **glossaire** reprend tous les mots-clés que l'on rencontre dans la base de connaissances avec leur définition.

Les fichiers de type **Concept Topologique** contiennent toutes les informations qui concernent le concept topologique, ses thèmes et faits associés.

Les fichiers de type **Cas Problème** contiennent les informations sur le cas problème et les recommandations associées à ce cas problème.

Les fichiers de type **Étude de cas** reprennent plusieurs formulations des spécifications de l'étude de cas classées par concept topologique à identifier. Ce fichier peut contenir également des informations générales sur l'étude de cas.

Le fichier **Expert** remplace la base de données du prototype précédent. Il contient les liens entre les connaissances et permet d'effectuer les recherches parmi celles-ci.

Définir de nouveaux types de fichier

Glossaire

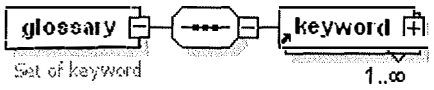


Figure 15 : Document Glossaire

Élément	Description	Type de données	Attributs	
glossary	Délimite le document glossaire			
keyword	Délimite un mot clé et sa définition	TextHTML	id	Identifiant permettant de retrouver le mot-clé dans le glossaire
			name	Nom du mot-clé
			ref	Référence de la définition

Concept topologique

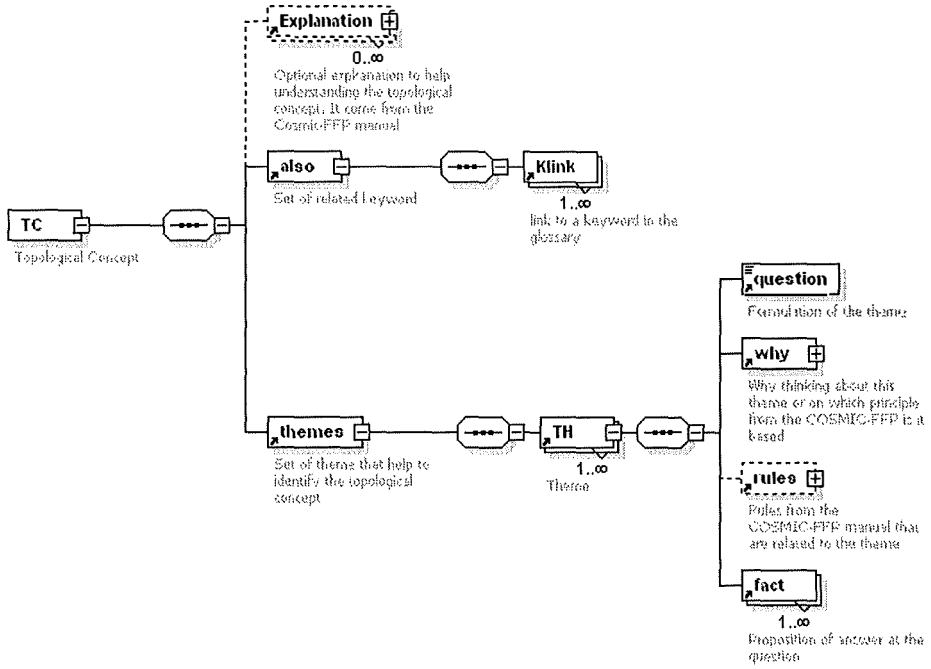


Figure 16 : Document Concept Topologique

Élément	Description	Type de données	Attributs	
TC	Délimite le document Concept Topologique		name	Nom du concept topologique
			defID	Identifiant du mot-clé définissant le concept topologique
Explanation	Délimite une éventuelle explication de concept topologique	TextHTML	name	Titre de l'explication
also	Délimite une série de mot-clé relatif au concept topologique			
Klink	Représente un lien vers un mot-clé du glossaire	vide	idref	Identifiant du mot-clé lié dans le glossaire
Themes	Délimite les thèmes associés au concept topologique			
TH	Délimite un thème		id	Identifiant du thème

Élément	Description	Type de données	Attributs	
			cf	Pourcentage du lien entre le thème et son concept topologique
question	Délimite la formulation du thème en question	Text		
why	Délimite l'explication de la présence du thème	TextHTML		
rules	Délimite d'éventuelles règles apparentées au thème et provenant du manuel de mesure de Cosmic FFP	TextHTML		
fact	Délimite un fait	vide	name	Nom du fait
			CF	Facteur permettant le calcul pour déterminer la recommandation à proposer

Cas problème

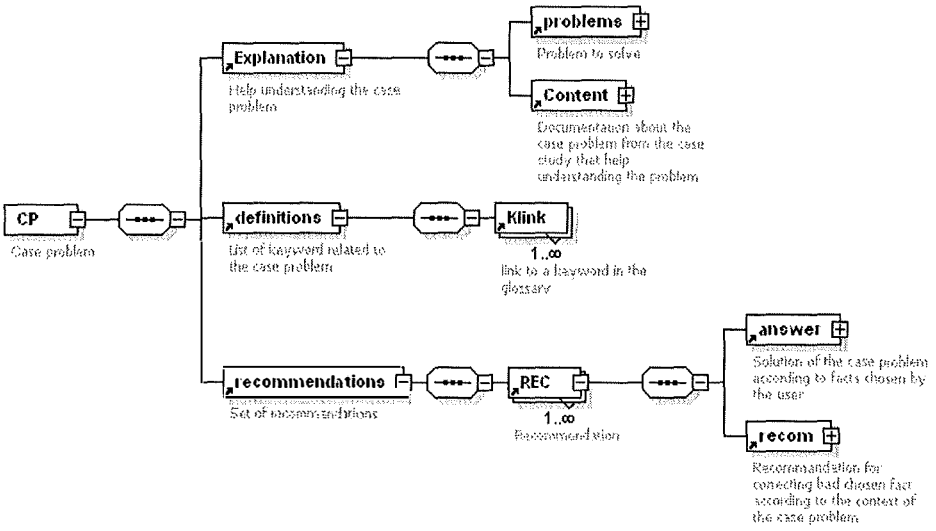


Figure 17 : Document Cas Problème

Élément	Description	Type de données	Attributs	
CP	Délimite le document Cas problème		name	Nom du cas problème
			tc	URL vers le fichier du concept topologique à identifier
			cs	URL vers le fichier décrivant l'étude de cas d'où est extrait le cas problème
Explanation	Délimite l'explication du cas problème			
problems	Délimite le problème à résoudre	TextHTML		
Content	Délimite le contenu de l'explication	TextHTML		
definitions	Délimite une série de mot-clé			
Klink	Idem que dans le concept topologique			
recommendations	Délimite une série de recommandations			
REC	Délimite une recommandation	TextHTML	id	Numéro de la recommandation
			mincf	Borne inférieur de validité
			maxcf	Borne supérieur de validité
answer	Délimite la réponse	TextHTML		
recom	Délimite le texte de la recommandation	TextHTML		

Étude de cas

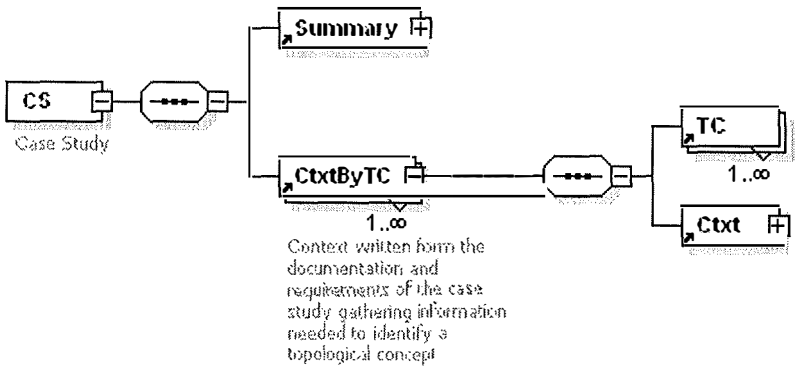


Figure 18 : Document étude de cas

Élément	Description	Type de données	Attributs	
CS	Délimite le document étude de cas.		name	Nom du cas problème
			ref	URL vers un éventuel document explicatif du cas problème
Summary	Délimite un résumé du cas d'étude	TextHTML		
CtxtbyTC	Délimite les contextes			
TC	Délimite le contenu de l'explication	vide	TCref	URL vers le fichier du concept topologique pour leque le contexte à été rédigé
Ctxt	Délimite un contexte	TextHTML		

Expert

Nous avons réparti les informations contenues dans la base de données Access dans les différents types de fichiers. Cependant certaines informations ne sont pas liées directement à un type de fichier mais plutôt à l'association entre eux, c'est pourquoi nous avons créé le type de fichier Expert. Ce dernier reprend les liens entre les fichiers et les informations qui sont associées à ces liens.

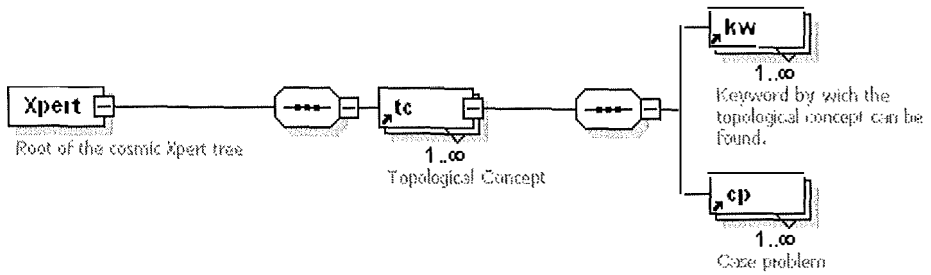


Figure 19 : Document expert

Élément	Description	Type de données	Attributs	
Xpert	Délimite le document expert.			
tc	Délimite un concept topologique		href	URL vers le fichier décrivant le concept topologique
kw	Représente un mot-clé par lequel on peut retrouver le concept topologique associé	vide	idRef	Identifiant du mot-clé dans le glossaire
			cf	Pourcentage associé au lien entre le mot-clé et le concept topologique
cp	Représente un cas problème associé au concept topologique	vide	href	URL vers le fichier décrivant le cas problème
			cf	Pourcentage associé au lien entre le cas problème et le concept topologique

Définir les vues

A chaque nouveau type de fichier défini ci-dessus, plusieurs vues peuvent être définies afin de fournir les informations désirées à l'utilisateur.

Dans les langages que nous avons choisi pour restructurer la base de connaissances, c'est le langage XSL qui est utile pour décrire les vues. Des paramètres peuvent être associés aux vues.

Décrivons les vues nécessaires pour chacun des types de fichiers.

Glossaire

L'objectif du glossaire est de fournir la définition d'un mot clé. Une seule vue est associée à ce type de fichier. Elle reçoit en paramètre l'identifiant du mot-clé à afficher.

Les informations affichées correspondent à la description d'un document mot-clé dans la charte de structuration.

Concept topologique

Le fichier de type concept topologique reprend deux vues, celle décrite par les documents concept topologique et thèmes de la charte.

La vue du document concept topologique utilise le glossaire pour afficher les définitions relatives au concept topologique décrit.

La seconde vue, celle des thèmes reçoit comme paramètre l'identifiant du thème à expliquer ainsi que l'identifiant (le nom de fichier) du cas problème. Le fichier de type cas problème fournit le contexte pour lequel l'utilisateur veut appliquer le thème.

Cas problème

Au type de fichier cas problème est associé deux vues. La première correspond au document cas problème décrit dans la charte de structuration. La seconde correspond au document recommandation.

Les deux vues prennent des paramètres. La vue du cas problème doit connaître le concept topologique à identifier afin de retrouver le contexte général décrivant l'étude de cas pour ce concept topologique. Les contextes se trouvent dans le fichier de type étude de cas.

La vue des recommandations reçoit en paramètre le pourcentage calculé en fonction des faits choisis par l'utilisateur. Elle affiche la recommandation en vigueur pour ce pourcentage.

Traduire les documents

La première façon de définir les types documents nous a conduit à créer une première base de connaissances au format XML. Nous allons pouvoir utiliser cette première version de la base de connaissances pour créer une nouvelle qui respecte la deuxième façon de définir les documents.

Le langage XSL que nous avons utilisé pour décrire les vues, décrit en réalité comment transformer le fichier XML source en un fichier HTML pouvant être visualisé par un navigateur internet. Nous pouvons également utiliser le langage XSL pour décrire la traduction des fichiers XML de la première base de connaissances en d'autres fichiers XML respectant les schémas de la deuxième façon.

La réalisation de la seconde base de connaissances peut-être fortement automatisée. Nous avons cependant ajouté manuellement les informations provenant de la base de données Access.

CREATION DU PROTOTYPE 2

La base de connaissances obtenue après la réingénierie n'est plus compatible avec l'application qui l'utilisait.

Le premier prototype peut être modifié pour fonctionner avec la nouvelle base de connaissances. Les modifications sont conséquentes et les technologies utilisées pour ce premier prototype tentent à devenir obsolètes. De plus les technologies utilisées dans la réingénierie de la base de connaissances encouragent un portage de l'application sur l'Internet pour en faciliter l'accès.

Ce qui permet, dans le cadre de la validation de la base de connaissances, d'élargir le champ des testeurs et de récolter plus facilement des suggestions.

C'est pour toutes ces raisons que nous avons opté pour le développement d'un nouveau prototype utilisant les technologies de l'Internet.

Besoins utilisateurs

Etant donné que nous développons un second prototype, nous pouvons reprendre l'analyse des besoins du premier[1]. Nous nous limiterons cependant aux besoins liés à l'utilisateur et non à ceux liés aux experts.

Les fonctionnalités du second prototype sont limitées à l'outil de diagnostic. Nous n'avons pas intégré les fonctionnalités de maintenance de la base de connaissances.

La maintenance de la base de connaissances peut être exécutée grâce à un éditeur XML. Il est pour l'instant nécessaire de connaître XML et HTML pour maintenir la base de connaissances.

Des fonctionnalités concernant la vérification et la validation de la base de connaissances ont été intégrées.

Développement

Page JSP

Pour développer le prototype nous avons choisi la technologie Java Server Page.

Java Server Page (JSP) est une technologie qui a pour but de contrôler le contenu ou l'apparence d'une page Internet par l'utilisation de servlets. Les servlets sont de petits programmes qui sont décrits dans les pages Internet et qui s'exécutent sur le serveur Internet afin de modifier la page Internet avant de l'envoyer vers l'utilisateur qui la demandé. JSP est comparable à la technologie Active Server Page (ASP) de Microsoft. Une page JSP appelle un programme Java qui s'exécute sur le serveur.

Nous avons combiné JSP avec XSL décrit plus haut afin de produire les différentes vues de la base de connaissances et les fonctionnalités de l'outil de diagnostic.

La technologie JSP va nous permettre de transformer du côté du serveur les fichiers XML pour les visualiser. Nous avons voulu éviter de laisser ce travail au navigateur Internet car seule les dernières versions sont capables de le faire et certaine transformation impliquant

[1] Voire thèse de Tim Kussing, Design and implementation of a diagnostic prototype, 2002

plusieurs fichiers XML sont plus faciles à réaliser avec la combinaison de JSP et XSL qu'avec XSL tout seul.

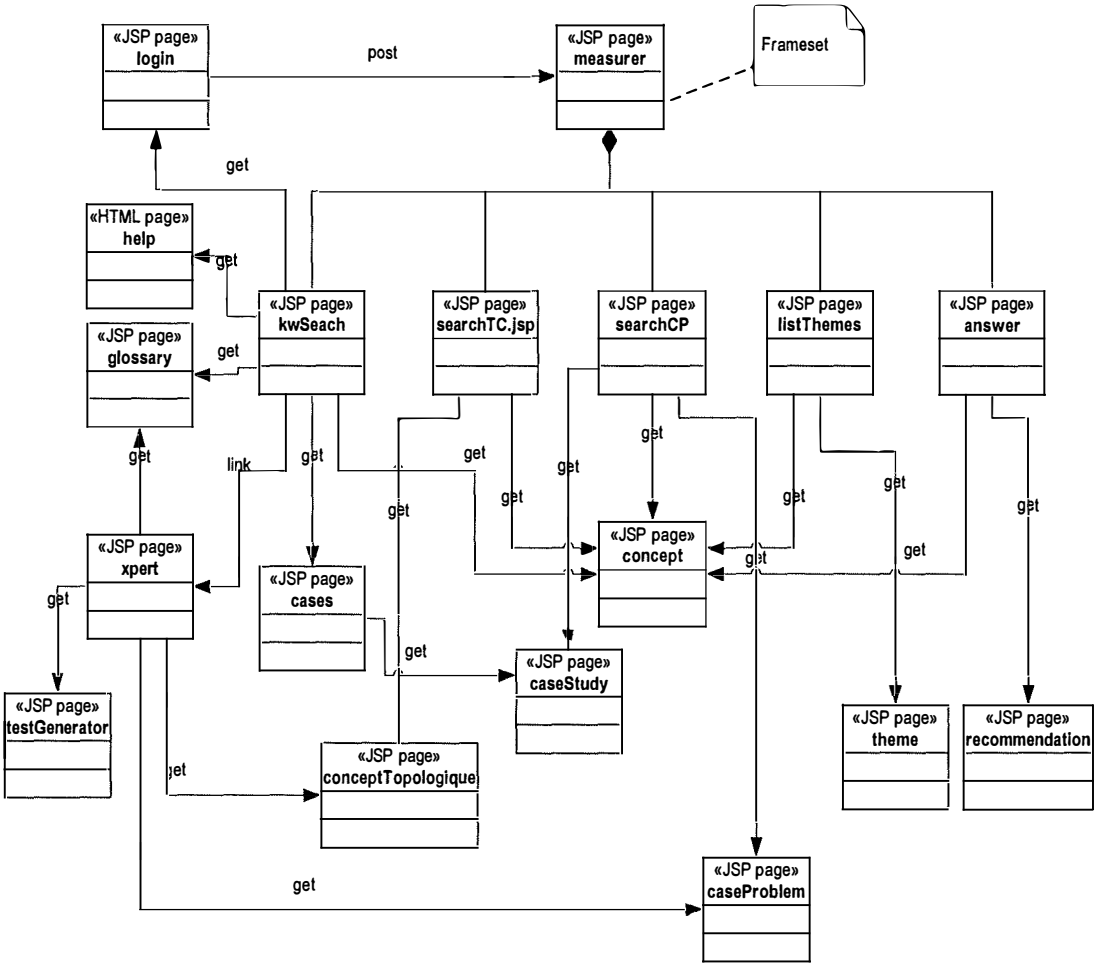


Figure 20 : Carte de CosmicXpert

La Figure 22 : Carte de CosmicXpert montre les liens entre les pages JSP de l'application. Les lien *link* représentent un simple lien hypertexte entre les documents tandis que *post* et *get* représentent un passage d'information entre les pages via les méthode http post et get.

login.jsp

L'application commence par la page login.jsp, elle permet l'ouverture d'une session par l'entrée un login et un mot de passe.

Les pages JSP peuvent recevoir des informations en provenance d'autres pages ou du client grâce à la méthode post ou get.

La page login peut recevoir un attribut « fail » qui indique que l'ouverture de session à échoué.

measurer.jsp

Measurer.jsp reçoit le login et le mot de passe de la page login.jsp et vérifie l'existence de l'utilisateur. En cas d'échec elle renvoie le paramètre « fail » à la page de login sinon elle affiche les 5 pages qui constituent l'outil de diagnostic : kwSearch.jsp, searchTC.jsp, search.CP.jsp, listThemes.jst et answer.jsp.

kwSearch.jsp

La page kwSearch.jsp affiche le menu de l'application en fonction du type d'utilisateur (« admin » ou « measurer »).

C'est via cette page que l'utilisateur sélectionne un mot clé et peu visualiser les définitions des mots clés.

searchTC.jsp

La page searchTC.jsp est responsable d'afficher les résultats de la recherche des concepts topologiques associés au mot-clé dont l'identifiant est reçu en paramètre lors du chargement de la page.

L'utilisateur sélectionne un concept topologique parmi les résultats de la recherche.

searchCP.jsp

Le concept topologique sélectionné sur la page searchTC.jsp est passé en paramètre à la page searchCP.jsp. Cette dernière affiche tout les cas problèmes associés au concept topologique sélectionné.

L'utilisateur sélectionne un cas problème parmi les cas problèmes affichés.

listThemes.jsp

En fonction du concept topologique sélectionné, listThemes.jsp affiche une liste de thèmes ainsi que des listes de propositions pour y répondre.

L'utilisateur choisi un fait parmi les propositions pour chacun des thèmes.

answer.jsp

La page answer.jsp reçoit en paramètre les faits choisis par l'utilisateur sur la page listThemes.jsp. En fonction des faits, cas problème et concept topologique choisis, la page affiche une recommandation.

topologicalConcept.jsp

La page topologicalConcept.jsp reçoit en paramètre le chemin vers un fichier XML de type Concept topologique. Elle est responsable de le transformer et de l'afficher.

Un deuxième paramètre optionnel permet d'indiquer à la page que l'utilisateur est un expert et qu'il désire voir tout le contenu du fichier.

caseProblem.jsp

CaseProblem.jsp a les mêmes fonctionnalités que la page topologicalConcept.jsp mais elle reçoit le chemin vers un fichier XML de type Cas problème.

caseStudy.jsp

La page caseStudy.jsp a comme responsabilité d'afficher les informations contenues dans les fichiers XML de type étude de cas.

Un paramètre permet d'afficher uniquement les contextes utilisés dans la description des cas problème affichés par la page caseProblem.jsp.

recommendation.jsp

La page recommendation.jsp reçoit le pourcentage calculé par la page answer.jsp en fonction des faits choisis. En fonction de ce pourcentage elle affiche le document de recommandation approprié. Les données proviennent du fichier XML du cas problème sélectionné.

themes.jsp

La page thèmes.jsp reçoit en paramètre l'identifiant d'un thème du concept topologique sélectionné. C'est ce thème que la page doit afficher.

glossary.jsp

La page glossary.jsp permet d'afficher la définition du mot clé dont elle reçoit l'identifiant en paramètre. Si elle ne reçoit pas de paramètre, elle affiche tous les mots clés avec leur définition.

Les mots clés proviennent du fichier glossary.xml

concept.jsp

La page concept.jsp a les mêmes fonctionnalités que glossaire.jsp mais les définitions et mots clés qu'elle affiche sont les concepts liés à l'application CosmicXpert et non les mots clés de la méthode de mesure.

Les concepts proviennent du fichier concept.xml.

xpert.jsp

A partir du fichier xpert.xml, la page xpert.jsp affiche un tableau reprenant les dépendance entre les concept topologique et les mots-clé ainsi que entre les concepts topologique et les cas problème.

Cette page contient l'accès aux rapports permettant la vérification et la validation de la base de connaissances.

testGenerator.jsp

La page testgenerator.jsp produit un rapport permettant la validation des recommandations. Elle fournit les résultats de toutes les combinaisons de réponses aux thèmes pour un cas problèmes et affiche la recommandation adéquate.

Cette page reçoit en paramètre le chemin vers le fichier XML du cas problème a tester.

cases.jsp

La page cases.jsp donne une liste de toutes les études de cas intégrées à la base de connaissances. Elle donne l'accès à l'ensemble des contextes liés aux études de cas et utilisés dans les différents documents de la base de connaissances (lien vers caseStudy.jsp). Ce rapport permet de valider le contenu de ces contextes.

XSL

Pour transformer les fichiers XML en HTML nous avons préféré le langage XSL à des méthodes en Java pour faciliter la maintenance. Nous pouvons en effet modifier l'apparence d'un document sans devoir recompiler l'application. La modification du ficiher XSL suffit.

Les pages JSP utilise les fichiers contenant les scripts XSL pour transformer les fichiers XML. Ce processus ce fait sur le serveur.

Vous trouverez ci-dessous un tableau reprenant tout les scripts XSL, leur objectif, les paramètres nécessaires ainsi que les pages JSP où ils sont utilisé.

XSL	XSD associé	Description	Paramètre	Utilisé dans
kwSearch.xsl	glossary.xsd	Crée à partir d'un glossaire une liste de choix de mots-clés		kwSearch.jsp
keyword.xsl	glossary.xsd	Affiche la définition et la référence d'in mot clé	kw: identifiant du mot clé à afficher	glossary.jsp, concept.jsp
glossary.xsl	glossary.xsd	Affiche l'entièreté du glossaire		glossary.jsp, concept.jsp
resultTC.xsl	xpert.xsd, tc.xsd	Crée un tableau affichant les concepts topologiques associés au mot-clé.	kw: identifiant du mot clé pour lequel on cherche des concepts topologiques	searchTC.jsp
tc.xsl	tc.xsd	Affiche un concept topologique pour l'utilisateur		topologicalConcept.jsp
tcXpert.xsl	tc.xsd	Affiche un concept topologique pour un expert (affiche en plus tous les thèmes et les pourcentages)		topologicalConcept.jsp
resultCP.xsl	xpert.xsd, cp.xsd	Crée un tableau affichant les cas problèmes associés au concept topologique.	TC: le chemin vers le fichier du concept topologique choisi	searchCP.jsp
cp.xsl	cp.xsd	Affiche un cas problème pour l'utilisateur		caseProblem.jsp
cpXpert.xsl	cp.xsd	Affiche un cas problème pour un expert (affiche en plus tous les recommandations et leurs pourcentages)		caseProblem.jsp
case.xsl	cs.xsd	~~Affiche~~ le résumé d'une étude de cas		caseStudy.jsp
cases.xsl	cs.xsd	Affiche tous les contextes utilisés dans les cas problèmes pour une étude de cas		caseStudy.jsp
listTheme.xsl	tc.xsd	Affiche un tableau contenant les thèmes et des listes de sélection		listThemes.jsp

XSL	XSD associé	Description	Paramètre	Utilisé dans
		de faits pour chaque thème		
th.xsl	tc.xsd	Affiche les informations concernant un thème	TH: l'identifiant du thème à afficher	theme.jsp
cpTh.xsl	cp.xsd	Affiche l'explication du cas problème		theme.jsp
answer.xsl	cp.xsd	Affiche la réponse et un lien vers la recommandation en fonction du pourcentage calculé à partir des réponses aux thèmes	cf: pourcentage calculé à partir des réponses aux thèmes	answer.jsp
rec.xsl	cp.xsd	Affiche le document de recommandation en fonction du pourcentage	cf: pourcentage calculé à partir des réponses aux thèmes	recommendation.jsp
xpert.xsl	xpert.xsd			
recTest.xsl	cp.xsd	Affiche la recommandation pour le test en fonction du pourcentage à tester	cf: pourcentage calculé à partir des réponses aux thèmes	testGenerator.jsp
cpTest.xsl	cp.xsd	Affiche les informations nécessaires au test concernant un cas problème		testGenerator.jsp