

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PROGRAMME DE MÉTRIQUES
AU DÉPARTEMENT 18 DE EMSYS INC.

RAPPORT FINAL PRÉSENTÉ
POUR LE PROJET DE MAÎTRISE EN GÉNIE LOGICIEL

PAR
HAN-WEN TANG

DÉCEMBRE 2001

REMERCIEMENTS

J'adresse tout d'abord ma profonde reconnaissance à mes parents pour le support qu'ils m'ont accordé durant ce programme de Maîtrise.

Je tiens à remercier l'ensemble du Département 18 qui m'a permis de mener un projet très ambitieux et très enrichissant. Je remercie plus particulièrement toute l'équipe de QCO dans laquelle règne une formidable ambiance de travail, et également l'équipe de DMS pour leur disponibilité et les précieux conseils qu'ils ont pu m'accorder.

Finalement, je remercie les professeurs de l'École des Technologies Supérieures Alain Abran et Claude Laporte pour leurs précieux conseils et leurs disponibilités tout au long de cette expérience.

Han-Wen Tang

AVERTISSEMENTS

Premièrement, pour des raisons de confidentialité, le Département 18 de EMSYS Inc. s'est réservé le droit de ne pas autoriser la publication des appendices¹, qui peuvent être indispensables à la compréhension du contenu de ce rapport. Pareillement, certaines données réelles peuvent être substituées par des données fictives, sans remettre en question la pertinence de l'étude qui est menée dans ce document.

Deuxièmement, une terminologie anglaise est souvent employée dans ce document, car la langue anglaise est utilisée quotidiennement dans l'environnement d'affaires du Département 18 de EMSYS Inc. Cette absence de traduction de certains termes est justifiée par une volonté de présenter, si besoin est, des informations tirées de certains documents de la compagnie, et également de ne pas créer d'éventuelles confusions avec ces derniers documents.

¹ Les appendices sont uniquement communiquées au jury.

TABLES DES MATIÈRES

AVERTISSEMENTS.....	ii
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES ACRONYMES	vii
RÉSUMÉ.....	viii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I	
MISE EN CONTEXTE DU PROJET.....	2
1.1 Description du contexte d'affaires.....	2
1.2 Description de l'organisation d'accueil	2
1.3 Description des besoins de l'organisation	4
1.4 Intervention dans le cadre de projets plus vastes de l'organisation	5
1.5 Description du mandat confié	5
1.6 Objectifs de l'organisation et mesures prévues pour les atteindre	7
1.7 Place et importance du projet dans la pratique du génie logiciel.....	8
CHAPITRE II	
DESCRIPTION DU TRAVAIL ACCOMPLI.....	10
2.1 Description générale	10
2.2 Politique d'engagement	14
2.3 Proposition de métriques	14
2.4 Étude du document de métriques du Département 18 (Version Basic, 5 juillet 2000)	15
2.5 Adaptation au Département 18 des métriques MGL805.....	17
2.6 Établissement d'une liste de métriques prioritaires	18
2.7 Développement détaillé des métriques prioritaires	20
2.8 Le document de métriques du Département 18.....	24
2.9 Évaluation des coûts et des bénéfices de l'implantation du processus des métriques	25
2.10 Implantation de métriques	31
2.11 Développement de l'outil de métriques: Metrics Tool	33

2.12 Récapitulatif du projet.....	38
CHAPITRE III	
ÉVALUATION DU PROJET.....	39
3.1 Le projet par rapport au temps	39
3.2 Le projet par rapport l'organisation	40
3.3 Le projet par rapport à la certification ISO 9001	41
CHAPITRE IV	
RÉFLEXION ET DISCUSSION DE L'EXPÉRIENCE.....	43
4.1 Bilan du projet.....	43
4.2 Les leçons apprises	44
CONCLUSION.....	46
BIBLIOGRAPHIE.....	47
APPENDICES	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Organisation du Département 18.....	3
Figure 2 - Echancier de ce projet de fin de Maîtrise	8
Figure 3 - Description générale du projet	10
Figure 4 - Description des étapes du développement du programme de métriques	12
Figure 5 - Description des étapes de mise en place du programme de métriques	13
Figure 6 - Vue d'ensemble du Metrics Tool.....	33
Figure 7 – Vue d'écran d'une métrique sous forme arborescente.....	35
Figure 8 – Vue d'écran d'une variable	37
Figure 9 - Vue d'écran d'une mesure	37
Figure 10 - Développement du programme en mode itératif et incrémental	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Étude des métriques du département ESE	15
Tableau 2 - Métriques proposées prioritaires	18
Tableau 3 - Correspondance Métriques du R000_000028_RP - Métriques MGL805.....	21
Tableau 4 - Critères de risque	26
Tableau 5 - Types d'effort à considérer	28
Tableau 6 – Exemple de fiche technique d'une métrique.....	31
Tableau 7 - Liste des métriques à implanter	32

LISTE DES ACRONYMES

CMM	Capability and Maturity Model
DMS	Data Management Services
ESE	Embedded Systems Engineering
FTA	Flight Test Anomaly
GQM	Goals – Questions – Metrics
ILS	Integrated Logistic Support
ISO	International Standardization Organization
MDAR	Management Daily Activity Report
MSI	Major Significant Item
PMV	Prime Mission Vehicle
QCDB	Quality Control Database
QCO	Quality and Configuration Office
SCR	Software Change Request
SEI	Software Engineering Institute
SEPG	Software Engineering Process Group
SESC	System Engineering Support Contractor
SLOC	Source Line of Code
SOR	Statement of requirements
SPR	Software Problem Report
STR	Software Trouble Report
TSS	Technology Support Services

RÉSUMÉ

Dans un domaine industriel exploitant les technologies de pointe, le Département 18 développe et maintient les logiciels embarqués à bord des avions des forces canadiennes. Un programme de métriques offrirait au Département 18 certains avantages comme un meilleur suivi des projets, mais également un outil de prévision et de justification vis-à-vis de son client. Ainsi ce projet de fin de Maîtrise se traduit par la réalisation et la mise en place d'un programme de métriques pour le Département 18.

Le Département 18 est subdivisé en cinq départements : ESE, TSS, DMS, ILS et QCO. Le programme de métriques à développer concerne précisément ces cinq départements, pour lesquels un objectif de deux métriques par département a été défini. En se basant sur les directives du standard d'ISO/IEC CD 15939, ce programme se distingue par ses deux principales étapes : Le développement du programme de métriques et la mise en place de ce programme. Le développement du programme tire ses origines d'un projet de métriques réalisé dans le cadre du cours MGL805 Vérification et Assurance Qualité et d'un document de métriques ébauché par le Département 18. Avec les métriques du cours MGL805 et en étudiant l'environnement organisationnel du Département 18 et son document de métriques (R000_000028_RP version Basic), une nouvelle version du document de métriques du Département 18 a été développée (document R000_000028_RP version Rev A). Par la suite, un outil logiciel dont le but est de gérer les métriques a été développé avec Oracle. Cependant, ceci n'est seulement qu'un point de départ d'un long développement continu de ce programme de métriques, car il faudra attendre quelques mois pour observer les premiers résultats et avoir l'opportunité d'apporter des améliorations au programme de métriques.

Les accomplissements dans ce stage ont été l'élaboration d'un programme de métriques et sa préparation pour son opérabilité. C'est le temps et l'accumulation d'expériences qui permettront d'affiner ce programme et de fournir des avantages au Département 18.

Un bilan de ce projet peut être dressé par rapport aux objectifs définis par le Département 18, c'est-à-dire l'élaboration d'un programme de métriques et la livraison d'un outil avec deux métriques par département prêtes à opérer. D'un autre côté, cette expérience a permis de tirer certaines leçons relatives à certains préceptes du management. Finalement, ce programme de métriques ne fait que commencer et exigera certainement des efforts afin de maintenir et d'améliorer le programme de métriques.

Mots clés : génie logiciel, assurance qualité, programme de métriques, amélioration de processus, développement de logiciel, mesure.

INTRODUCTION

Spécialisé dans l'aéronautique, le Département 18 de EMSYS produit des logiciels embarqués pour les avions de l'armée canadienne, et propose également d'autres services connexes. Ce département applique la plupart des pratiques du génie logiciel (ex: la gestion de projet, la gestion des exigences, la gestion de configuration, l'assurance qualité, etc.) et possède des procédures suffisamment élaborées pour gérer convenablement le développement des logiciels. Toutefois, afin de rendre cette organisation plus mature, les métriques peuvent être un outil intéressant. En effet, si les métriques sont correctement définies, elles sont le reflet des divers mécanismes de cette organisation. Ainsi, l'objectif de ce projet consiste à développer et à mettre en place un programme de métriques pour le Département 18.

Ce présent document constitue le rapport du projet de fin de Maîtrise en Génie Logiciel (programme 3821). Cette activité de projet de fin de Maîtrise est réalisée sous la forme d'un stage au sein du Département 18 de EMSYS Inc. dont la durée correspond à la session universitaire d'automne 2001. Ce document est composé de quatre volets. Le premier volet fournit une description du contexte. Le second volet décrit les tâches qui ont été accomplies au cours de ce projet. Le troisième volet présente des commentaires au sujet du processus qui a été suivi pour réaliser la mission. Le dernier volet tente de dresser un bref bilan de ce projet sur le plan des objectifs et de l'échéancier. Ce dernier volet présente aussi quelques leçons apprises, tirées de ce stage.

CHAPITRE I

MISE EN CONTEXTE DU PROJET

Ce présent chapitre fournit une description complète du contexte du projet mené. Il est surtout question du contexte d'affaires, de l'organisation, des besoins du Département 18, du mandat confié et des objectifs à atteindre dans ce stage.

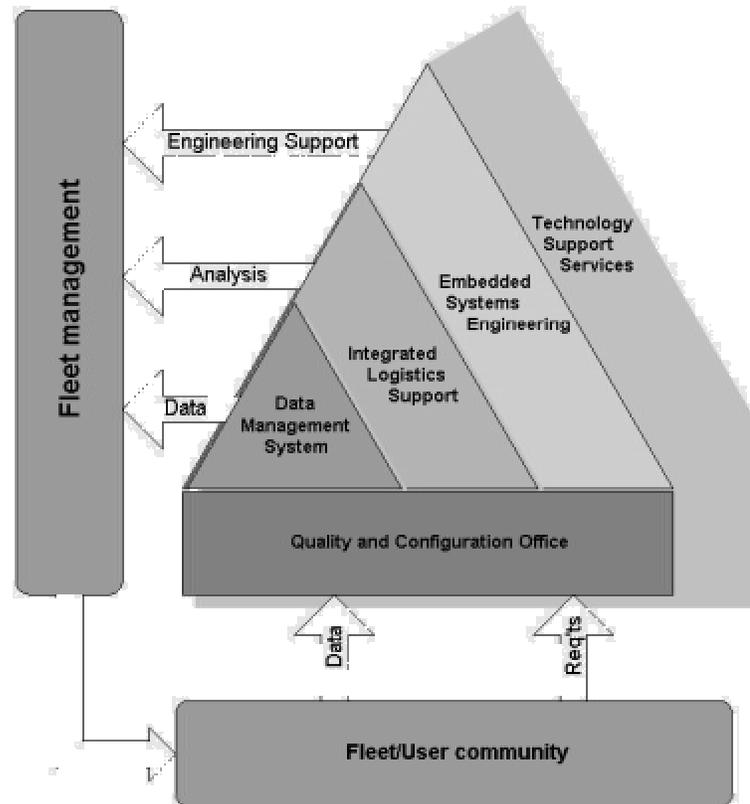
1.1 Description du contexte d'affaires

Dans un souci de compréhension du contexte d'affaires dans lequel s'inscrit ce projet de fin de Maîtrise, il est nécessaire de décrire le Département 18 de EMSYS et les différents acteurs qui animent les règles d'affaires du Département 18. Dans le cadre d'un contrat de maintenance des avions militaires des forces armées canadiennes signé avec la compagnie Bombardier Aéronautique Service à la Défense, le Département 18 de EMSYS Inc., ou encore le System Engineering Support Contractor (SESC), se définit comme l'organisation en charge pour le support et la maintenance du système logiciel embarqué sur les avions. Le SESC est par conséquent mandaté par la compagnie Bombardier pour la maintenance et le développement de divers produits logiciels destinés au Prime Mission Vehicle (PMV).

1.2 Description de l'organisation d'accueil

L'environnement organisationnel du Département 18 est caractérisé par la présence de cinq départements (voir Figure 1) :

Figure 1 - Organisation du Département 18



- ESE - Embedded Systems Engineering : La mission principale d'ESE est de maintenir un système logiciel pour l'armement, le radar et l'avionique, destiné au PMV, ainsi que des services d'ingénierie dans des coûts et des délais définis.
- TSS – Technology Support Services : La fonction de TSS est de fournir des services de support directs et indirects pour le personnel en charge de la maintenance du PMV. Orienté vers la satisfaction des exigences du client, TSS produit des outils de tests. TSS supporte également les autres départements en délivrant divers services, allant des outils de développement aux services de technologie de l'information.
- DMS – Data Management Services : La fonction de DMS est de gérer toutes les données nécessaires à l'utilisation, à la maintenance et au support du système d'armement de

l'avion. La fonction de DMS consiste également à fournir à ses utilisateurs les moyens pour accéder aux différentes sources d'information.

- ILS – Integrated Logistic Support Services : La mission d'ILS est de permettre l'établissement d'un équilibre entre les performances des équipements, les exigences relatives aux infrastructures de support et les coûts, en réalisant diverses analyses ad hoc.
- QCO – Quality and Configuration Office : QCO a pour fonction de suivre les états du système de qualité, d'identifier les processus défaillants et leurs causes et de proposer des recommandations en matière d'assurance qualité au directeur. QCO fournit également l'aide nécessaire à l'amélioration des processus, dans l'objectif d'offrir une meilleure qualité du produit à des coûts raisonnables.

C'est donc vers ces cinq départements que le projet est orienté, dans le but de répondre à leur besoin de disposer d'un programme de métriques.

1.3 Description des besoins de l'organisation

La conduite d'un véhicule motorisé, comme un avion ou une automobile, requiert aujourd'hui plusieurs instruments de bord afin d'avoir différentes informations : la vitesse, le kilométrage, la consommation de carburant, le régime du moteur, etc. La possession de ces informations est devenue une nécessité si les conducteurs souhaitent arriver à destination tout en prévoyant et en limitant d'éventuelles difficultés qu'il est possible de rencontrer au cours d'un trajet. Cette idée est également applicable pour des organisations, comme le Département 18 de EMSYS, qui fabriquent des logiciels. Le Département 18 a besoin de ces indicateurs afin d'avoir une certaine visibilité concernant l'évolution de son organisation, de l'état de ses projets menés, de la qualité de ses produits, de la performance de son personnel, de la satisfaction du client, etc. Le programme de métriques a donc pour but de fournir cette visibilité au Département 18. Par conséquent, en disposant et en analysant de telles informations, le Département 18 pourra prendre des actions appropriées afin d'atteindre ses différents objectifs, qui sont : satisfaire le client, améliorer la qualité du processus et des produits développés, et améliorer la productivité.

Cette nécessité de disposer d'un programme de métriques au sein du Département 18 date déjà de plusieurs années. Seul un document² définissant des métriques a été produit en juillet 2000. Ce document s'intitule "*EMSYS Department 18 Metrics Program*". Toutefois, son contenu constitue uniquement un inventaire de métriques que le Département 18 désire implanter. Par conséquent, l'objectif de ce stage est de développer et de mettre en place un programme de métriques.

1.4 Intervention dans le cadre de projets plus vastes de l'organisation

Disposer d'un programme de métriques permet effectivement au Département 18 d'avoir un meilleur suivi de son organisation, de ses produits et autres éléments liés à ses règles d'affaires, et d'avoir également de meilleures possibilités d'actions en terme de gestion. Cependant, ce programme de métriques s'inscrit également dans des projets de plus grande envergure, contribuant à une politique de satisfaction des exigences de la norme ISO 9001 version 2000 et du niveau 4 du modèle CMM. Pour ISO et CMM, il est impératif de satisfaire certains critères, des clauses dans le cas d'ISO 9001, des secteurs clés dans le cas du CMM. Le programme de métriques constitue un facteur contributif à la satisfaction de ces clauses et secteurs clés. Plus précisément, pour ISO 9001, il s'agit de la clause relative aux techniques statistiques, et pour le CMM, cela fait référence au secteur clé relatif à la gestion quantitative des processus. L'obtention de ces deux normes procurerait un avantage concurrentiel indiscutable pour le Département 18.

1.5 Description du mandat confié

Le mandat confié par le Département 18 se définit par le développement et la mise en place d'un programme de métriques. Ce programme de métriques doit être implanté au sein des cinq départements présentés précédemment.

² Il s'agit d'un document interne au département 49 : *CAE Department 49 Metrics Program*, R000_000028_RP Version Basic, 5 juillet 2000.

La démarche employée pour ce projet correspond à celle présentée dans la norme ISO/IEC CD 15939 Information Technology – Software Measurement Process. Ainsi, dans un premier temps, il est nécessaire de rechercher une politique d’engagement du Département 18 vis-à-vis d’un programme de métriques. Ce projet d’implantation se décompose en deux grandes étapes : le développement du programme de métriques, et sa mise en place dans chacun des cinq départements.

Le développement du programme de métriques prend en considération les trois intrants :

- Le document de métriques du Département 18, correspondant au document R000_000028_RP.
- Un ensemble de métriques provenant d'un projet du cours MGL805 Vérification et Assurance Qualité de Logiciels, qu'on appellera “Métriques de MGL805” dans le reste de ce rapport.
- Les informations sur l’environnement d’affaires du Département 18 (produits, activités, politiques, processus, etc.).

Le développement du programme de métriques couvre les étapes ci-dessous :

- Proposition des métriques de MGL805³, en fonction des explications préalables fournies par le groupe d’Assurance Qualité, et en fonction de la méthodologie GQM (Basili, 1994).
- Etude du document de métriques R000_000028_RP.
- Adaptation au Département 18 des métriques de MGL805.
- Établissement des priorités du Département 18 parmi les métriques de MGL805.
- Développement détaillé des métriques de MGL805 prioritaires.
- Évaluation des coûts et des bénéfices de l’implantation de chacune des métriques.

³ Cette proposition a permis le démarrage de ce projet sous la forme d'un stage.

La mise en place du programme de métriques consiste à :

- Réaliser un outil logiciel pour gère les métriques définies dans le programme approuvé de métriques:
 - Définition et spécification de l'outil logiciel. Cela signifie que l'outil doit principalement : gérer les caractéristiques des métriques (formules, types de données, sources de données, etc.), gérer les différentes données ou valeurs des métriques, collecter automatiquement certaines données à partir de bases de données existantes et générer des rapports de métriques.
 - Développement de l'outil logiciel avec *Oracle 8i*.
 - Tester l'outil logiciel avec un ensemble de métriques pilotes d'un département.
- Appliquer le programme de métriques à l'ensemble des départements :
 - Choix et implantation de deux métriques par département. Il s'agit de l'objectif défini pour la fin de l'année 2001 par les managers.
- Dresser un bilan de l'application du programme et améliorer le document de métriques et l'outil logiciel.

L'ensemble de ces actions permettra de bâtir un programme de métriques opérationnel et évolutif qui satisfera les besoins du Département 18.

1.6 Objectifs de l'organisation et mesures prévues pour les atteindre

Etant donné que la durée du stage est limitée à la session d'automne 2001, des objectifs modestes ont été exprimés par le département. Selon les commanditaires de ce programme, sa mise en place risque d'être supérieure à 18 mois. Cette durée correspond à l'estimation faite pour mettre en place et rendre opérationnel un nouveau système de gestion de configuration et de gestion de processus, à partir duquel certaines données seront puisées pour produire des métriques.

Sachant qu'il est difficile de rencontrer les différents points définis dans le mandat pendant cette session d'automne 2001, l'objectif principal défini par le Département 18 pour le mois de décembre 2001 est de mettre en place au moins deux métriques définies dans le document de métriques pour chacun des cinq départements. Ainsi, il s'agira de suivre les

étapes relatives au volet du développement du programme de métriques. Il convient de souligner que le Département 18 n'a pas pour politique d'abandonner des documents déjà produits, et ne souhaite donc pas délaïsser son document de métriques, c'est-à-dire le document R000_000028_RP. Il s'agira donc d'améliorer et de compléter ce document avec des métriques de MGL805 lors de la phase de développement du programme de métriques. Concernant le volet de la mise en place du programme de métriques, l'objectif est de développer et livrer un outil logiciel capable de gérer toutes les métriques du programme, mais également d'autres métriques futures. Pour cette fin d'année 2001, l'objectif est de commencer à gérer avec cet outil au minimum deux métriques pour chaque département. La figure ci-dessous représente l'échéancier défini pour ce projet.

Figure 2 - Echancier de ce projet de fin de Maîtrise



1.7 Place et importance du projet dans la pratique du génie logiciel

Ce projet cible un domaine particulier dans les pratiques du génie logiciel : les métriques en ingénierie des logiciels. Dans un souci d'amélioration des processus de production des logiciels, d'amélioration de la qualité des logiciels, les métriques peuvent offrir une solution qui permet de mesurer, d'identifier et de comprendre les divers mécanismes qui animent les processus de développement de logiciels. La place de ce projet est donc absolument évidente dans les pratiques du génie logiciel. De plus, il s'agit d'une activité reconnue et requise par les principaux standards que sont ISO 9001 et CMM.

La particularité de ce projet est caractérisée par sa difficulté de réalisation. Plus précisément, le grand défi de ce projet est de maintenir en activité un programme de métriques dès qu'il sera totalement mis en place. Selon le spécialiste des métriques Howard

Rubin, plus de 80% des projets de métriques échouent en moins de 2 ans (Wieggers, 1997). La réalisation de ce projet aura également pour intérêt d'établir un bilan enrichissant au sujet des facteurs de succès ou d'échec.

CHAPITRE II

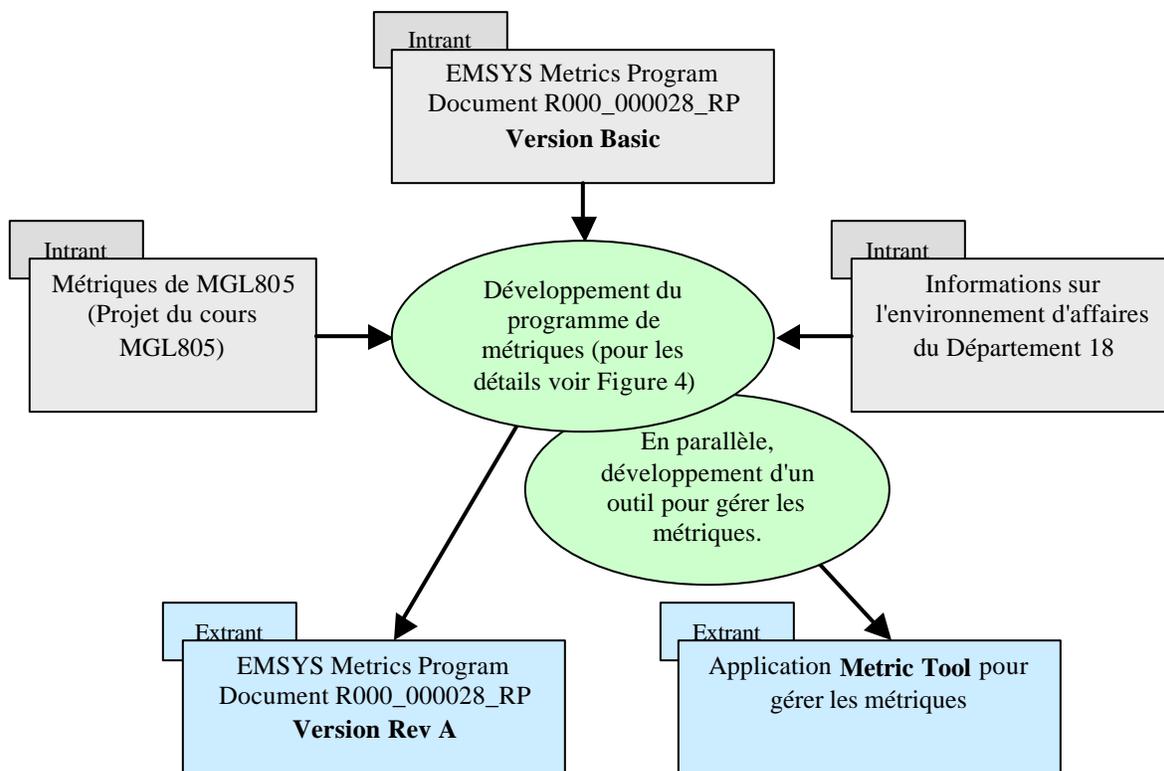
DESCRIPTION DU TRAVAIL ACCOMPLI

Cette partie présente les différentes réalisations de ce stage. Sa couverture commence avec la politique d'engagement et se termine par la mise en fonction de deux métriques pour chaque département, comme cela est spécifié dans le mandat.

2.1 Description générale

Cette section fournit une description à haut niveau de ce projet. Cette description présente les intrants, les activités et les extrants (voir Figure 3).

Figure 3 - Description générale du projet



Le point de départ de ce projet est caractérisé par un travail d'étude mené dans le cadre du cours MGL805 Vérification et Assurance Qualité de Logiciels. Les deux autres intrants correspondent au document de métriques du Département 18 et les informations concernant l'environnement de l'organisation (les produits, les services, les activités, les processus, etc.). Avec ces intrants et en suivant les directives du standard d'ISO/IEC CD 15939, un programme de métriques a été développé. Parallèlement, un outil a été réalisé afin de gérer les métriques du programme développé.

La Figure 4 décrit les principales étapes suivies au cours de ce projet. Partant d'une proposition de métriques, c'est-à-dire les métriques de MGL805, une adaptation de ces métriques a été faite en utilisant la terminologie du Département 18 concernant les produits, les processus, les activités, etc. Ensuite, l'établissement d'une liste de métriques prioritaires a permis de se concentrer et de développer en détail ces dernières. Ces métriques ont été évaluées afin de déterminer quels étaient les coûts et les gains en terme d'implantation. Cet ensemble d'exercices a permis l'acquisition d'une certaine pratique et d'une certaine expérience facilitant ainsi la mise à jour du document de métriques du Département 18. Pour plus de précisions, ces étapes sont expliquées dans les points qui suivent et sont appuyées par des documents situés dans les appendices. Par ailleurs, la Figure 5 illustre la mise en place du programme de métriques. Pour la fin de l'année 2001, les managers ont défini un objectif de deux métriques implantées par département. Le bilan de cette mise en place ne pourra être fait que durant l'année 2002. Ce bilan permettra d'apporter des améliorations aux documents de métriques et à l'outil de métriques. Avec ces améliorations, le programme de métriques sera plus mature et son application sera intégrée au Département 18.

Figure 4 - Description des étapes du développement du programme de métriques

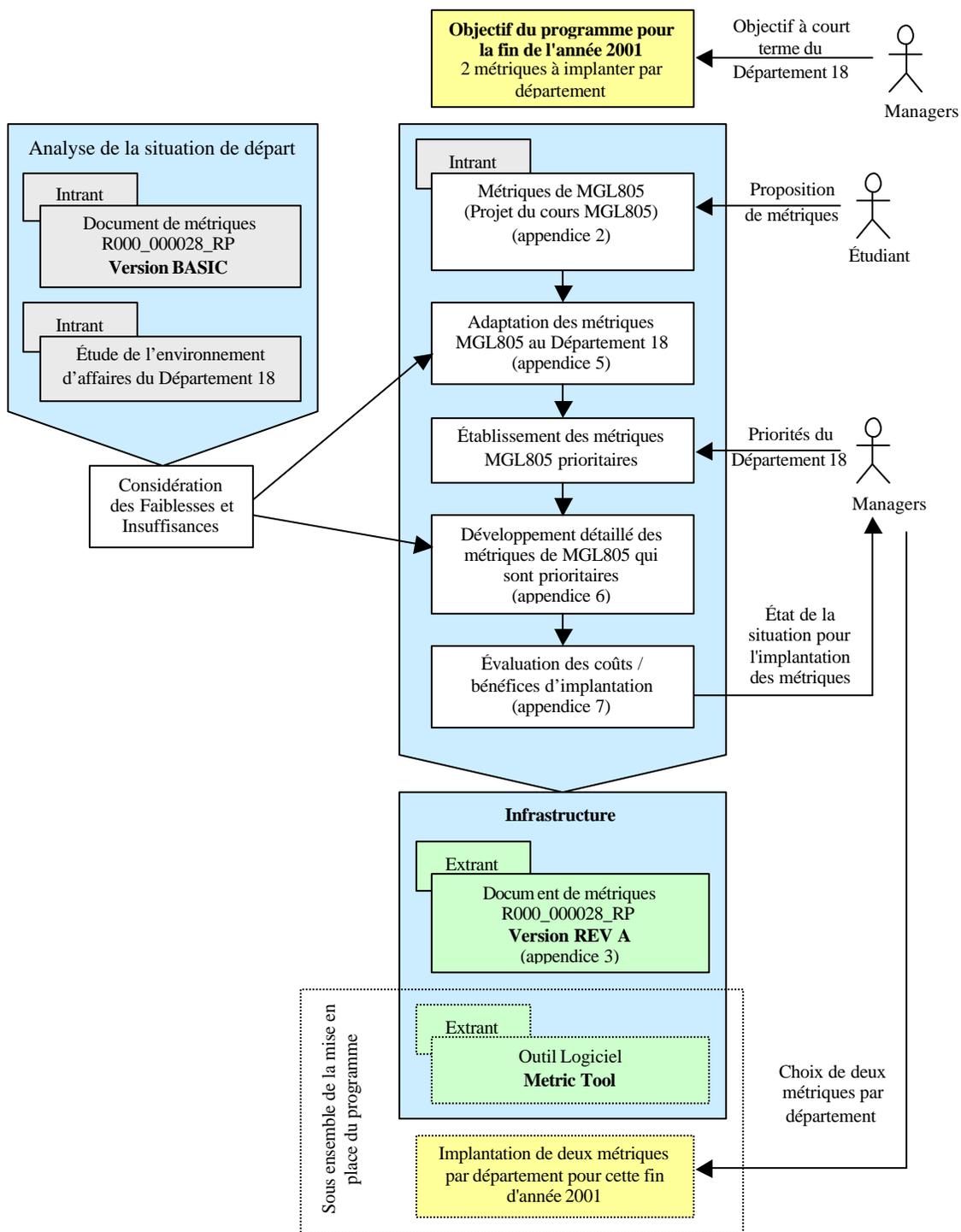
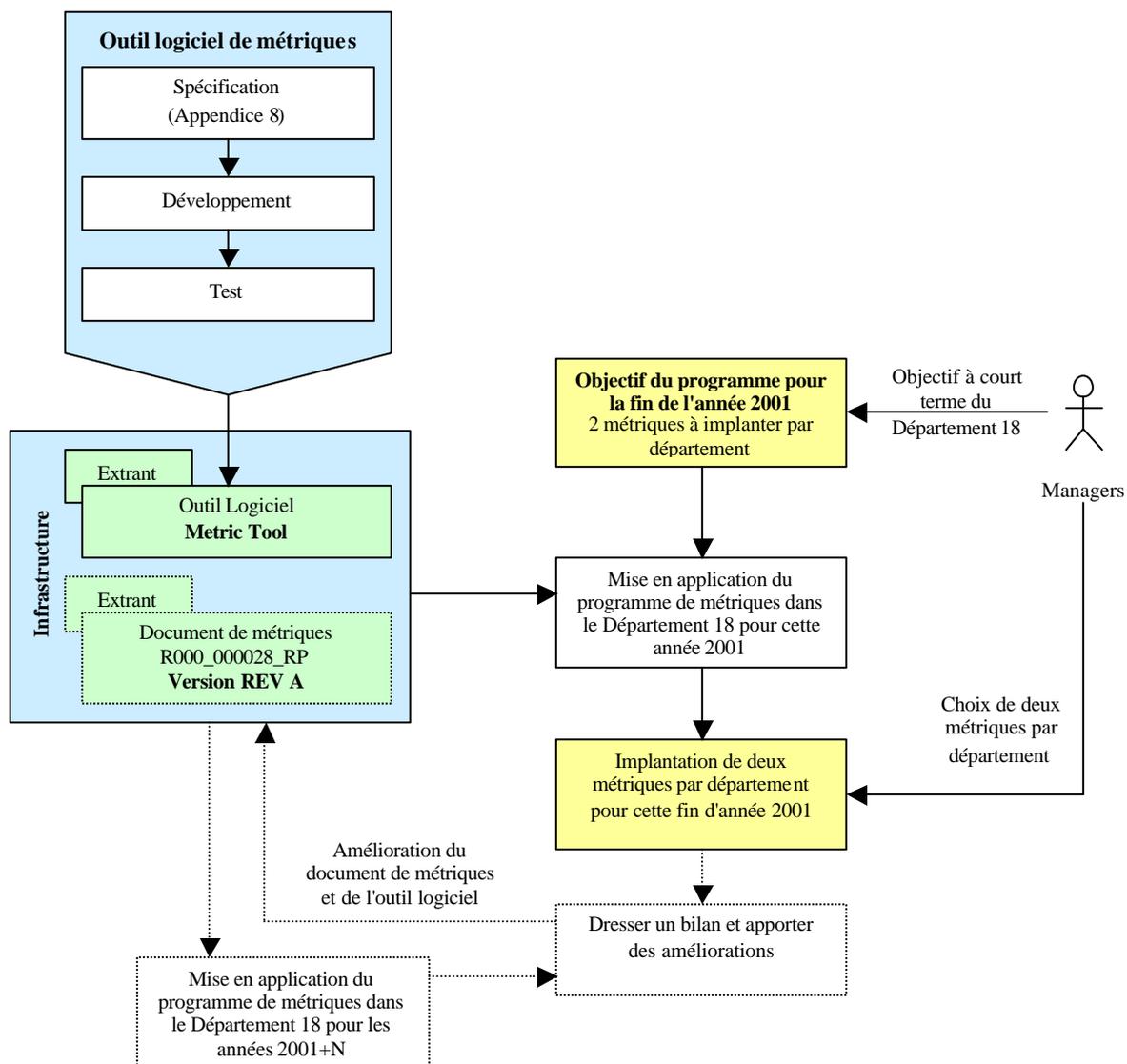


Figure 5 - Description des étapes de mise en place du programme de métriques



2.2 Politique d'engagement

Selon le standard d'ISO/IEC CD 15939, un engagement envers un système de métriques doit être établi et supporté. Cet engagement est clairement formulé dans les politiques du Département 18, engagement soutenu notamment par le Quality Council et le SEPG – Software Engineering Process Group. Dans le but de fournir des produits et des services de qualité, un programme d'amélioration des processus est défini et inclut les points suivants :

- La collecte de données.
- L'analyse des données.
- L'identification des problèmes, des domaines potentiels à améliorer.
- Les changements de processus pour concrétiser les améliorations.
- Le monitoring de ces changements pour s'assurer de leur efficacité.

Ces politiques sont présentées en détail dans l'appendice 1.

2.3 Proposition de métriques

Dans le cadre du cours MGL805 Vérification et Assurance Qualité de Logiciels, une ébauche de plusieurs métriques a été réalisée pour le Département 18 (voir Appendice 2). Cette ébauche se caractérise ainsi comme le point de départ de ce projet de fin de Maîtrise. Des informations et des explications préliminaires ont été fournies par les responsables du Département 18 concernant les besoins et des objectifs à atteindre. A partir de ces éléments de départ et de la méthodologie GQM (Basili, 1994), un premier ensemble de métriques a été produit et soumis aux responsables du Département 18. Cependant le travail qui a été livré représente principalement des recommandations constituant une base de départ à la mise en place d'un programme de métriques. Les recommandations soumises faisaient également mention d'une approche d'implantation progressive des métriques.

2.4 Étude du document de métriques du Département 18 (Version Basic, 5 juillet 2000)

Comme il a été énoncé préalablement dans la description des besoins de l'organisation, le Département 18 dispose d'un document de métriques, mais ce dernier était incomplet au début du stage. Ce document de métriques, produit par le Département 18, correspond au document R000_000028_RP (voir Appendice 3). Ce document regroupe les différentes métriques élaborées par chaque département, c'est-à-dire ESE, ILS, TSS, DMS et QCO. Avant sa mise à jour en juillet 2001, certaines métriques du document R000_000028_RP (version Basic) devaient être définies ou complétées, notamment pour TSS et DMS. Étant donné que le département ESE est le département qui dispose des procédures suffisamment complètes et stables, une étude a été menée dans le but d'avoir un bref aperçu du document en question. Cependant, il en ressort que certaines de ces métriques ne pouvaient pas être implantées. Ceci s'explique par diverses raisons : des données qui ne sont pas administrées par le département, une base de données qui n'est pas opérationnelle, des données qui ne sont pas formellement définies au sein des processus, etc.

Tableau 1 - Étude des métriques du département ESE

Types	Indicateurs	Définitions	Mesures	Sources de données	Remarques
Product	1. Post Release Defect Rate	#Valid FTA / #SLOC	FTA SLOC	FTA DB Bundle Acceptance checklist	Les FTA valides sont des données qui sont contrôlées par le client, donc FTA DB n'est pas accessible par EMSYS. Les FTA valides sont des FTA liées aux logiciels sur lesquels EMSYS travaille.

Types	Indicateurs	Définitions	Mesures	Sources de données	Remarques
Process	2. Reviews / Inspection Effectiveness	#Major detected defects / #Review hour	#Major defects #Hour of review	QCDB	QCDB est mise en exploitation la semaine du 18/06/2001. Donc par rapport à la date du document R000_000028_RP version Basic, ces données doivent faire l'objet d'une attention particulière. Toutes les heures des revues ne sont pas toutes traçables.
	3. Defect Removal Efficiency	(#SPR + QC Defects) / (Valid FTA + #SPR + QC Defects)	Valid FTA Development Defects SPR Review Defects	FTA DB SPR DB QCDB	Même remarque pour les FTA de la métrique 1. Même remarque pour QCDB de la métrique 2.
	4. Defect Detection Vs Development Cycle	# Defects by phase	Development Defects SPR Reviews Defects	SPR DB QCDB	Même remarque pour QCDB de la métrique 2. Tous les documents correspondants aux "quality gates" ⁴ ne mentionnent pas le nombre de défauts.
	5. Formal Testing Effectiveness	#Test hours / total hour	Actual hours DAR	MDAR SPR DB	Ces informations sont disponibles.
	6. Productivity	Actual hours / SLOC	Actual jours / SLOC	Bundle Acceptance checklist 6	Ces informations sont disponibles.

⁴ Un "quality gate" correspond à une activité de contrôle, comme les tests, les revues et les walkthroughs.

Types	Indicateurs	Définitions	Mesures	Sources de données	Remarques
Project	7. Budget Estimation Accuracy	(Actual hours – Estimated hours) / Actual hours	Estimated hours Actual hours	Bundle Acceptance checklist 6	Ces informations sont disponibles.
	8. Schedule Estimation Accuracy	(Actual days – Estimated days) / Actual days	Estimated schedule day Actual schedule days	Bundle Acceptance checklist 6	Ces informations sont disponibles.

Cette exploration a pu ainsi mettre en évidence certaines insuffisances au niveau des sources de données et de leur validité. Par ailleurs, certaines informations pratiques qui sont nécessaires à l'application du programme de métriques ne sont pas définies, telles que les personnes en charge des différentes métriques, les moyens de collecte, de traitement, etc.

L'étude du document R000_000028_RP a donc eu pour avantage d'explorer les divers processus du Département 18 tels que ceux qui appartiennent au département ESE (voir Appendice 4), et de permettre a posteriori une révision des métriques de MGL805.

2.5 Adaptation au Département 18 des métriques MGL805

Avec une meilleure appréciation de l'organisation et de ses processus, une révision et une adaptation des métriques MGL805 sont apparues évidentes. Ces métriques sont adaptées aux divers concepts du Département 18, tels que les SCR - Software Change Requests, les bundles⁵, etc. Ces métriques adaptées sont présentées à l'appendice 5. Afin d'assurer un

⁵ Un bundle peut être considéré comme un module logiciel assurant une ou des fonctionnalités définies par les exigences.

développement du programme fait sur mesure, la prise en compte de ces particularités s'avéraient indiscutables.

2.6 Établissement d'une liste de métriques prioritaires

Développer et mettre en place une trentaine de métriques de MGL805 d'un seul coup, cela comporterait énormément de risques. L'approche rationnelle serait plutôt de mener un développement incrémental, c'est-à-dire développer et mettre en place des métriques par petite quantité. L'échec de ce projet serait garanti si une liste de métriques prioritaires n'était pas définie. Il vaut mieux assurer la qualité d'un certain nombre de métriques que des quantités de métriques.

Parmi les métriques MGL805 adaptées et proposées par l'étudiant aux managers, une liste de dix métriques prioritaires par département a été définie. Cette liste essaie de couvrir la majorité des sous-objectifs "critiques" formulés via la méthode GQM. Par ailleurs, les managers ont exprimé une volonté d'implanter assez rapidement certaines métriques. Un ordre de priorité des métriques a par conséquent été établi par les managers (voir Tableau 2).

Tableau 2 - Métriques proposées prioritaires

Ordre de priorité	Sous-objectifs	Questions	Métriques
1	Éliminer les défauts	Sommes-nous efficaces à éliminer les défauts ?	Entrées et sorties des exigences, correspondant à la détection et à l'élimination des défauts.
2	Détecter les défauts tôt dans le cycle de vie	A quelles phases sont détectés les défauts ?	Répartition des défauts détectés à travers le cycle de développement

Ordre de priorité	Sous-objectifs	Questions	Métriques
3	Détecter les défauts tôt dans le cycle de vie	Quels sont les efforts employés pour détecter ces défauts ? (temps, ressources, argent)	Nombre d'heures de détection des défauts par phase d'un projet
4	Minimiser le temps de résolution des défauts	Quelle est la durée de résolution des défauts détectés ?	Durée moyenne de correction des défauts détectés avant release
5	Eliminer les défauts	Quel est le niveau de défauts des projets ?	Nombre de défauts par SLOC
6	Faciliter la maintenance des produits développés	Est-ce que les produits développés sont bien documentés ?	Ratio de lignes de commentaires par lignes de code
7	Améliorer la productivité	Quel est le niveau de productivité pour chaque activité ?	SLOC / PH pour chaque phase
8	Améliorer la productivité	Quel est le temps passé a faire du rework ?	Nombre d'heures à faire du rework par rapport au nombre d'heures total du projet
9	Respecter les échéances et les budgets de développement	Fait-on une bonne estimation des échéances ?	Ecart entre durée réelle et durée estimée
10	Respecter les échéances et les budgets de développement	Fait-on une bonne estimation des budgets ?	Ecart entre budget réel et budget estimé

2.7 Développement détaillé des métriques prioritaires

Les définitions des métriques MGL805 prioritaires ont été formulées pour les différents départements : ESE, TSS, DMS, ILS, et QCO (voir Appendice 6). Cet exercice a présenté de nombreuses difficultés car le Département 18 est loin d'être uniforme et homogène. Même à l'intérieur de chaque équipe d'ESE par exemple, il existe de nombreuses disparités concernant la précision des informations exploitées. Tel est le cas des définitions de sous-activités pour lesquelles il n'y a pas de véritable standard commun. De même pour les autres départements, leurs processus sont assez différents, moins complets et moins précis que ceux d'ESE. Plus précisément les difficultés majeures sont détaillées ci-dessous :

- *Absence de correspondance avec les activités des départements* : Les métriques destinées aux départements ILS et QCO présentent quelques particularités car les activités de ces deux départements ne correspondent pas à la production de logiciels. Les produits d'ILS sont des analyses de coûts et de rentabilité liées à l'exploitation du PMV. Concernant QCO, ce département est en charge de l'assurance qualité, de la gestion de configuration et des services de documentation. Il est donc assez paradoxal de concevoir des métriques "logicielles" pour des entités qui ne produisent pas de logiciel.
- *Difficultés de rendre opérationnelles certaines métriques* : Le développement détaillé de certaines métriques a fait ressortir un certain nombre de conditions qui doivent être satisfaites afin d'implanter ces métriques. Ces conditions, comme par exemples la standardisation des activités ou l'identification du "rework", sont présentées dans les définitions des métriques MGL805 prioritaires (voir Appendice 6).
- *Rôles à combler* : Avec l'aide des différents représentants de chaque département, les diverses métriques ont été définies avec un maximum de précision concernant les activités de collecte, de traitement, et de rapport. Seuls les rôles associés à ces activités n'ont pas été encore assignés. Cette carence s'explique par le fait que des négociations doivent être menées afin de déterminer les ressources et les responsabilités de ces dernières dans ce programme.
- *Validation par les managers* : Même si cet ensemble de métriques a été présenté à l'ensemble des managers, des discussions ont été menées afin de valider quelles sont les métriques qui peuvent être réalisées sans trop de difficultés dans un premier temps. Par

ailleurs, il est nécessaire d'assurer l'application des métriques déjà définies dans le document de métriques du Département 18 - R000_000028_RP pour des raisons liées à la certification ISO 9001, qui figurent dans la partie suivante intitulée "Le document de métriques du Département 18".

Comme il a déjà été précisé, la mise en place des métriques définies dans le cadre de ce projet est notamment conditionnée par des négociations au sujet des possibilités d'implantation de certaines métriques. Certaines des métriques proposées, notamment destinées au département ILS, ont été choisies car elles permettent de fournir des informations intéressantes pour ce département. Etant donné que l'activité du département ILS est de produire principalement des rapports d'analyse, il est difficile d'appliquer des métriques orientées vers le développement des logiciels. Cette remarque est également valable pour le département QCO. Ce projet prend donc en compte les métriques initiales du Département 18 provenant du document R000_000028_RP. Toutefois, l'analyse menée et les métriques MGL805 définies pour ce projet restent encore valables. Ces métriques pourront être insérées dans une prochaine version du document de métriques R000_000028_RP. De plus, certaines métriques MGL805 identifiées dans cette analyse correspondent déjà à certaines métriques du Département 18 (voir Tableau 3).

Tableau 3 - Correspondance Métriques du R000_000028_RP - Métriques MGL805

Département	Métriques du R000_000028_RP	Métriques MGL805 proposées	Remarques
ESE	Post FQT Defect Rate	Nombre de défauts après release par SLOC	
	Reviews/Inspections Effectiveness	Nombre d'heures de détection des défauts par phase d'un projet	
	Defect Removal Efficiency		Pas de correspondance directe

Département	Métriques du R000_000028_RP	Métriques MGL805 proposées	Remarques
	Defect Detection Vs Developmental cycle	Répartition des défauts à travers le cycle de développement	
	Estimation Budget Accuracy	Écart entre budget réel et budget estimé	
	Estimation Schedule Accuracy	Écart entre échéancier réel et échéancier estimé	
	Productivity	SLOC/Pers Heure pour chaque activité	
	Testing Efficiency	Nombre d'heures de détection des défauts par phase d'un projet	La métrique proposée prend en compte l'ensemble des "quality gates". De plus, la comparaison se fait en fonction du nombre de défauts trouvés.
TSS	Post Release Defects against facilities	Nombre de défauts après release par point de fonction	La considération des points de fonction permettrait de normaliser cette métrique en considérant la taille du produit.
	Post Release Defects against software	Nombre de défauts après release par point de fonction	La considération des points de fonction permettrait de normaliser cette métrique en considérant la taille du produit.
	Facilities SPR/month		Pas de correspondance directe

Département	Métriques du R000_000028_RP	Métriques MGL805 proposées	Remarques
	Facilities SPR closure rate		Pas de correspondance directe
	Serviceability rate		Pas de correspondance directe
	Estimation Budget Accuracy	Écart entre budget réel et budget estimé	
	Estimation Schedule Accuracy	Écart entre échéancier réel et échéancier estimé	
DMS	Percentage of SCRs opened and fixed per year	Entrées et sorties des exigences	On considère que les SCR sont des exigences.
	Average hours per SCR		Pas de correspondance directe
	Hours of effort per developmental phase		Pas de correspondance directe
	Post release defect rate	Nombre de défauts après release par point de fonction	La considération des points de fonction permettrait de normaliser cette métrique en considérant la taille du produit.
	Technology Snapshot		Pas de correspondance directe
ILS	Quality of ILS deliverables	Qualité des livrables	Adoption des métriques définies initialement par ILS
	Reviews Hours per Page	Nombre d'heures de détection des défauts par page	Adoption des métriques définies initialement par ILS

Département	Métriques du R000_000028_RP	Métriques MGL805 proposées	Remarques
	Hour per MSI	Ratio d'heure d'analyse par MSI	Adoption des métriques définies initialement par ILS
	Budget Estimation Accuracy	Écart entre budget réel et budget estimé	
	Schedule Estimation Accuracy	Écart entre échéancier réel et échéancier estimé	
QCO	Procedures Audits Coverage		Pas de correspondance directe
	Posts Audits Coverage		Pas de correspondance directe
	Budget Estimation Accuracy (DS)	Écart entre budget réel et budget estimé	
	Schedule Estimation Accuracy (DS)	Écart entre échéancier réel et échéancier estimé	
	Effort Estimation Accuracy (QA)		Pas de correspondance directe
	ISO Compliance		Pas de correspondance directe

2.8 Le document de métriques du Département 18

Le Département 18 dispose déjà d'un document de métriques créé en juillet 2000, représenté par le document R000_000028_RP - version BASIC. La volonté "pressante" d'avoir un programme de métriques s'explique par une tentative de certification pour le standard ISO 9001 version 2000 qui doit avoir lieu avant la fin de l'année 2001. En effet, ce document R000_000028_RP doit faire partie de l'ensemble des documents et matériels à soumettre préalablement aux auditeurs d'ISO. Une nouvelle version (version REV A) du

document de métriques du Département 18 est donc produite. Les métriques présentes dans cette nouvelle version ont été formulées par les managers pour des raisons précises et doivent être toutes produites afin que le Département 18 soit en conformité aux standards d'ISO. Actuellement, ces métriques ne sont pas implantées.

2.9 Évaluation des coûts et des bénéfices de l'implantation du processus des métriques

Cette étape met ainsi l'accent sur des critères de risque (voir Tableau 4) relatifs à la fiabilité des données utilisées et des métriques définies. Parallèlement, des efforts (voir Tableau 5) et des types de gains possibles sont définis et associés aux métriques. Les métriques sur lesquelles s'applique cette évaluation sont les métriques figurant dans le document de métriques du département 18 (document R000_000028_RP version REV A), et les métriques MGL805 prioritaires qui ont été proposées dans le cadre de ce projet.

L'objectif principal de cette étape est avant tout de conscientiser toutes les personnes intéressées et les initiateurs de ce programme au sujet de la situation actuelle dans lequel les métriques vont être implantées. Il s'agit donc d'établir un constat aussi réaliste que possible, permettant à tous de ne pas fonder de faux espoirs en ce qui concerne les difficultés d'implantation. De plus, l'intérêt est de mettre en évidence des lacunes dans les définitions des métriques choisies. En effet, certaines métriques ont été principalement adoptées en fonction de leur faisabilité, tout en sachant que leurs interprétations doivent être formulées avec certaines précautions.

Pour cette évaluation, trois catégories d'information ont été utilisées :

- Les critères de risque concernant la qualité des données et des métriques ;
- Les efforts nécessaires afin de rendre opérationnelles les métriques ;
- Les types de gains escomptés en raison de l'existence des métriques.

Les tableaux à l'appendice 7 présentent les différents critères de risque, efforts, et gains qui semblent s'appliquer au Département 18. Afin de rendre l'exercice objectif, il n'y a pas de véritable évaluation avec des valeurs et des pondérations. Il est plutôt question de listes de vérification, dont les informations et critères font figures de constats. Cependant, cela n'empêche pas que les réponses recueillies puissent comporter une part importante de

subjectivité. De plus, étant donné qu'on considère que ces critères jouent d'avantage un rôle de constat de la situation actuelle, il sera possible de faire des comparaisons avec les situations futures afin d'apprécier si des améliorations auront été réalisées.

Les risques :

Les critères de risques (voir Tableau 4) concernent avant tout la qualité des données qui sont ou devront être utilisées, ainsi que la pertinence de la métrique choisie. Ces risques se rapportent aux :

- Sources ;
- Fréquences de production ;
- Fiabilité ;
- Précision.

Tableau 4 - Critères de risque

Questions	Réponses
Les sources <i>D'où viennent les données ?</i>	Les données ne sont pas disponibles ou sont "imaginées".
	Les données sont tirées de l'expérience.
	Les données sont factuelles ou sont basées sur des modèles.
Les fréquences de production <i>Quand sont produites les données ?</i>	Jamais.
	Dès que c'est possible, occasionnellement.
	Systématiquement.
La fiabilité <i>Ces données sont-elles fiables ?</i>	Certaines données peuvent être manquantes ou comportées des erreurs.
	Il peut y avoir des données parasites.

Questions	Réponses
	Les données sont intègres et complètes.
<p>La précision</p> <p><i>Est-ce qu'on fait une mesure précise ?</i></p>	<p>La métrique ne rencontre pas tout à fait nos attentes. (<i>“On avait espéré quelque chose d'autre ou quelque chose de plus pertinent.”</i>).</p> <p>Les interprétations de la métrique peuvent être critiquées.</p> <p>La métrique est tout à fait pertinente pour la gestion du département.</p>

Ainsi pour chacune des métriques, on dresse un rapide constat de la situation actuelle au sujet des données qui sont nécessaires. Ceci permet également de s'entendre sur le fait que certaines sources de données ne sont pas entièrement fiables et qu'on implantera les métriques associées en connaissance de cause. Il s'agit donc de poser les différentes questions et de choisir les réponses qui traduiraient la réalité.

- Les efforts :

Quatre types d'efforts peuvent être spécifiés afin de rendre les métriques opérationnelles. Ces efforts concernent les processus, les procédures, la formation, les heures - personnes, et les outils. Afin d'identifier ces différents efforts, des questions ont été formulées. Les réponses qui en résultent sont assez variées et sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 - Types d'effort à considérer

Questions	Réponses
<p>Processus, procédures</p> <p><i>Faut-il une nouvelle procédure ou un nouveau processus ?</i></p> <p><i>Faut-il mettre à jour un processus ou une procédure ?</i></p>	<p>L'accent doit être surtout mis sur une standardisation des activités, c'est-à-dire que les cycles de développement devraient être similaires. Par exemple, avoir des activités de contrôle comme les revues pour tous les projets, et pas uniquement avoir une activité de test. En effet, pour certains projets il n'y a ni de revue, ni de walkthrough, ni d'inspection, etc.</p> <p>Une activité de <i>rework</i> devrait être définie et identifiée dans les processus. Cette activité de <i>rework</i> serait initiée dès qu'il y a un retour en arrière, après qu'on aurait franchi un point de contrôle.</p>
<p>Formation</p> <p><i>Faut-il former des employés ?</i></p>	<p>Si les points de fonction sont adoptés dans l'exploitation des métriques, il sera donc indispensable de fournir une formation à ce sujet.</p>

Questions	Réponses
<p>Ressources humaines (heures)</p> <p><i>Doit-on produire les métriques et/ou collecter les données manuellement ?</i></p>	<p>Des données devront être collectées manuellement à partir de documents papiers ou électroniques, pour lesquels il n'est pas possible de faire une collecte automatique.</p> <p>Dans l'hypothèse où les points de fonction seront retenus, il est fort probable que dans un premier temps les calculs se feront manuellement, sans l'aide d'un outil permettant d'automatiser ces calculs.</p>
<p>Outils</p> <p><i>Peut-on produire les métriques et/ou collecter les données automatiquement ?</i></p> <p><i>A-t-on besoin de développer ou d'acheter un outil ?</i></p>	<p>Etant donné qu'une majorité des données se trouvent dans des bases de données, les collectes de données se feront par le biais de requêtes SQL.</p> <p>Pour certaines métriques qui font appel au nombre de lignes de commentaires dans le code, un outil comme un parseur pourra être développé afin d'effectuer le décompte ad hoc.</p> <p>Certains outils⁶ présentement absents, nécessaires à la gestion du Département 18, devront être mis en place le plus rapidement possible.</p>

- Les types de gains :

Les types de gains escomptés en raison de l'existence du programme de métriques sont au nombre de quatre :

⁶ Ces outils correspondraient à QCDB (outil pour enregistrer les checklists, les revues, etc.) et à un outil d'estimation des budgets et des échéanciers pour l'équipe de support de documentation et pour l'équipe de QA. Il est certain que ces outils ne sont pas indispensables pour produire les métriques ou collecter les données, mais les métriques associées sont conditionnées par leur existence.

- *La visibilité.* La métrique permet-elle d'avoir une meilleure visibilité ? Dans l'ensemble, les métriques offrent une meilleure visibilité sur les différents concepts de l'organisation et des activités du département. Cela va du nombre de défauts produits aux estimations des budgets.
- *La pro-activité ou la réactivité.* La métrique permet-elle d'être plus pro-actif ou réactif ? Certaines métriques servent d'avertisseurs dès qu'un problème semble exister ou dès qu'une irrégularité apparaît. Conséquemment à ces signes, il revient aux responsables de prendre certaines mesures. Dans le cas où il y aurait une pointe dans la quantité de défauts après release, par exemple, une analyse devra être menée et des actions pourront ou devront être prises, si besoin est.
- *Des éléments de preuve.* La métrique permet-elle de produire une preuve destinée au client ? Pour des raisons spécifiques, face à son client Bombardier, le Département 18 doit fournir certaines mesures afin de justifier ses activités ou pour négocier des besoins supplémentaires, tel est le cas des heures. En fournissant de bonnes estimations des heures, il sera possible de négocier un nombre d'heures plus réaliste, comparé au nombre d'heures que le client accepte de payer. Un autre exemple est le taux de mise en service des stations de tests qui permet de justifier leur nombre auprès du client.
- *La prédiction.* La métrique permet-elle de faire des prédictions ? L'intérêt de certaines métriques est de pouvoir prévoir une tendance, une évolution de certains éléments ou de certaines activités. Par exemple, avec l'évaluation du "rework", il n'est pas impossible de mieux estimer les budgets et les échéanciers pour les projets futurs. Tout comme la productivité, si cette dernière reste relativement constante, il est possible de mieux planifier son activité.

Ces gains semblent être à première vue très génériques, mais ce sont des gains qui reviennent communément selon certaines métriques.

Cet exercice a donc pour ambition principale d'avoir un rôle de "conscientisation" concernant la situation actuelle. Il est probable que certains critères, efforts ou gains auraient pu être oubliés. Toutefois, cet exercice devait rester simple, cohérent et acceptable vis-à-vis des personnes interrogées. Ces éléments recueillis clôturent d'une certaine manière le

développement de ce programme de métriques. Il faut maintenant le rendre opérationnel, c'est-à-dire mettre en place ce programme de métriques en considérant un maximum d'éléments qui ont été définis dans le développement.

2.10 Implantation de métriques

Tableau 6 – Exemple de fiche technique d'une métrique

Metric ID	Metric Name	Description	
ESE_Budget_Accuracy	Budget Accuracy	(actual hours – estimated hours)/Actual hours An accurate estimate of project cost is an essential element to enable the organisation to deliver on budget and on schedule. The fact that the estimate is performed early in the project makes this activity difficult.	
Related Goal			
Deliver on time and budget			
Collecting			
Who	When	How	Where
Project Manager	At bundle acceptance and after OFP release	Manually collect: actual hours and estimated hours of a bundle Expressed in percentage. The estimated number of hours are derived by using the estimation tool in the "Project Management" procedure PAVS_001050_PC.htm (see section 1.2 reference [4]).	Bundle Acceptance Checklist
Analysis			
Who	When	How	Where
Project Manager	At bundle acceptance and after OFP release. Because the accuracy gap has to be tracked.	Make a comparaison. A negative value indicates a project completed under budget while a positive value highlights a project completed over budget.	N/A
Report			
Who	When	How	Where
Project Manager	At bundle acceptance and after OFP release. Because the accuracy gap has to be tracked.	ReportTemplate ESE_Budget_accuracy and use queries: QR_ESE_BA1 and QR_ESE_BA2.	Directory: TBD
Validation			
To consistently produce estimates which fall within a 10% deviation.			

L'implantation de métriques doit se faire selon un processus défini. Le document de métriques (R000_000028_RP) fait état de quelques directives, qui restent cependant insuffisantes, mais qui seront complétées dans sa prochaine version. Cependant, pour chaque métrique gérée par l'outil de métriques devra lui être associée une fiche détaillant toutes les informations de la métrique en question. Cette fiche "technique" de la métrique (voir Tableau 6) illustrera en fait le processus lié à cette métrique.

Concernant les objectifs liés à l'implantation des métriques, on rappelle que deux métriques par département doivent être prêtes à l'emploi pour la fin de l'année 2001. Le tableau ci-dessous présente la liste des métriques à implanter. Ce ne sont pas forcément les métriques les plus critiques, ni les plus importantes. Néanmoins, elles ont l'avantage d'être les plus simples et les plus rapides à mettre en place. Ce sont uniquement pour ces raisons qu'elles ont été choisies par les managers. Par ailleurs, ce sont pratiquement les mêmes métriques qui reviennent, de ce fait l'effort d'implantation est relativement économique.

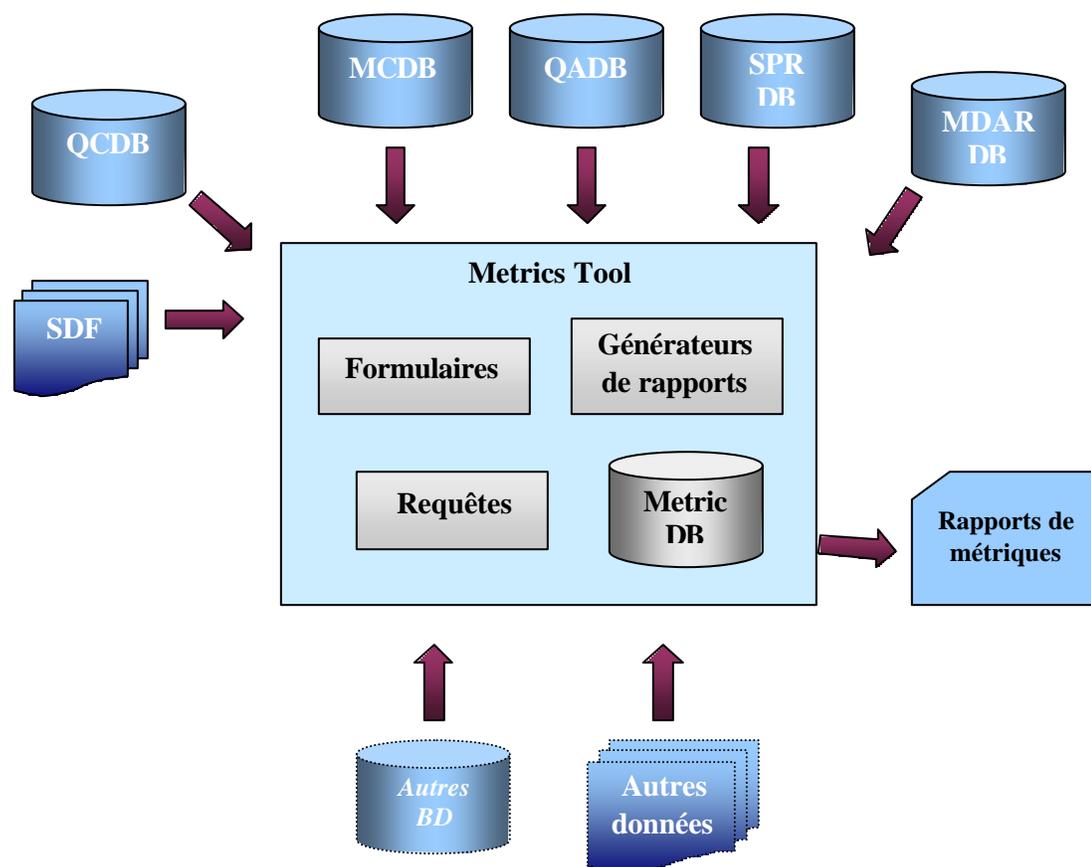
Tableau 7 - Liste des métriques à implanter

Département	Métriques
ESE	Budget Estimation Accuracy
	Schedule Estimation Accuracy
TSS	Budget Estimation Accuracy
	Schedule Estimation Accuracy
DMS	Percentage of SPRs fixed per year
	Average hours per SCR
ILS	Budget Estimation Accuracy
	Hours per MSI
QCO	Budget Estimation Accuracy (for Documentation Service)
	Schedule Estimation Accuracy (for Documentation Service)

2.11 Développement de l'outil de métriques: Metrics Tool

Pour rendre opérationnel le programme de métriques, il convient de disposer d'outils qui garantissent la consistance et la régularité des pratiques exigées par le programme de métriques, telles que les prises de mesures à des fréquences définies, l'utilisation des mêmes méthodes de calcul, etc. C'est pourquoi un outil logiciel a été développé et baptisé "Metrics Tool" dans le but de gérer les métriques du document de métriques (R000_000028_RP Version REV A).

Figure 6 - Vue d'ensemble du Metrics Tool



Pour cela un document de spécification (voir Appendice 8) a été produit afin de définir les différentes fonctionnalités de cet outil. D'un point de vue global (voir Figure 6), cet outil permet de :

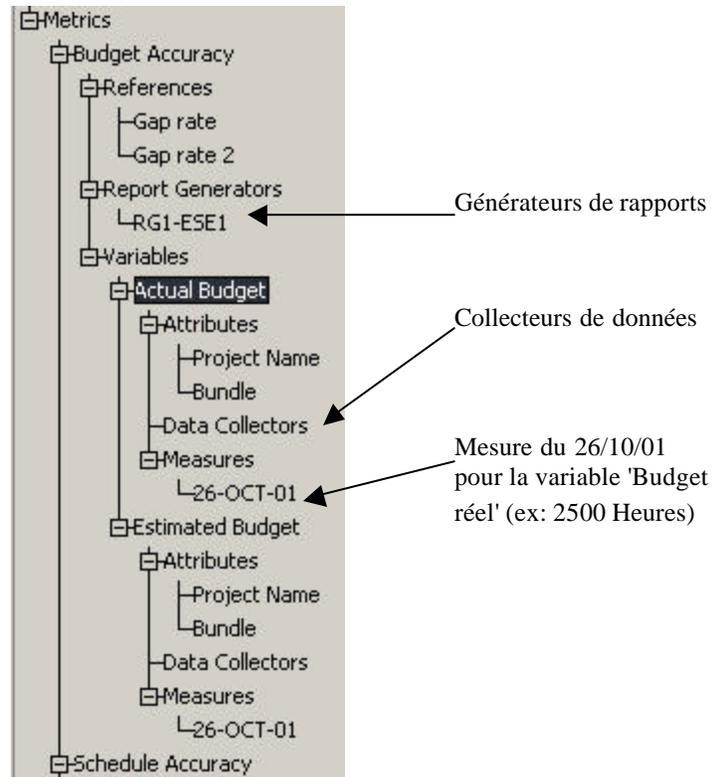
- Gérer et enregistrer des métriques via des formulaires.
- Ajouter de nouvelles métriques et de mettre à jour les métriques actuelles.
- Collecter à l'aide de requêtes prédéfinies des données de différentes bases de données et des documents tiers.
- Produire des rapports.

Chaque département, c'est-à-dire ESE, DMS, TSS, ILS et QCO, doit disposer chacun de leur outil de métriques. C'est pourquoi l'idée de base fut de créer un outil générique capable de s'adapter aux différents besoins de chaque département. Il suffit par la suite de configurer cet outil avec les métriques propres à chaque département pour le rendre opérationnel. Toutefois un bémol doit être mis, cet outil doit être considéré comme un support pour les individus intéressés, car il n'analysera pas ou ne fera pas d'interprétation des résultats produits par l'outil de métriques. Ce sont les utilisateurs de cet outil qui doivent faire les analyses appropriées. Cet outil de métriques a été développé en environnement *Oracle 8i*. D'un point de vue logique, les métriques sont représentées à l'aide d'un arbre (voir Figure 7) à travers lequel il est possible de naviguer. Chaque métrique possède la même structure arborescente comme celle qui suit :

Identifiant d'une métrique

- + Valeurs de références
- + Générateurs de rapports
- + Variables
 - + Attributs
 - + Collecteurs de données
 - + Mesures

Figure 7 – Vue d'écran d'une métrique sous forme arborescente



- *Identifiant de la métrique* : Il s'agit d'une clé pour identifier une métrique donnée. Cet identifiant fait référence aux informations relatives à la métrique considérée : le nom de la métrique et sa définition.
- *Valeurs de références* : Les valeurs de références sont des valeurs spécifiques qui représentent un ou des objectifs à atteindre, ou encore des limites à ne pas franchir. Par exemple, dans le cas de la métrique sur les écarts entre le budget réel et le budget estimé, une référence de 10% représente l'écart maximum toléré.
- *Générateurs de rapports* : Ces générateurs de rapports ont pour intérêt de faciliter la production de rapports de métriques. Ces générateurs sont basés sur des requêtes ad hoc.

- *Variables* : Il s'agit des variables qui sont manipulées à travers la formule relative à la métrique (voir Figure 8). Pour la métrique sur les écarts entre le budget réel et le budget estimé, les deux variables sont tout simplement le budget réel et le budget estimé.
- *Attributs de variable* : Pour être manipulable, une variable doit être caractérisée par différents attributs. Ces attributs permettent d'identifier l'objet qui est mesuré. Cet objet mesuré peut être un processus, une activité, un projet, etc. Par exemple, en reprenant les variables ci-dessus, ces budgets peuvent concerner un projet en entier ou bien des parties spécifiques du logiciel en question.
- *Collecteurs de données* : Ce sont des requêtes prédéfinies qui permettent de récupérer des données de façon automatisée auprès d'autres sources de données comme SPRO ou MDAR.
- *Mesures* : Ce sont les valeurs attribuées aux variables selon des attributs spécifiques. Cela revient à mesurer un objet bien identifié. Par exemple, il peut s'agir du nombre de défauts détectés pendant l'activité de révision concernant un module logiciel donné, ou encore l'échéancier réel d'un projet donné (voir Figure 9).

Ainsi en alimentant la base de données de cet outil, il sera possible de gérer et de produire des métriques sous forme de rapports préétablis tels qu'ils sont illustrés dans le document de métriques (R000_000028_RP).

Figure 8 – Vue d'écran d'une variable

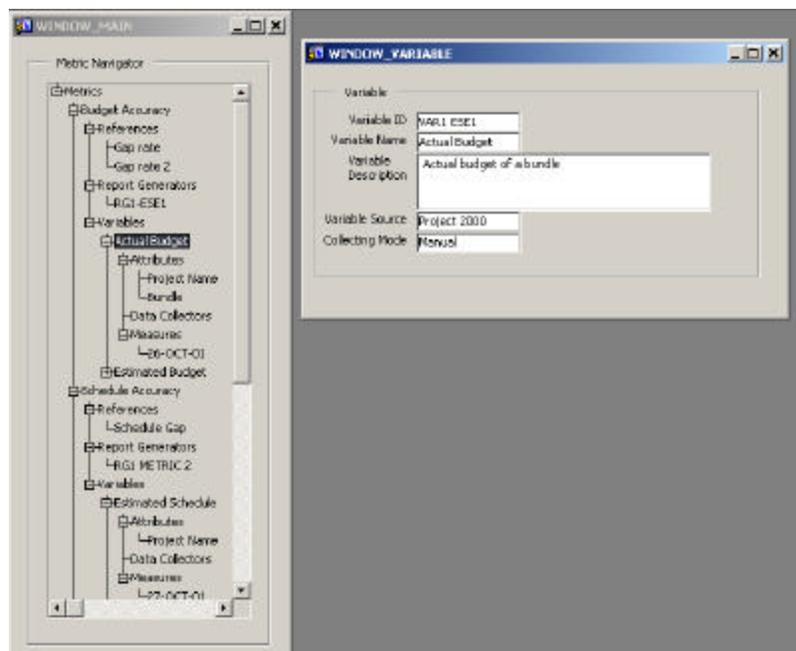
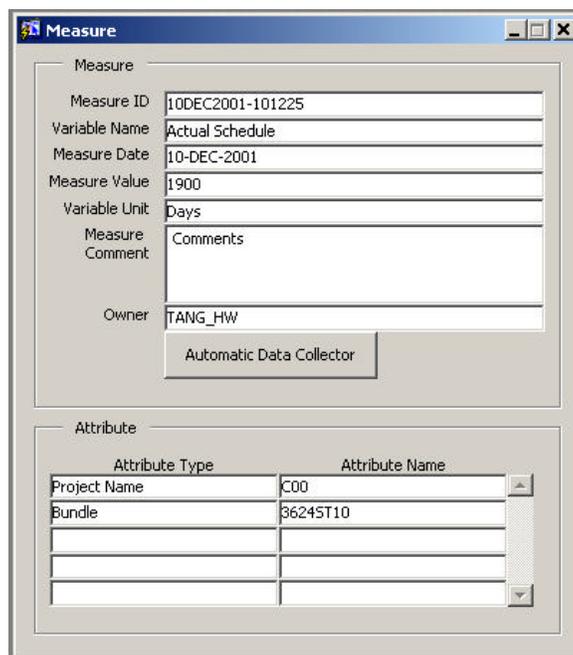


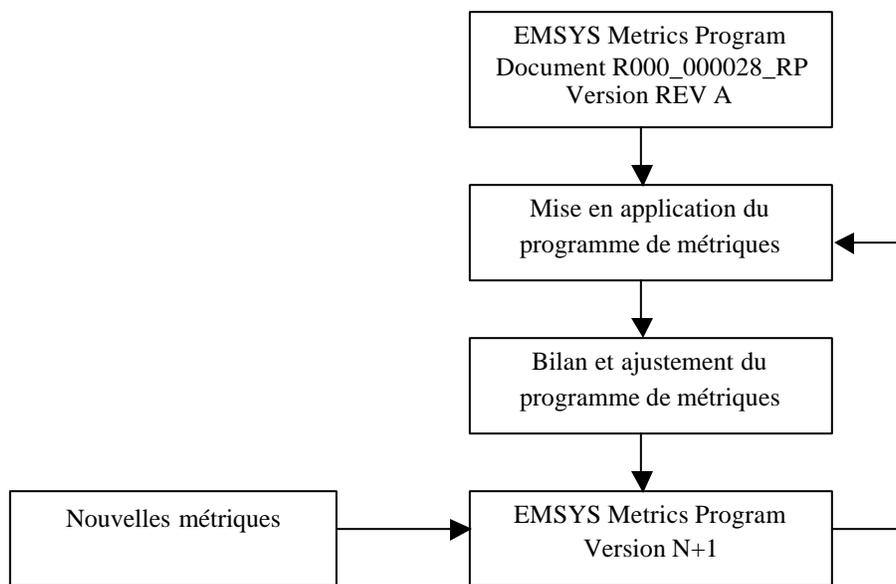
Figure 9 - Vue d'écran d'une mesure



2.12 Récapitulatif du projet

Même si les étapes définies dans le cadre de ce stage ont été suivies, il n'en reste pas moins que ce programme de métriques est un projet en développement continu. En effet, une dizaine de métriques a été implantée, sachant que le document de métriques R000_000028_RP possède une trentaine de métriques pour l'ensemble du Département 18. Par ailleurs, les dix métriques implantées doivent être vérifiées et validées dans le but de confirmer leur réelle pertinence. C'est pourquoi, ce programme de métriques se caractérise par un mode itératif et incrémentale de développement (voir Figure 10). C'est un développement itératif dans la mesure où il faut répéter le cycle "Application / Ajustement / Re-définition", et en même temps incrémental car il faut ajouter d'autres métriques pour répondre aux nouveaux besoins, aux changements des différents départements. Très prochainement, la mise en opération d'un nouvel outil de gestion de configuration PVCS de la compagnie Merant nécessitera des ajustements du programme de métriques, dans la mesure où cet outil de gestion de configuration a la possibilité de définir clairement certains processus. Par conséquent, il est d'ores et déjà possible d'envisager certaines métriques comme celles liées au "rework", car il serait alors faisable d'identifier et de contrôler le "rework".

Figure 10 - Développement du programme en mode itératif et incrémental



CHAPITRE III

ÉVALUATION DU PROJET

Ce présent chapitre se caractérise par l'évaluation de ce projet selon certaines dimensions : le temps, l'organisation, et les priorités du Département 18.

3.1 Le projet par rapport au temps

Depuis le début du projet, l'envergure de ce dernier n'a pas changé. Il s'agit toujours de mettre en place pour la fin de l'année 2001 deux métriques pour chaque département. Cependant, le projet décrit (voir Figure 4) prendrait un intérêt plus important et plus significatif si le programme de métriques avait pu être analysé après une première itération. Le laps de temps défini dans ce projet a imposé une contrainte avec laquelle il a été possible d'aller seulement jusqu'à la mise en service de deux métriques par département. La véritable appréciation de ce programme devra donc se faire après quelques mois, le temps de recueillir et d'analyser quelques métriques. En fonction de cette appréciation, des actions ad hoc devront être définies et appliquées. Toutefois, cela n'est pas aussi simple que cela semble l'être. Les projets du Département 18 ont des durées très différentes. Certains peuvent être relativement courts, et d'autres peuvent durer plusieurs années. Pour diverses raisons propres à la gestion des activités et des projets, certains projets logiciels sont en cours depuis plus de deux ans, alors qu'en principe une version de logiciel doit être produite et livrée chaque année au client. Là encore, le paramètre temporel est à considérer car attendre deux années pour obtenir des métriques n'est pas vraiment concevable surtout dans le contexte économique actuel. Afin de bénéficier substantiellement de l'utilisation des métriques au sein d'une organisation, la collecte, le traitement et l'analyse des métriques doit se faire normalement dans un laps de temps approprié permettant justement à l'organisation d'observer certains phénomènes, comme par exemple certains changements suite à des actions correctives ou améliorantes, et d'agir en conséquence de ces phénomènes.

Par ailleurs, le programme de métriques qui a été développé ne doit pas être géré uniquement dans un environnement statique, mais plutôt dans un environnement dynamique. En effet, divers paramètres peuvent être actuellement considérés, permettant de planifier certains ajustements du document de métriques. Présentement, quelques outils ou applications sont en développement. Cela signifie que dans quelques semaines ou dans quelques mois, ces outils ou applications seront déployés à travers le Département 18, tels que PVCS et QCDB. La présence de ces outils impliquera donc de nouvelles sources de données qui peuvent être exploitées par le programme de métriques. En ce qui concerne PVCS, qui est un outil de gestion de configuration mais qui permet également de gérer les processus, des métriques comme la quantification du “*rework*” seront réalisables. Il sera également possible de connaître, toujours grâce à PVCS, la distribution de défauts à travers le cycle de développement d'un produit logiciel. C'est-à-dire combien de défauts sont détectés à l'analyse, à la conception, au codage, etc. Du côté de QCDB, cette application doit servir à gérer les résultats des inspections, des revues et des “walkthroughs”. Certaines métriques liées à ces activités seront donc envisageables. Par conséquent, non seulement il faudra réajuster dans le temps certaines métriques déjà implantées qui ne sont pas véritablement appropriées, mais il faut également tenir compte de ces nouvelles opportunités qu'apporte la présence de ces nouveaux outils.

Le temps est donc un élément qu'il ne faut pas écarter, car c'est à travers cette dimension que les différences peuvent être apparentes et à partir desquelles le document de métriques doit être adapté.

3.2 Le projet par rapport l'organisation

L'existence de cinq départements relativement distinctifs n'a pas véritablement facilité le développement et l'application du programme de métriques. Afin de faire approuver les différentes recommandations, il a fallu véritablement gérer ces cinq départements de façon indépendante et en fonction de leurs propres spécificités. Plusieurs facteurs peuvent être pris en considération à ce sujet, notamment la maturité des processus, et les produits et services dont ils ont la charge.

Sur le plan des processus que les départements utilisent, certains sont très précis et très élaborés comme ceux du département ESE, et d'autres sont moins élaborés pour certains départements. De ce fait, l'application de ce programme de métriques a eu un déroulement à "géométrie variable". Cela s'explique par le fait que pour certains départements les activités de production de logiciel sont clairement décrites et expliquées à travers des procédures, et que pour d'autres départements il fallait agir au cas par cas. Même à l'intérieur des départements, les équipes peuvent être très distinctes les unes des autres. C'est pourquoi, un des objectifs du Quality Council et du SEPG est de rationaliser l'ensemble des processus, notamment ceux concernant la production des logiciels, et essayer d'avoir des processus de haut niveau relativement communs.

Étant donné que les représentants du Quality Council et du SEPG sont également des responsables des différents projets du PMV, c'est-à-dire les managers, ils ont en charge plusieurs produits et services à gérer. Il est possible de dénoter un léger mais perceptible conflit d'intérêts dans la gestion des opérations du Département 18 par rapport à l'amélioration des processus, un conflit très compréhensible car les activités des projets sont souvent considérées avec une plus grande priorité.

D'autres commentaires pourront être apportés à propos des particularités de cette organisation dans les parties concernant l'expérience de ce projet.

3.3 Le projet par rapport à la certification ISO 9001

Comme il a déjà été mentionné au début de ce document, le projet de métriques intervient dans un autre projet du Département 18 de plus grande envergure, l'obtention de la certification ISO 9001 version 2000, qui est actuellement la priorité numéro un pour le département responsable, c'est-à-dire QCO. Cette certification est en principe programmée pour la fin de l'année. Contribuant également à l'obtention de ce standard, le document de métriques devait et doit encore s'adapter aux exigences définies par ce standard. Principalement, il est question des objectifs définis par le Département 18, lesquels doivent être mesurables selon le standard ISO 9001. D'autre part, ce dernier met aussi l'accent sur la satisfaction du client, chose que le Département 18 n'a pas explicitement défini. Par

conséquent, il est nécessaire de revoir et de compléter le programme de métriques afin de prendre en compte cet objectif de satisfaction du client. Il apparaît également que certains objectifs doivent être aussi mis à jour car ils ne sont plus très pertinents dans le contexte actuel, ou encore ce sont tout simplement des vœux pieux.

Quoique similaire, l'obtention du niveau 4 du standard CMM est également un objectif pour le département QCO. Il s'agit cependant d'un objectif à très long terme pour lequel il conviendra de prendre certaines précautions dans le développement et l'amélioration du programme de métriques. Cet objectif requiert en fait une planification suffisamment judicieuse dans le but de faciliter la conformité du programme de métriques vis-à-vis des critères imposés par le niveau 4 du CMM, plus précisément le secteur clé relatif à la gestion quantitative des processus. Il convient dès à présent d'avoir un mode de réflexion qui n'écarte pas l'anticipation des moyens et des marges de manœuvre permettant de répondre plus facilement aux critères du secteur clé de la gestion quantitative des processus.

CHAPITRE IV

RÉFLEXION ET DISCUSSION DE L'EXPÉRIENCE

Ce chapitre est consacré à la réflexion et aux discussions que cette expérience a suscitées pendant cette session d'automne 2001. Un bilan sera présenté et soulignera le respect de l'échéancier et l'atteinte des objectifs. D'un autre côté, quelques leçons apprises pourront être présentées d'après l'expérience qui a été vécue pendant de cette session d'automne 2001.

4.1 Bilan du projet

La mission de ce projet était de livrer au Département 18 pour la fin de l'année 2001 un programme de métriques avec deux métriques implantées par département. Le bilan de cette fin de projet se caractérise par :

- *La livraison d'un document de métriques* : Le programme de métriques est concrétisé par le document "EMSYS Department 18 Metrics Program - Version Revision A, R000_000028_RP". Ce document contient toutes les métriques qu'il faut désormais implanter au sein de cette organisation.
- *La livraison d'un outil de métriques permettant la gestion de deux métriques par département* : Disposant d'une liste de métriques à mettre en opération, lesquelles possèdent déjà des paramètres définis, et d'un outil de métriques, le déploiement pour les 5 départements est seulement conditionné par l'intervention du service d'administration des bases de données.
- *La documentation associée à l'outil de métriques* : Cette partie du projet fut quelque peu négligée par manque de temps, mais devra être rattrapée dès le début de l'année 2002. Cela concerne en particulier la rédaction au propre des documents liés à la conception, au code, aux tests et à la validation. Toutes les informations liées au développement de l'outil se trouvent dans l'atelier logiciel "Oracle Designer". Cependant, il convient de

respecter les procédures du Département 18 en employant les gabarits des documents prévus à cet effet.

Ce bilan constitue en fait un jalon qui marque la fin de cette phase de préparation à l'exploitation du programme de métriques.

4.2 Les leçons apprises

Il est difficile de tirer présentement des leçons par rapport au programme de métriques lui-même. En effet, ce programme de métriques ne fait que commencer et aucun résultat n'est encore visible pour avancer des critiques. Ceci ne sera possible que lorsque les premiers rapports seront produits, c'est-à-dire après janvier ou février 2002. À ce moment là, il sera envisageable de dégager des leçons apprises. Toutefois, d'autres leçons peuvent être dégagées de cette expérience, notamment en ce qui a rapport avec la gestion d'une organisation en générale.

Une leçon apprise de cette expérience, reliée aux interactions avec les managers, concerne l'apport de solutions complètes aux questions et aux problèmes. Il ne s'agit pas uniquement de répondre aux questions ou aux problèmes en fournissant simplement des éléments essentiels de réponses. Il convient en fait de faire une véritable analyse du problème en fournissant une réponse argumentée, sous des formes résumées et également détaillées. Cela signifie concrètement qu'il faut définir quels sont les moyens, les coûts, les gains, les avantages et les inconvénients de la solution proposée. Cela signifie également qu'il faut préparer d'autres solutions alternatives avec leurs gains, avantages et inconvénients, et expliquer pourquoi telle solution semble la plus optimale. Pareillement, cette leçon semble très évidente, mais elle fait référence aux approches des consultants. C'est donc ce genre d'approche que les managers du Département 18 semble attendre, mais cela ne veut pas dire pour autant que les solutions proposées soient forcément acceptées. Cela dépend de leurs priorités du moment.

De nombreux points sur le plan de la gestion des organisations peuvent être discutés et commentés. Cependant, dépendamment de la culture de cette organisation, ces leçons

appries sont celles qui méritent d'être soulignées car elles correspondent à des difficultés qui auraient pu être facilement surmontées au cours de cette expérience.

CONCLUSION

Le travail qui a été accompli au cours de ce projet n'est en fait qu'un point de départ du programme de métriques du Département 18. Un effort plus important devra être déployé pour maintenir en place et pour améliorer ce programme. Il faudra attendre les premiers résultats que ce programme produira pour valider ou invalider la pertinence des métriques en fonction. La poursuite de ce projet sera d'autant plus enrichissante car toutes les leçons substantielles seront dégagées à travers le temps, offrant une expérience unique pour le Département 18.

D'un point de vue académique, il a été possible d'observer plusieurs principes du génie logiciel, et notamment ceux de l'assurance qualité, en partant des cycles de production des logiciels jusqu'à l'amélioration des processus. Mais ces principes ne doivent pas être considérés de manière isolée. Une véritable dimension "*managériale*" et humaine doit être considérée et couplée avec le génie logiciel. Il est fort intéressant qu'une organisation dispose des processus et des procédures, mais ce sont les individus qui en sont les utilisateurs, s'ils le souhaitent. C'est avec ce type de philosophie que le programme de métriques tentera se faire une place légitime au sein du Département 18.

BIBLIOGRAPHIE

Basili V. et al. 1994. *The Goal Question Metric Approach*. Computer Science Technical Report, University of Maryland, College Park. 10 p.

Florac W. et al. 1997. *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement* (CSU/SEI-97-HB-003). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 240 p.

Grady R. et Caswell D. 1996. *Software Metrics: Establishing A Company - Wide Program*. Prentice Hall. 288 p. ISBN 0-13-821844-7

Gresse C. et al. 1995. *A Process Model for GQM-Based Measurement*. STTI-95-04-E. Universität Kaiserslautern. 228 p.

Perkins T. 2001. *The Nine-Step Metrics Program*. CrossTalk The Journal of Defense Software Engineering, February 2001. 3p.

Wedberg G. 1998, *Pro-Active Metrics*. CrossTalk The Journal of Defense Software Engineering, August 1998. 3p.

Wieggers K. 1997. *Software Metrics: Ten Traps To Avoid*. *Software Development*, October 1997. 5 p.

APPENDICES

Les documents ci-dessous ne seront pas diffusés au public.

Appendice 1 - La politique de qualité du Département 18

Appendice 2 - Rapport du cours MGL805 Vérification et Assurance Qualité

Appendice 3 - EMSYS Department 18 Metrics Program - R000_000028_RP Rev. A

Appendice 4 - Cycle de développement logiciel du département ESE

Appendice 5 - Tableau des métriques révisées

Appendice 6 - Définitions des métriques prioritaires

Appendice 7 - Critères d'efforts et gains des métriques

Appendice 8 - SOR du Metrics Tool - R000_000046_SR