

# **CST –Analyse multi-facettes et opérationnelle pour la transformation des systemes d'information**

HOUEKPETODJI Mahugnon Honoré

## **1 Description du sujet de la thèse**

CIM est une SAS au capital social de 200k détenue à 100 par DL Software. CIM est éditeur, intégrateur, hébergeur et infogéreur de solutions pour l'assurance de personnes en santé, prévoyance. Elle offre une expertise Santé et Prévoyance acquise après plus de 30 ans auprès de ses clients. CIM est hébergeur de ses solutions pour 90 de ses clients et plus de 1000 utilisateurs. Toutes les thématiques d'infrastructure et de surveillance des flux sont intégrées à cette offre. CIM est propriétaire de ses infrastructures serveurs, tous les éléments actifs des systèmes et tous les éléments de stockage sont achetés par CIM, gérés et supervisés par les équipes de CIM. Aucun sous-traitant n'intervient dans les opérations quotidiennes d'hébergement, d'exploitation des solutions et des données hébergées.

CIM est certifiée Microsoft GOLD Partner. Elle est l'éditeur des progiciels de la gamme Izy Links et assure l'intégration de l'ensemble des briques de cette gamme ainsi que des briques partenaires nécessaires à la bonne réussite du projet. Cette solution est développée en PowerBuilder sur base de données DB2. L'équipe de développement vient d'upgrader en PowerBuilder 2017 (été 2018) et est en cours de passage sur DB2 v11 (avec l'aide d'un DBA IBM – prestation 2018).

Le système de gestion est centré sur le back office Izy Protect, autour duquel gravite l'ensemble des briques complémentaires répondant à l'ensemble des besoins, et pouvant être activées ou non. La société CIM a effectué une analyse de risque pour son évolution et croissance en 2017 d'où il ressort que Izy Protect souffre des problèmes (1) vieux langage, (2) logiciel vieillissant, (3) perte savoir, (4) changements à haut risque. Ces problèmes sont récurrents chez les organismes gérant des systèmes d'information [7].

Ce travail de doctorat consiste de proposer des modèles et des mécanismes permettant d'assurer une ré-ingénierie des systèmes d'information. Les expériences et validation des prototypes se feront dans le contexte de l'application du système d'information écrit en PowerBuilder de la société CIM

## **2 Etat de l'art**

Cette section présente Izy Protect, ainsi que les mécanismes de ré-ingénierie des systèmes d'information patrimoniaux.

### **2.1 Présentation de Izy Protect**

Izy Protect est un système de plus de 3 MLOC écrit en Powerbuilder et maintenu depuis plus de 20 ans par les développeurs la CIM. Le code source est organisé par bibliothèques Powerbuilder. Izy Protect compte 117 bibliothèques. La plus large à une taille supérieure à 300 KLOC. Durant toutes ces années, il y a eu beaucoup de changement dans l'équipe de développeurs. Vu la complexité actuelle du système, les développeurs ont de plus en plus du mal à le maintenir. Les anciennes versions du système sont stockées sur un disque dur. Pour des raisons internes à la CIM, les versions de Izy protect ont été perdues jusqu'en 2010. De plus les développeurs risquent à tout moment d'écraser leurs travaux. Les développeurs modifient Izy protect en réponse à ce qui décrit le travail à faire. De plus, il n'y a pas de tests unitaires automatisés. Ce qui augmente la crainte des développeurs au petit changement. Quand un système à plusieurs décennies de vie, la rétro-ingénierie est une activité centrale pour le maintenir [7].

Dans l'entreprise, les tickets sont stockés dans la base de données des tickets ou fiches navettes depuis 1998. Un ticket représente un travail unitaire. La base de données des tickets pilote l'ensemble du processus d'évolution du logiciel : attribution du travail aux développeurs, gestion du flux de travail pour répondre à une demande du client, informations de facturation sur chaque tâche. Il existe des tickets pour la correction de défauts, la rédaction de documentation, l'ajout de nouvelles fonctionnalités, etc.

Un ticket comporte entre autres les caractéristiques suivantes :

- la date de création
- la date de clôture
- l'estimation du temps nécessaire au développeur pour travailler sur le ticket
- temps passé par un développeur
  - le temps d'analyser
  - le temps de mettre en œuvre une solution
  - le temps de test
- le(s) bibliothèque(s) impactées

## 2.2 Analyse de l'évolution de l'état d'un logiciel patrimonial

Les systèmes patrimoniaux sont des systèmes en constante changements : production de nouvelles fonctionnalités. La deuxième loi de Lehman [11] stipule qu'à mesure que les logiciels évoluent, la complexité croissante et l'augmentation des défauts entraîneront une baisse de la satisfaction des parties prenantes, à moins que les équipes de projet n'entreprennent le travail nécessaire pour maintenir la qualité. Dans ce sens nombreuses travaux de la littérature propose des techniques, pour suivre l'évolution de l'état de ces systèmes.

[?] utilise les données des occurrences bugs et le temps pour modéliser l'évolution d'un système logiciel avec ccharts.

[12] propose un système de recommandation d'action au développeur pour un nouveau bug. Le system se base sur l'historique des bugs, le code source ainsi que qu'un algorithme de prédiction. Pour que ça marche, le code source doit être gérer dans un système de contrôle de version. Ce qui n'est pas le cas avec Izy Protect.

[15] utilise les modèles et l'analyse de l'historique des défauts pour évaluer la qualité d'un système et prédire l'effort nécessaire pour améliorer le système. Les métriques mesurés sont : le taux de bugs sur une période de temps, le ratio entre le taux de d'augmentation de la taille du système et le taux de bugs, le temps moyen entre la découverte des bugs, l'effort pour résoudre les bugs, estimation des risque de future bugs, etc. Certain de ces métriques comme : le taux de bugs par période de temps, l'effort pour résoudre les bugs sont intéressantes dans le cadre de Izy Protect. Les autres ne se conforme pas au contexte car les tickets de Izy protect ne sont directement liés au code de façon standard. Chaque développeur note le numéro de tickets a sa façon dans le code.

[3, 10] propose un modèle de prédiction des défauts avec des algorithmes d'apprentissage en utilisant l'historique des bugs de système. Les algorithmes de prédiction de bugs ne sont pas toujours consistant [1]. De plus, ils ne tiennent pas compte des changements qui peuvent être imprévisible dans le code. De plus Izy Protect est système commercial multi-utilisateurs, et donc chaque utilisateur a des fonctionnalités ou des changements qui lui est spécifique.

[13] Utilise l'historique le nombre de lignes de code changer pour un bug fix ou une nouvelle fonctionnalité pour prédire la densité de bug le code. Pour que ceci soit réalisable, il faut que le code soit préalablement versionné dans un system de contrôle de version.

[16] à étudier différents algorithme de modélisation des défauts d'un système a partir des donnée des défauts relevé sur huit projet open source. Il en ressort que la moyenne glissée modélise mieux les défauts des systèmes.

## 2.3 Rétro-ingénierie

Dans cette section, je presenterais les traveaux reliés à outillage pour la rétro-ingénierie que j'ai étudié. [5] définit la rétro-ingénierie comme *"un proccessus d'analyse d'un système donnée pour identifier les composants du système et leurs relations, afin de créer des représentations du système sous une autre forme ou à un niveau d'abstraction plus élevé."*

[4] affirme que la rétro-ingénierie n'est pas limitée à certains langages courants mais est universelle. Par exemple, elle peux concerner la base de données [6] ou l'interface graphique [17]. Il est donc nécessaire de disposer d'une suite d'outils polyvalents et extensibles, indépendants du langage : cette extension peut se faire à plusieurs niveaux - méta-modèle. Mais aussi au niveau des outils eux-mêmes (par exemple en agissant sur le modèle).

Kienle et Müller [9] ont explorer la question de la construction d'outils de rétro-ingénierie. Ils proposent trois axes : (1) les critères, (2) la construction et (3) l'évaluation.

Bellay et Gall [2] ont proposé une large liste de critères pour comparer les outils de rétro-ingénierie. Par contre ils ne couvrent pas le métamodèle, l'extension du métamodèle et des outils de manière exhaustive.

Govin et al [8] ont identifié des critères pour les outils de réingénierie. Parmi ces critères j'ai retenu ceux qui rapportent à la rétro-ingénierie. Ce sont les critères (1) de selection , (2) d'abstraction.

Bruneliere et al. [4] a proposé et mis en oeuvre le cadre MoDisco. MoDisco est divisé en 4 couches, le projet de modélisation des éclipses, l'infrastructure, la technologie et les cas d'utilisation. La couche infrastructure contient des outils génériques tels que celui permettant de naviguer et d'interroger les modèles. La couche technologie contient le métamodèle spécifique, (Java, XML, JSP, ...). Et la couche des cas d'utilisation contient l'action spécifique pour un modèle, par exemple

le refactoring de code Java. MoDisco inclut , navigateur de model, un editeur pour voir le code des entité d'un model, un support graphique pour faire des requetes sur les elements du model. Par contre Bruneliere et al. [4], ne propose que l'UML pour visualiser les elements d'un model. Alors que pour un système large, l'UML devient vite une toile d'araigné et fraîne une compréhension rapide du système.

### 3 Avancées actuelles

#### 3.1 Route vers le DevOps

Les problèmes préalablement cités sur Izy Protect à savoir : code non versionné, ce qui engendre les pertes et écrasement de code, puis l'absence total de test unitaire automatisé, m'ont amenés à :

- Mettre en place un serveur subversion (SVN) pour versionné les code. Le choix de SVN est guidé par le fait de sa simplicité pour la compréhension. De plus le module de contrôle de version que offre Powerbuilder n'est pas trop stable. Par exemple parfois le module considère un code déjà versionné comme un code non versionné. De plus le module de contrôle de version que offre Powerbuilder ne support pas bien les opérations avancés comme la comparaison de deux versions du code ou bien la résolution de conflit. En complément de Powerbuilder, j'ai amener les développeurs de la CIM à utiliser TortoiseSVN.
- Reconstruire l'histoire du code source de Izy Protect depuis 2012 afin de procéder à des analyse de l'évolution du système a partir des changements entre les version. Les versions de Izy Protect sont nombreuses. J'en suis actuellement a fin des versions produites en 2014.
- Tester des outils de tests unitaire sur Powerbuilder. PUnit parait être la librairy qui permet de tester les fonctionnalités des applications Powerbuilder au niveau du code source. Je suis entrain de le mettre en place.

#### 3.2 Analyse des fiches navettes

Afin d'évaluer l'état de Izy Protect, et contrôler l'effet de la ré-ingénierie sur Izy Protect, j'ai utilisé la base de donnée des fiche navettes. Après nettoyage, seul les tickets à partir de 2004 sont utilisable. Les données sont non-stationnaires. En me basant sur les résultats de [16], j'ai utilisé la moyenne glissant avant un pas de 2 mois pour modéliser l'état du système. J'ai principalement mesuré les métriques suivantes : l'evolution du temps pour ferme les tickets, l'evolution du temps nécessaire au developpeur, l'evolution du temps des tests manuel du developpeur, l'évolution de l'estimation du temps de developpement par le manager. Les resultats sont présenté dans un dashboard qui se met a jours chaque mois. La Figure ?? montre l'aperçu du dashboard. Les developpeurs ont confirmés que les resultats de l'analyse reflètent bien leurs ressenti de l'état de Izy Protect.

#### 3.3 Outil d'aide a la rétro-ingénierie logiciel

Pour répondre aux exigences détaillées dans la section Section 2.3, j'ai développé une suite d'outils d'aide à la retro-ingénierie. Ces outils sont developpeur au dessus de la platform Moose [14]. En effet, la plate-forme offre un méta-modèle générique et quatre outils principaux pour l'analyse des systèmes logiciels. Il s'agit de (1) Famix : un meta-model qui permet au developpeur de représenter un programme, (2) Moose Query : un API pour naviguer dans un model Famix, (3) Les tags : utilisées pour enrichir le code source avec des informations qui ne peuvent pas être directement déduites du code source et (4) Roassal : Un framework de visualisation intégré dans Moose. Dans la suite, je presenterai d'abord l'achitecture mise en place pour les outils puis chaque outils.

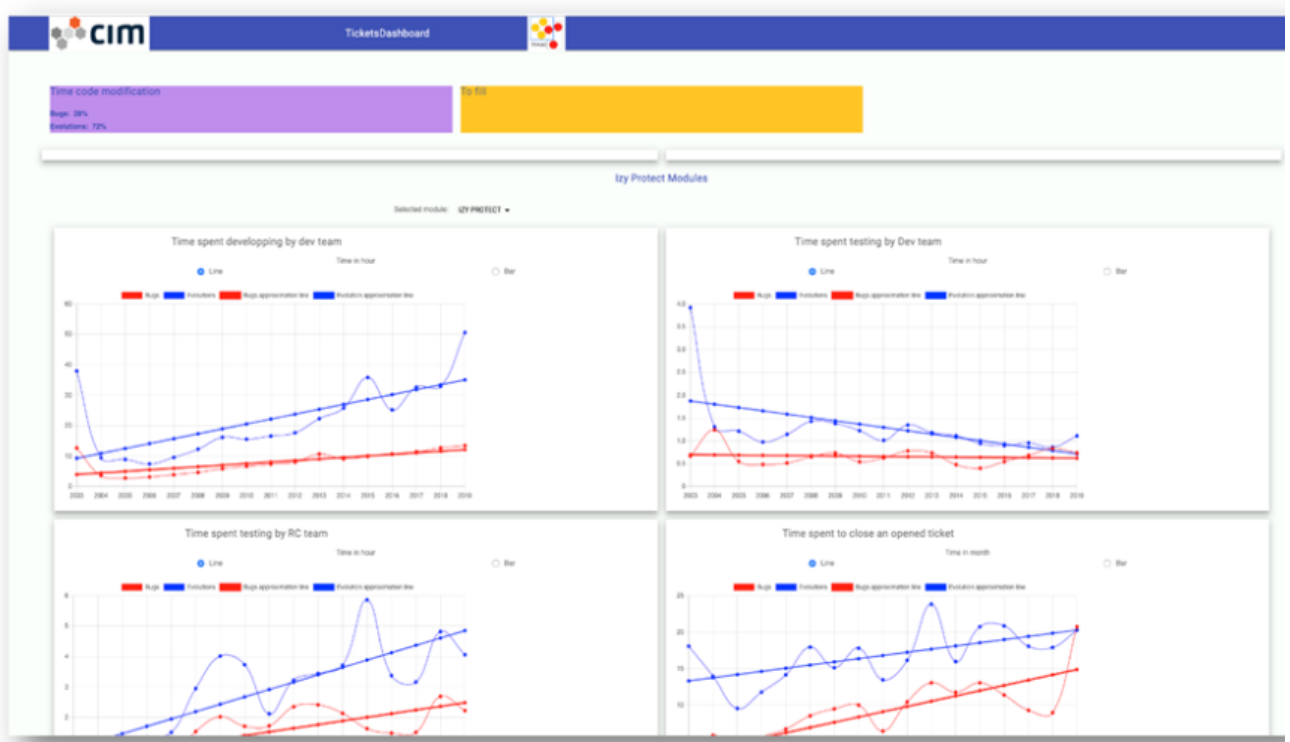
##### 3.3.1 Architecture des outils

L'architecture global de la suite d'outils est principalement composé d'un *BrowserMaster* et des navigateurs. Le tout s'exécute sur une instance d'un model Famix. Il a été pensé dans le but de faciliter l'expérience du developpeur dans les différentes activités de la retro-ingénierie logiciel. Le *BrowserMaster* est responsable de l'échange d'information entre les navigateurs. Il est au courant de tous les navigateurs ouvert. Il se charge de notifier tous les navigateurs ouvert en cas d'évènement.

Chaque navigateur fonction sur une entité du model Famix courante local a lui. Cet entité peut être un seul entité ou un group d'entité. Il navigateur est peut émettre ou recevoir un evenement.

émission d'évènement :

L'émission d'un évènement par un navigateur est gouverner par son mode de propagation. En mode de propagation actifs, le navigateur emet un evenement pour partager globalement son entité courant a chaque fois que l'entité change.



Dans le contraire, l'entité courant est gardé localement.

reception d'évènement :

Le comportement d'un navigateur a la reception d'un évènement dépend du mode de réception de ce dernier.

### 3.3.2 Outil de détection de code mort

### 3.3.3 Outil de visualisation de code dupliqué

### 3.3.4 Outil de présentation de code source

## 4 Roadmap

## 5 Publications

Cette section présente la liste des soumissions liée à cette thèse.

### 5.1 Papiers soumis

- 1.
- 2.

## 6 Formation doctorale

## 7 Projet professionnel

## Références

- [1] Abdul Ali Bangash, Hareem Sahar, Abram Hindle, and Karim Ali. On the time-based conclusion stability of software defect prediction models. *arXiv preprint arXiv :1911.06348*, 2019.
- [2] Berndt Bellay and Harald Gall. An evaluation of reverse engineering tools. *Journal of Software Maintenance : Research and Practice*, 1998.
- [3] S. Bibi, G. Tsoumakos, I. Stamelos, and I. Vlahvas. Software defect prediction using regression via classification. In *IEEE International Conference on Computer Systems and Applications*, 2006., pages 330–336, 2006.

- [4] Hugo Bruneliere, Jordi Cabot, Grégoire Dupé, and Frédéric Madiot. Modisco : A model driven reverse engineering framework. *Information and Software Technology*, 56(8) :1012–1032, 2014.
- [5] Elliot Chikofsky and James Cross II. Reverse engineering and design recovery : A taxonomy. *IEEE Software*, 7(1) :13–17, January 1990. doi: 10.1109/52.43044. URL <http://dx.doi.org/10.1109/52.43044>.
- [6] Julien Delplanque, Anne Etien, Nicolas Anquetil, and Stéphane Ducasse. Recommendations for evolving relational databases. In *32nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, 2020.
- [7] Serge Demeyer, Stéphane Ducasse, and Oscar Nierstrasz. *Object-Oriented Reengineering Patterns*. Morgan Kaufmann, 2002. ISBN 1-55860-639-4. URL <http://rmod.inria.fr/archives/books/OORP.pdf>.
- [8] Brice Govin. *Support à la rénovation d’une architecture logicielle patrimoniale : Un cas réel chez Thales Air Systems*. PhD thesis, Université de Lille, June 2018. URL <http://rmod.inria.fr/archives/phd/PhD-20180-GovinBrice.pdf>.
- [9] Holger M. Kienle and Hausi A. Müller. The tools perspective on software reverse engineering : Requirements, construction, and evaluation. In *Advanced in Computers*, volume 79, pages 189–290. Elsevier, 2010.
- [10] Sunghun Kim, Thomas Zimmermann, E James Whitehead Jr, and Andreas Zeller. Predicting faults from cached history. In *29th International Conference on Software Engineering (ICSE’07)*, pages 489–498. IEEE, 2007.
- [11] Manny Lehman. Laws of software evolution revisited. In *European Workshop on Software Process Technology*, pages 108–124, Berlin, 1996. Springer.
- [12] Valentina Lenarduzzi, Alexandru Cristian Stan, Davide Taibi, Davide Tosi, and Gustavs Venters. A dynamical quality model to continuously monitor software maintenance. In *The European Conference on Information Systems Management*, pages 168–178. Academic Conferences International Limited, 2017.
- [13] Nachiappan Nagappan and Thomas Ball. Use of relative code churn measures to predict system defect density. In *Proceedings of the 27th international conference on Software engineering*, pages 284–292, 2005.
- [14] Oscar Nierstrasz, Stéphane Ducasse, and Tudor Gîrba. The story of Moose : an agile reengineering environment. In Michel Wermelinger and Harald Gall, editors, *Proceedings of the European Software Engineering Conference, ESEC/FSE’05*, pages 1–10, New York NY, 2005. ACM Press. ISBN 1-59593-014-0. doi: 10.1145/1095430.1081707. URL <http://rmod.inria.fr/archives/papers/Nier05cStoryOfMoose.pdf>. Invited paper.
- [15] Dan Port and Bill Taber. Actionable analytics for strategic maintenance of critical software : an industry experience report. *IEEE Software*, 35(1) : 58–63, 2017.
- [16] Uzma Raja, David P. Hale, and Joanne E. Hale. Modeling software evolution defects : a time series approach. *Journal of Software Maintenance and Evolution : Research and Practice*, 21(1) :49–71, 2009. doi: 10.1002/smr.398. URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smr.398>.
- [17] Benoît Verhaeghe, Anne Etien, Nicolas Anquetil, Abderrahmane Seriai, Laurent Deruelle, Stéphane Ducasse, and Mustapha Derras. Gui migration using mde from gwt to angular 6 : An industrial case. In *2019 IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, Hangzhou, China, 2019. URL <https://hal.inria.fr/hal-02019015>.