

L'amélioration des processus logiciels pour de petites entreprises : nos expériences avec les micro-évaluations

CLAUDE Y. LAPORTE, JEAN-MARC DESHARNAIS,
MOHAMED MOUNIR ABOUELFATTAH, JEAN-CLAUDE BAMBA,
ALAIN RENAULT, SIMON ALEXANDRE ET NAJI HABRA

Résumé : Depuis plusieurs d'années, l'industrie et la communauté scientifique ont étudié l'amélioration de processus logiciels dans les organisations. Cependant, cette recherche s'est appliquée principalement à de grandes entreprises. En 1998, l'université de Namur a commencé un projet de recherche sur l'amélioration des processus logiciels des petites entreprises (moins de 60 employés) principalement dans la Wallonie où l'amélioration est évidente et où l'expérimentation par cette université et le Centre d'Excellence en Technologies de l'Information et de la Communication (CETIC) est conduite. Leur travail a été suivi de recherches à l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) dans la province de Québec. Les résultats de cette recherche et de l'utilisation de la première version de la méthode développée sont présentés dans cet article.

Mots-clés : amélioration de processus logiciels, modèle de maturité, évaluation de processus, CMM^{®1}, CMMI, SPICE, ISO/CEI 15504, OWPL, micro-évaluation.

1. INTRODUCTION

Dans le contexte d'un marché global, les grandes organisations qui dépendent de la technologie de l'information (TI) se rendent compte de l'importance de la qualité, de la productivité et des délais de développement des logiciels. En conséquence, beaucoup investissent le temps et les ressources afin d'améliorer leurs produits et processus logiciels. Certains ont créé leur propre modèle de référence, mais plusieurs emploient des normes et des modèles développés par des organismes tels que l'organisation de normalisation internationale (ISO) ou le Software Engineering Institute (SEI). Par exemple, la norme ISO/CEI 15504[6] et le modèle CMMI (Capability Maturity Model Integration) [11, 12] peuvent être appliqués à presque n'importe quel champ d'activité où les TI jouent un rôle plus ou moins stratégique. Cependant, ces

normes et modèles ne sont pas facilement utilisables par de petites et très petites entreprises, car ils sont beaucoup trop compliqués et trop chers à mettre en application.

Une solution à ce problème était nécessaire, en particulier dans les régions où les acteurs industriels sont principalement de petites entreprises sujettes aux mêmes contraintes du marché que les plus grandes entreprises. La Wallonie (Belgique) et le Québec (Canada) représentent de telles régions. À l'université de Namur, une approche d'amélioration de processus logiciels consacrée à de petites structures de développement a été développée pendant les années 1998-2000. Elle a été employée et améliorée en collaboration avec le CETIC (Wallonie, Belgique) et l'ÉTS (Québec, Canada). Cet article présente les résultats de cette

approche. La prochaine section, la section 2, présente le cadre utilisé. Puis le contexte, l'utilisation et les leçons apprises de son utilisation en Belgique et au Québec sont présentés en détail (section 3). Enfin, des conclusions sont tirées pour l'expérience entière².

2. LA MÉTHODE

La méthode d'évaluation utilisée dans cette expérience, appelée micro-évaluation, fait partie d'un référentiel graduel plus complet, appelé OWPL[3], qui sera exposé dans la section 2.1 ; la micro-évaluation proprement dite sera détaillée dans la section 2.2. La section 2.3 établit les liens entre ce référentiel et le référentiel CMMI.

2.1 LE RÉFÉRENTIEL OWPL

OWPL est un cadre de référence graduel dont le but est d'aider les TPE (Très Petites Entreprises) dans l'amélioration de leur processus logiciel (APL) d'une façon ciblée et efficace. Ce cadre tient compte des spécificités de ces TPE dans leur besoin d'une amélioration rapide et peu coûteuse mais qui vise cependant un niveau élevé de maturité [4].

L'hypothèse derrière cette approche est que les organisations visées par OWPL ont peu de temps et peu ou pas de familiarisation avec les concepts et le vocabulaire de la qualité et de APL⁴ mais qui sont motivées pour améliorer leurs produits et processus. Typiquement, le niveau de leurs pratiques est souvent faible et irrégulier au sein d'une même organisation et, bien souvent, dépendantes des personnes en charge du projet, du client, du chef de projet ou de l'équipe de développement concernée. Ainsi, il est souvent possible d'identifier, çà et là, des pratiques efficaces susceptibles d'être facilement généralisées à d'autres équipes ou projets.

L'approche graduelle OWPL vise ainsi un double objectif : d'abord sensibiliser les TPE à la problématique de la qualité et ensuite leur proposer une démarche progressive d'amélioration de us de logiciel qui produira des améliorations rapides et tangibles avec un minimum d'effort « *quick-win* ».

L'approche proposée par OWPL est graduelle, elle est basée sur un cadre d'amélioration de processus de logiciel en trois étapes.

- Dans la première étape, appelée la Micro-évaluation, un questionnaire simplifié est employé pour récolter des informations sur les pratiques logicielles en cours. Ce questionnaire couvre six axes qui ont été sélectionnés comme les plus adéquats et les plus importants pour les organismes visés par OWPL, les TPE. La sélection s'est faite sur base du retour d'une longue expérience d'évaluation dans les petites entreprises.

La Micro-évaluation ne mobilise qu'une seule personne pour l'interview dans l'organisation évaluée. Les conclusions de la micro-évaluation conduisent à un plan d'actions à entreprendre. Une deuxième Micro-évaluation peut être réalisée quelques mois plus tard pour évaluer le progrès accompli. Après une ou plusieurs Micro-évaluations successives, les informations rassemblées et les conclusions tirées peuvent être utilisées pour déterminer la portée et les objectifs d'une évaluation plus approfondie, qui sera exécutée selon le modèle OWPL [5] lors de la deuxième étape.

- La deuxième étape est basée sur le modèle OWPL qui constitue le composant principal de la méthode. OWPL est un modèle pour l'évaluation et l'amélioration des pratiques logicielles. Le modèle est léger, à faible coût et utilise un vocabulaire simplifié. Il permet cependant aux organisations qui l'utilisent d'avoir une vue large et suffisamment complète de leur processus logiciel. Ce modèle simplifié a été développé sur base de notre connaissance des entreprises cibles avec lesquelles nous avons entrepris une large phase pilote de Micro-évaluations et d'évaluations OWPL répétées. Comme pour la Micro-évaluation, l'évaluation OWPL peut être itérée plusieurs fois pour mesurer l'amélioration. Elle peut également servir comme point d'entrée à la troisième et dernière étape de la méthode.

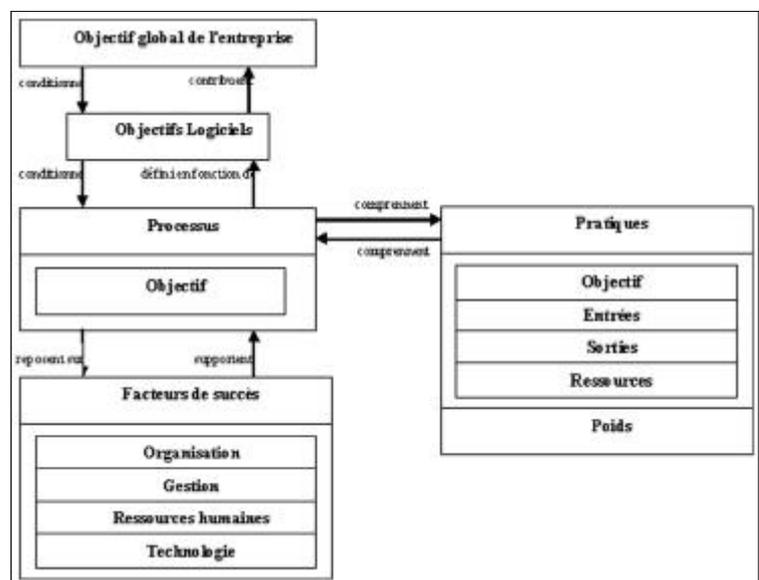


Figure 1 : Structure du modèle OWPL

- Par la suite, quand la taille ou le contexte d'une organisation justifie le besoin d'une certification selon une norme et/ou quand la compagnie atteint un niveau de qualité suffisamment élevé, une évaluation selon la norme ISO/CEI 15504 (SPICE) [6] ou CMMI [11, 12] peut être mise en œuvre. L'amélioration sera alors entreprise en fonction des résultats de l'évaluation effectuée selon le modèle de référence choisi (SPICE ou CMMI) et l'évaluation peut être réitérée.

- D'une façon générale, la méthode est complètement itérative : chaque organisation réitère des évaluations au niveau le plus approprié à sa taille et à son niveau de maturité. Pour plus de détails sur la méthode OWPL voir [4].

2.2 LA MICRO-ÉVALUATION

La Micro-évaluation a été conçue pour fournir une première évaluation des pratiques logicielles au coût le plus faible possible. L'objectif est double : il s'agit, d'une part, de permettre aux TPE de prendre conscience de leurs forces et de leurs faiblesses et, d'autre part, de déterminer les priorités à considérer dans une stratégie d'amélioration.

Pratiquement la Micro-évaluation consiste en une entrevue basée sur un questionnaire qui couvre six axes clés considérés pertinents pour les organisations cibles. Ces axes sont les suivants :

1. La gestion de la qualité,
2. La gestion des clients,
3. La gestion des sous-traitants,
4. Le développement et la gestion de projet,
5. La gestion du produit,
6. La formation et la gestion des ressources humaines.

Les entrevues sont réalisées par des spécialistes en qualité. La personne interviewée doit être une personne qui a une connaissance suffisante de toutes les activités informatiques de l'organisation évaluée (en général le responsable).

Cette technique d'entrevue s'est avérée préférable à une autoévaluation par le questionnaire. Elle permet à l'intervieweur d'adapter son vocabulaire et d'éviter les mauvaises compréhensions et les malentendus. Ainsi, l'entrevue peut être considérée comme un échange d'information plutôt que comme un exercice d'audit.

Le questionnaire couvre les six axes énumérés ci-dessus. Les questions sont ouvertes, et chacune est associée à une ou plusieurs sous-questions qui permettent à l'intervieweur d'ajuster et d'affiner l'information selon les besoins. Le questionnaire comprend deux types de questions : des questions qui concernent des pratiques essentielles reliées à toute l'organisation. Celles-ci sont évaluées sur une échelle linéaire (0, 1, 2 ou 4) selon le niveau de qualité de la pratique évaluée. Le deuxième type de questions concerne des pratiques logicielles qui sont évaluées en référence à un tableau à deux entrées, selon la qualité de la pratique elle-même et selon son implémentation effective dans toute l'organisation. En effet, quelques bonnes pratiques pourraient être présentes, mais utilisées seulement sur quelques projets et pas systématiquement pour tous les projets. Le tableau 1 montre un

exemple de la grille d'évaluation à double entrée. Dans ce cas, on emploie des valeurs s'étendant de 0 (la pratique est absente) à 4 (la meilleure pratique rencontrée).

Découpez-vous vos projets en phases/étapes ?

Proposition de réponse	Sur quels projets	
	Certains	Tous
Cycle de vie sans livrable	Score = 1	Score = 2
Cycle de vie avec phases délimitées par des livrables	Score = 3	Score = 4

Tableau 1 : Exemple d'une grille d'évaluation à double entrée

L'évaluation des pratiques logicielles selon une grille de référence permet d'avoir un profil précis de la maturité de chacune des pratiques et de mesurer par la suite le progrès accompli entre deux évaluations d'une même pratique (voir les figures 3 et 4).

On demande également à la personne interviewée si elle considère que les pratiques existantes sont efficaces et si elles permettent d'atteindre leurs objectifs. Ces informations sont très utiles pour mettre les conclusions du rapport dans leur contexte.

Les résultats de la Micro-évaluation sont présentés dans un rapport d'une quinzaine de pages. Ce rapport contient une section d'introduction dans laquelle est décrit l'environnement de la TPE et les circonstances qui l'ont mené à demander la Micro-évaluation (le contexte de la démarche). Ensuite, il présente brièvement l'approche puis les résultats du questionnaire en les récapitulant selon les six axes. Ces résultats sont alors analysés en fonction du contexte de l'organisation concernée (l'âge, histoire, les buts, annoncés, les résultats obtenus, etc.). Une liste des forces et des faiblesses principales selon des principes d'APL est également dressée. En conclusion, le rapport propose des recommandations pour aider l'organisation évaluée à s'améliorer. Le rapport est confidentiel et envoyé à la personne qui a participé à la Micro-évaluation.

2.3 LIENS ENTRE LES AXES DE LA MICRO-ÉVALUATION ET LE MODÈLE CMMI

Étant donné que le modèle CMMI, modèle de maturité développé par le Software Engineering Institute, est de plus en plus utilisé dans l'industrie, il nous semble intéressant de souligner les liens directs entre les six axes de la Micro-évaluation et certains domaines de processus (*process area*) de ce modèle [11, 12]. Les liens sont illustrés dans le tableau 2 ci-dessous. Le questionnaire de la Micro-évaluation a été, pour une large part, conçu sur base du modèle (Software-CMM) et la norme ISO/CEI 15504 (SPICE) [6]. Cependant, le niveau de détails de notre Micro-évaluation est différent de celui de CMMI, les d'objectifs étant différents [10].

PROCESSUS

Axes de la micro-évaluation	Domaines de processus du modèle CMMi
La gestion de la qualité	Assurance qualité des processus et produits
La gestion des relations avec le client	Gestion des exigences
La gestion des relations avec les sous-traitants	Gestion des accords avec les fournisseurs
Le développement et la gestion de projet	Solution technique Planification de projet Suivi et contrôle de projet
La gestion de produit	Gestion de la configuration
La formation et gestion des ressources humaines	Programme de formation

Tableau 2 : Liens entre les axes de la micro-évaluation et le modèle CMMi (adapté de [10])

3. LA MISE EN ŒUVRE DE LA MICRO-ÉVALUATION

3.1 LE CONTEXTE

Bien que l'approche fût conçue pour les TPE en Wallonie (Belgique) et que les premiers cas d'utilisation furent réalisés dans cette région, nous avons fait l'hypothèse que la méthode est largement applicable aux TPE. La province du Québec (Canada) étant semblable en de nombreux points à la Wallonie au niveau du grand nombre de TPE – en particulier dans le domaine des TIC – il était naturel d'élargir l'expérimentation au Québec.

Le Centre de l'Excellence en Technologies de l'Information et de Communication (CETIC) fut fondé avec la mission de servir de lien entre les universités en tant que centre de recherche et de référence, d'une part, et l'industrie TIC régionale émergente, d'autre part. Charleroi est une ancienne région industrielle aux infrastructures vieillissantes (ex : aciéries, charbonnages), alors que dans un même temps elle a entrepris une phase de reconversion vers des structures industrielles modernes. Ces entreprises comprennent, entre autres, un grand nombre de petites sociétés actives dans le domaine des technologies de l'information (IT). Ces petites sociétés de services, ainsi que les petits départements IT de plus grandes sociétés, constituent la cible principale des actions de transfert de technologie du CETIC.

En fait, diverses études sur les entreprises régionales (voir par exemple, [1]) ont prouvé qu'une grande majorité des entreprises concernées ont de très petites équipes de développement de logiciel et des ressources très limitées. Elles sont également fortement dépendantes des projets, des acteurs et/ou de leurs compétences techniques, bien qu'elles puissent parfois être très novatrices dans leurs domaines. De plus, ces petites entreprises évoluent sur un marché européen ouvert avec une concurrence de plus en plus forte, ce qui fait de la qualité du logiciel une question cruciale pour elles. Ainsi, une mission principale de CETIC est de soutenir l'amélioration de processus de développement de logiciel dans les petites et moyennes structures régionales. C'est

dans ce contexte et en référence à ces objectifs que le CETIC et l'université de Namur ont développé un cadre d'amélioration des pratiques logicielles (APL) adapté aux petites structures [5].

Dans la province de Québec, plus de 140 000 personnes travaillent dans 3 000 entreprises des secteurs des TIC. Comme illustré au tableau 3, dans la région de Montréal, où des Micro-évaluations ont été effectuées, près de 80% des producteurs de logiciel ont moins de 25 employés (TPE). De plus, entre 50% et 80% des entreprises ont moins de 10 employés.

Taille (emploi)	Entreprise		Emploi	
	Nombre	%	Nombre	%
1 à 25	540	78 %	5 105	29 %
26 à 100	127	18 %	6 221	36 %
+de 100	26	4 %	6 056	35 %
TOTAL	693	100 %	17 382	100 %

Tableau 3 : Taille des sociétés du secteur logiciel de la région de Montréal [2].

Le profil de maturité de processus logiciel a été réalisé [8, 9] il y a quelques années au Québec. À cette époque, la plupart des entreprises ayant des activités d'amélioration de processus occupaient quelques centaines d'employés, principalement dans le secteur de la défense et de l'aérospatiale. Nombre d'entreprises, après avoir été formellement évaluées au moyen d'une méthode d'évaluation approuvée par le SEI, développaient des processus de niveau 2 et 3 selon le modèle CMM. Au début des années 90, alors que la plupart de TPE n'étaient pas encore conscientes de la nécessité d'améliorer leurs processus, un centre de génie logiciel a été fondé par les gouvernements fédéraux et provinciaux à Montréal afin de réaliser des activités de sensibilisation et de transfert technologique, et des services d'évaluation et d'amélioration furent proposés aux entreprises. Depuis lors, beaucoup de présentations ont été faites par des fournisseurs, mais également par des organismes non-commerciaux comme le SPIN⁵ de Montréal (réseau d'amélioration des processus de logiciel).

Un projet de recherche, appelé APPEQ (Amélioration de la Performance des Processus des Entreprises Québécoises), a été institué en 2004 à l'ÉTS. Le but du projet est d'aider les TPE du secteur logiciel à améliorer leur qualité et leur productivité. À l'été de 2004, un certain nombre d'évaluations ont été effectuées auprès de petites entreprises (dont la plupart occupaient moins de 25 personnes) à partir d'une légère adaptation de la Micro-évaluation développé par le CETIC et l'Université de Namur.

3.2 RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE SÉRIE DE MICRO-ÉVALUATIONS EN WALLONIE

La Micro-évaluation a été expérimentée la première fois en 1998 et 1999 sur un échantillon de

PROCESSUS

vingt organismes, petites sociétés du domaine des TIC, départements IT au sein d'autres entreprises ou d'administrations publiques.

De cette première expérimentation avec la Micro-évaluation ont été tirées les conclusions suivantes :

- dans la plupart des organismes évalués (2/3), il y avait un manque de formalisme et, en particulier, peu ou pas d'activité de planification. Dans la majorité, il n'y avait aucun programme de formation et le succès dépendait fortement des compétences individuelles de quelques acteurs clés ;
- dans les autres organismes évalués (1/3), il y avait une conscience des aspects de qualité du logiciel, et un système qualité avec un manuel qualité et d'autres procédures bien définies et documentées étaient en place. Certains se préparaient à la certification ISO 9001 [7] et plusieurs de leurs pratiques étaient très efficaces, notamment celles liées à la gestion de la relation client et à la gestion du produit ;
- la différence de niveau de maturité entre les entreprises du secteur des TIC et les départements IT des entreprises d'autres secteurs n'était pas significative ;
- les Micro-évaluations réalisées après 1999 n'ont pas donné de meilleurs résultats, signe qu'il y avait toujours un besoin d'information et de sensibilisation de la part des professionnels IT.

La figure 2 montre le profil de maturité global des petites entreprises impliquées dans la première série de Micro-évaluation en Wallonie.

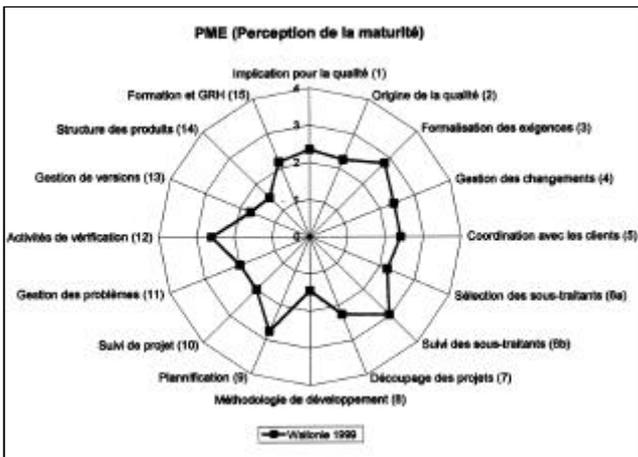


Figure 2 : Première série de Micro-évaluations en Wallonie

3.3 RÉSULTATS DE LA SECONDE SÉRIE DE MICRO-ÉVALUATIONS EN WALLONIE

Parmi les entreprises évaluées en 1998 et 1999, sept ont réévalué leurs pratiques au moyen de la Micro-évaluation (Figure 3).

Une amélioration significative a été consentie au niveau des pratiques, malgré les difficultés rencontrées par certains à maintenir un effort

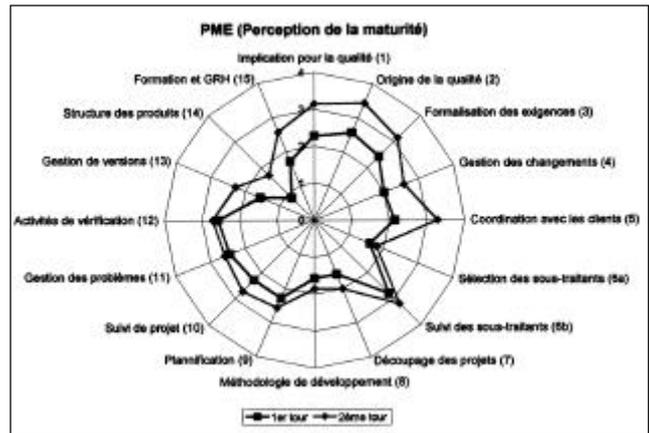


Figure 3 : Résultats de la deuxième série de Micro-évaluations en Wallonie

d'amélioration de leurs pratiques constant (léger recul au niveau d'un seul axe).

La deuxième série de Micro-évaluations réalisées au sein de ces sept entreprises nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- d'une manière générale, un effort a été consenti pour prendre nos recommandations en compte, les personnes concernées étant disposées à s'améliorer bien que les ressources (humaines) soient toujours très limitées ;
- dans la plupart des cas, les bonnes pratiques observées, détaillées dans le premier rapport d'évaluation, ont encore été améliorées et ont été généralisées à tous les projets en cours. Les TPE évaluées ont commencé à définir quelques procédures afin de réutiliser le produit de cette première initiative d'APL ;
- les TPE sont maintenant sensibles à l'APL. La Micro-évaluation a permis de sensibiliser les personnes et une vraie culture de qualité est maintenant en place.

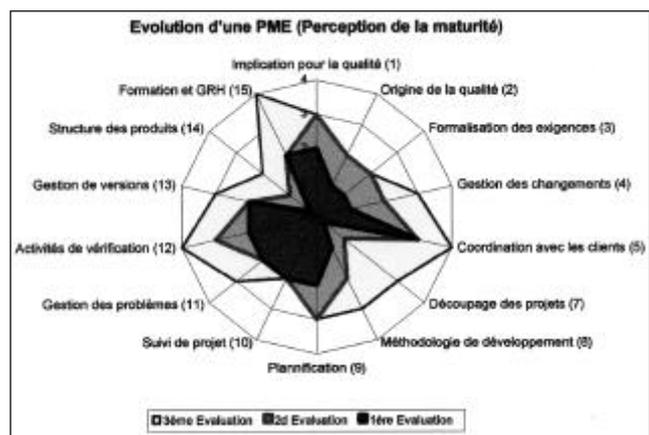


Figure 4 : Évolution après 3 Micro-Évaluations

Une de ces entreprises (figure 4) a réalisé une troisième Micro-évaluation avec des résultats exceptionnels. Ceci met en évidence le fait que la Micro-évaluation peut être utilisée telle quelle pour structurer un projet d'APL dans une petite équipe de développement à faible niveau de maturité.

3.4 RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE SÉRIE D'ÉVALUATIONS AU QUÉBEC

Vingt-trois Micro-évaluations ont été réalisées à l'été et à l'automne 2004, par deux étudiants diplômés en génie logiciel, sous la surveillance de leurs professeurs. Le nombre moyen d'employés pour les entreprises évaluées est d'environ 13 et le nombre d'années moyen d'existence des entreprises évaluées est de 5 ans. Il est à noter que 20% des entreprises ont moins de 5 ans.

La figure 5 indique que les petites entreprises ont une performance de 3 sur un maximum de 4, pour une vingtaine d'entre elles du point de vue de la formalisation des exigences, de la planification des projets, de la gestion des problèmes, ainsi que pour les activités de vérification que de contrôle de version. On peut également noter un certain nombre de faiblesses : pointage très bas concernant l'engagement à la qualité (score=1,4), la gestion des changements (score=1,9), la structure des produits (score=2,1), la gestion de ressources humaines (plus spécifiquement la formation) et le suivi de projet (score=2,0). Il est intéressant de noter que la planification de projet est notée plus haut (3,0) que le suivi de projet. On pourrait émettre l'hypothèse que les petites entreprises et les très petites entreprises développent un plan et que par la suite le plan est oublié au détriment des problèmes du jour.

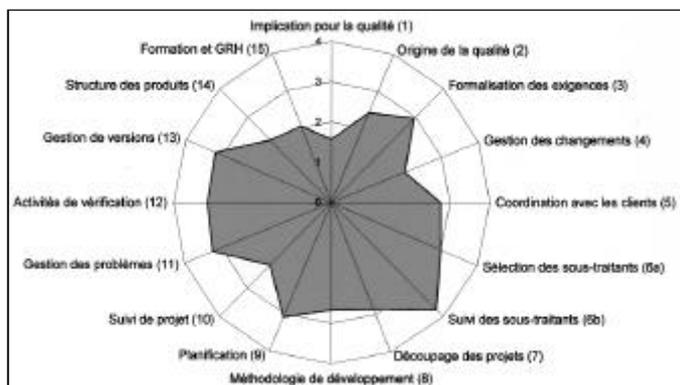


Figure 5 : Perception de la maturité au sein des TPE Québécoises

3.5 LES LEÇONS APPRISSES

Cette section identifie les leçons apprises dans le cadre des expérimentations Belgique/Québec. Les récentes expérimentations québécoises confirment les leçons apprises lors des premières expérimentations en Belgique. La leçon principale est que cette Micro-évaluation est un outil très attrayant pour les petites et très petites entreprises. La Micro-évaluation offre un ROI (Retour-sur-Investissement) optimal pour de petites équipes de développement avec un bas niveau de maturité. Spécifiquement, nous pouvons nous diriger vers plusieurs dispositifs positifs :

- approche d'évaluation des coûts simplifiés pour un coût relativement bas : le mérite évident d'une

approche simplifiée est son bas coût, ce qui rend l'approche accessible pour de petits organismes avec peu de ressources, leur permettant de réaliser l'amélioration de processus de façon concrète et significative sans utilisation d'une quantité disproportionnée de ressources. Dans la pratique, ceci semble être la seule manière de parer à la tendance normale, qui consiste à accorder la priorité absolue aux tâches de développement en remettant à plus tard les tâches d'amélioration de processus ou de qualité en général.

- aperçu précis des entreprises évaluées : la Micro-évaluation s'est avérée un outil de départ très attrayant pour évaluer les entreprises, donnant un avis suffisamment clair pour permettre à l'organisation de commencer des actions d'amélioration ou viser à une évaluation plus profonde. Une analyse simple est à notre avis suffisante pour réaliser les objectifs visés étant donné la petite taille des entreprises concernées.
- approche progressive basée sur le cycle évaluation/amélioration : du fait que l'approche est globalement progressive il est possible de faire des ajustements sur mesure. Par exemple, l'évaluation peut tenir compte des ressources disponibles, de sorte que même les très petites entreprises puissent employer la Micro-évaluation pour organiser leur plan d'action d'amélioration des processus. Les petites entreprises (avec un peu plus de ressources) pourront continuer à identifier les processus plus faibles avec une évaluation plus complexe.
- approche sensible au contexte : un plan d'amélioration ne peut pas être mis en place sans une connaissance précise du fonctionnement d'une entreprise. C'est probablement encore plus vrai pour les très petites entreprises, où chaque acteur individuel a un impact plus grand sur le mécanisme global.
- vocabulaire simplifié : le vocabulaire simplifié utilisé rend la Micro-évaluation accessible aux différents acteurs qui ne sont pas toujours des ingénieurs logiciels ou des spécialistes en qualité. Le processus d'amélioration concerne des gestionnaires aussi bien que des techniciens à différents niveaux. Avec l'augmentation du nombre d'acteurs impliqués dans l'amélioration des processus en logiciel, l'amélioration sera d'autant plus efficace si les acteurs sont incités à participer activement au procédé d'amélioration.

Cependant, cette expérience a également mis en évidence quelques faiblesses de l'approche. Ces faiblesses devront être réduites afin de faciliter l'utilisation de la micro-évaluation. Des améliorations seront apportées sur la base des observations suivantes :

- les grilles de référence d'évaluation sont trop vagues ou ambiguës, de sorte qu'il est parfois difficile d'évaluer correctement l'ensemble des réponses.

- ▶ étant l'héritière des modèles traditionnels, tels le CMM et CMMI, la Micro-évaluation (dans sa version 1.0) ignore certaines pratiques « innovantes » en matière de développement telles que les méthodes agiles.

Ces faiblesses de la démarche ont déjà été prises en considération par le CETIC qui propose deux nouvelles versions de la Micro-évaluation.

Une première version s'est attachée à corriger les imprécisions de la version 1.0, à savoir :

- affinement de l'échelle d'évaluation pour attribuer quatre niveaux de qualité à chaque pratique, favorisant la traçabilité des réponses obtenues aux pratiques évaluées ;
- modification de l'ordre des questions pour rendre encore plus fluide et intuitif l'entretien d'évaluation, du côté de la personne évaluée ;
- modification des étiquettes des axes afin de limiter les biais d'interprétation suite à la lecture directe des diagrammes ;
- proposition d'un profil d'agilité des pratiques en place.

En parallèle, une deuxième version de l'outil a été développée pour tenir compte plus spécifiquement du contexte propre aux petites organisations mettant en œuvre des techniques de gestion de projet et de développement compatibles avec les *méthodes agiles*.

Ces nouvelles versions de l'outil seront évaluées dans le cadre de phases ultérieures de mise en œuvre de démarches d'APL en Belgique, en France et au Québec.

4. CONCLUSION

Les pratiques logicielles dans la plupart des TPE, qui sont loin d'être bien définies, et le manque de ressources compromettent le succès de toute approche d'amélioration basée sur un modèle comme le CMMI ou une norme telle que ISO/CEI 15504 (SPICE). Cependant, il est réellement possible d'entreprendre un processus d'amélioration et de progresser avec un investissement minimum. Par exemple, au Québec, nous utilisons des étudiants pour continuer ces évaluations. En effet, depuis janvier 2005, l'ÉTS réalise des Micro-évaluation auprès des petites et très petites entreprises avec des étudiants sous-gradués de troisième année en génie logiciel. Ces évaluations, sont réalisées dans le cadre du cours « Contrôle de qualité et mesures », sous la supervision de leur professeur. Nous projetons de pousser l'expérience plus loin en ayant des étudiants qui exécuteront une évaluation pendant leur stage de quatre mois en industrie.

L'expérience a prouvé que la Micro-évaluation est très attrayante comme outil pour amorcer des

améliorations, principalement en raison de sa simplicité et parce qu'elle attire l'attention des personnes aux problèmes de la qualité de la productivité et du respect des délais. Elle peut également aider à dresser une liste de recommandations à de petites entreprises pour les guider lors des premières étapes d'amélioration. Pour les petites entreprises cherchant un modèle plus détaillé, le modèle OPWL semble être la réponse appropriée, car il a été développé à partir de référentiels tels que le CMMI et la norme ISO/CEI 15504 (SPICE). OWPL permet une analyse plus fine des processus, tout en garantissant la souplesse et la légèreté de la démarche.

5. RÉFÉRENCES

- [1] P. Abrahamson et al. : *Agile Software Development Methods. Review and Analysis*. Finlande, VTT Publications 478, 2002.
- [2] R. Gauthier : *Portrait et vision de l'industrie des technologies de l'information et des communications (TIC) au Québec*, présenté à la Conférence la Boule de Cristal CRIM, Montréal, 2004.
- [3] N. Habra, E. Niyitugabira, A.-C. Lamblin et A. Renault : *Software Process Improvement in Small Organizations Using Gradual Evaluation Schema*, présenté à la conférence Product Focus Software Process Improvement, Oulu, Finlande, 1999.
- [4] N. Habra, A. Renault, S. Alexandre et M. Lopez : *OWPL - Micro Assessment*, présenté à Workshop on Software Quality, Orlando, Floride, 2002.
- [5] N. Habra et A. Renault : *OWPL - Une méthodologie et des modèles légers pour initier une démarche d'amélioration des pratiques logicielles APL*, *Revue ISI « Ingénierie des Systèmes d'Information »*, numéro spécial « Qualité des Systèmes d'information », vol. 9, Hermes, 2004.
- [6] ISO/CEI 15504-1998, Information Technology - Software Process Assessment (parts 1-9), International Organization for Standardization, 1998.
- [7] ISO, Norme Internationale 9001:2000, Système de management de la qualité – Exigences, Organisation de normalisation internationale, 2000.
- [8] C. Y. Laporte : *Maturation du génie logiciel au Québec : Où en sommes-nous ?*, *L'Expertise informatique*, Vol. 2, n° 1, été 1996, pages 2 à 9.
- [9] C. Y. Laporte : *Software Process Engineering Activities in Quebec*, in rapport no 254, G.-F. I. GmgH, Ed. Munich: R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1995.
- [10] A. Renault : *Micro-évaluation des pratiques logicielles*, Étude de cas, F.U.N.D.P., Ed.: Institut d'informatique Université de Namur, 1999.

- [11] Software Engineering Institute : *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*, Carnegie Mellon University, 2002.
- [12] R. Basque : *CMMI-Un itinéraire fléché vers le Capability Maturity Model Integration*, Dunod, 2005.

NOTES

1 CMM et CMMI sont des marques déposées auprès du US Patent and Trademark Office. CMM Integration est une marque de l'Université Carnegie Mellon.

- 2 Au moment de la rédaction de cet article le CETIC, qui a poursuivi ses travaux, propose deux nouvelles versions de la Micro-évaluation. Cependant, cet article fait référence à la version 1.0 de l'outil.
- 3 APL : Amélioration des Pratiques Logicielles
- 4 APL : Amélioration des Pratiques Logicielles
- 5 Software Process Improvement Network parrainé par le Software Engineering Institute (<http://www.sei.cmu.edu/collaborating/spins/spins.html>)

LES SYSTÈMES COMPLEXES

Mathématiques et Biologie

Hervé P. Zwirn

Odile Jacob, octobre 2006

Comment les oiseaux coordonnent-ils leurs vols au long cours. Comment nos milliards de neurones se connectent-ils pour fabriquer notre personnalité ? Pourquoi des espèces animales restent-elles stables pendant des millénaires avant de se transformer en un instant ? Pourquoi l'Union Soviétique a-t-elle pu s'effondrer en quelques mois après avoir dominé l'Europe de l'Est pendant plus d'un demi-siècle ?

Qu'est-ce qui différencie un système complexe d'un système simple ? Comment peut-on étudier un système sans le réduire à ses constituants ? Comment peut-on décrire son fonctionnement s'il est chaotique ?

Dans cette introduction, qui fourmille d'exemples concrets, Hervé Zwirn décrit les mathématiques des systèmes complexes dans la vie et la société.

Table des matières

1. Les systèmes complexes

- Les systèmes complexes sont partout
- Qu'est-ce qu'un système complexe ?
- Un système compliqué n'est pas forcément complexe
- Les limites de l'explication
- Quelques concepts importants
- L'importance des modèles et le rôle de l'ordinateur
- Calculabilité et machines de Turing

2. Automates cellulaires et réseaux

- Les automates cellulaires binaires unidimensionnels
- D'autres types d'automates cellulaires
- Applications des automates cellulaires
- Les réseaux booléens et les limites de l'ordinateur
- Le modèle NK
- Les réseaux de neurones
- Les réseaux aléatoires et les réseaux invariants d'échelle
- L'importance des réseaux et le nombre des configurations

3. Les algorithmes d'optimisation

- Le recuit simulé
- Les algorithmes génétiques
- Les algorithmes à base de colonies de fourmis
- L'optimisation par essais particuliers
- Les avantages de l'intelligence en essaim

4. Évolution et adaptation

- La croissance de la complexité
- Les agents adaptatifs
- La criticalité auto-organisée
- Les systèmes complexes et la biologie

5. Comment mesurer la complexité ?

- La théorie de l'information
- La complexité algorithmique de Chaitin-Kolmogorov
- La profondeur logique de Bennett
- Quelle mesure adopter ?

6. Applications concrètes

- Les chaînes de production industrielle
- Prédire l'influence de modifications réglementaires sur un marché financier
- Comment aider une compagnie aérienne à éviter les engorgements
- Prévoir et prévenir l'impact des risques
- Comment optimiser la tournée des facteurs ?
- Jusqu'où doit aller la décentralisation ?

7. Épistémologie des systèmes complexes

- Le concept d'émergence
- La fin des explications ?
- La fin de l'action ?