

Aide au déploiement du Retour d'Expérience en entreprise via l'exploitation d'un PLM

AURELIE BERTIN^{1,2}, DANIEL NOYES², PHILIPPE CLERMONT²

¹ Saft BORDEAUX
140, boulevard A. Daney, 33000 Bordeaux France
Aurelie.BERTIN@saftbatteries.com

² LABORATOIRE GENIE DE PRODUCTION (LGP) - ENIT
47, av. d'Azereix 65016 TARBES cedex France
Daniel.Noyes@enit.fr, Philippe.Clermont@enit.fr

Résumé – La mise en place de système de retour d'expérience (REx) en entreprise est une tâche complexe, rendue parfois hasardeuse à cause de la non-adhésion, voire du rejet, des acteurs concernés. Nous présentons dans ce papier une démarche de déploiement de système de retour d'expérience qui, par son adossement à un système PLM (Product Lifecycle Management), est rendue non intrusive et renforce l'efficacité du REx. Nous décrivons et développons les étapes de la démarche en phase d'implantation dans une entreprise.

Abstract - The establishment of lesson learnt system (REx) is a complex task made sometimes risky because of the non-accession or the rejection by the concerned actors. We present in this paper a deployment approach of a lesson learnt system which, by its affiliation to a system PLM (Product Lifecycle Management), is made non-intrusive and enhances the effectiveness of the REx. We describe and develop the steps of the implementation phase approach in a company.

Mots clés – Retour d'expérience, gestion du cycle de vie produit, ingénierie des connaissances, modèles processus, ingénierie système.

Keywords – Lesson learnt, product life management, knowledge engineering, process models, system engineering.

1 INTRODUCTION

La prise en compte du retour d'expérience (REx) aux différents niveaux d'activités de l'entreprise constitue pour celle-ci l'un des moyens les plus sûrs d'accroître la qualité de ses produits et ses performances. Nombreuses sont les entreprises qui, soucieuses de valoriser ou, simplement, de préserver leur capital immatériel, ont adopté le REx dans leur plan d'amélioration continue.

Si le principe général du retour d'expérience dans l'entreprise est aisément admis par tous, la mise en œuvre et la conduite au quotidien d'un système de REx sont bien plus difficiles à assurer. En effet, malgré l'adhésion des acteurs aux principes d'application du REx, de nombreux freins apparaissent dans leur mise en œuvre, hypothéquant, souvent très fortement, la réussite de cette démarche.

Nous nous intéressons à ce problème et nous proposons comme stratégie d'action de s'appuyer sur les « lignes de force » du schéma PLM (Product Lifecycle Management) de l'entreprise.

De nombreuses entreprises, parmi celles qui mènent une réflexion sur l'amélioration continue des processus et de la performance des produits, ont adopté ou déploient des solutions PLM pour supporter leurs processus de développement. Partant de ce constat, nous proposons d'exploiter les fonctionnalités de l'outil PLM et, surtout, le cadre structuré de son application pour développer et mettre en place un système de retour d'expérience.

Nous mettons en exergue divers mécanismes propres au PLM qui seront exploités pour assurer d'une façon non intrusive et performante, la mise en place et la pérennisation du système REx.

Ces développements sont menés en partenariat avec l'entreprise Saft Bordeaux avec laquelle nous étudions l'intégration à un PLM, d'un processus REx dédié au développement de ses produits industriels.

Le papier est formé de trois parties. Dans la première partie, nous introduisons les principes généraux des systèmes de retour d'expérience, les phases qui les constituent et les difficultés de mise en œuvre. Dans la seconde partie, nous résumons les principes du PLM et montrons que la gestion des données par un PLM permet de faciliter la création de connaissances inhérentes au référentiel, aux processus et aux données mêmes du progiciel. Dans la dernière partie, nous exposons la démarche de déploiement qui a été menée dans le cadre du partenariat industriel.

Nous concluons par la présentation des perspectives à court terme dans le cadre de notre application et par celles, plus générales, qui peuvent découler de notre travail.

2 SYSTEME DE RETOUR D'EXPERIENCE

2.1 Introduction

Le développement du produit est un processus clef pour asseoir la performance des entreprises. Le challenge permanent est de développer, dans les meilleurs délais et conditions

économiques, des produits de plus en plus performants qui satisfont aux exigences client et respectent les nombreuses réglementations en vigueur.

Dans ce cadre, une gestion performante du processus de développement du produit est primordiale et la réutilisation efficace des expériences formalisées et des savoirs est un facteur essentiel de cette performance. En effet, la gestion des connaissances peut avoir une influence profonde sur l'excellence de l'organisation facilitant la création et permettant d'améliorer l'innovation et la création de valeur [Manuri et Raja, 2011]. Ainsi, la valorisation et la transmission des savoirs et des connaissances employés au cours du processus de développement sont nécessaires : l'entreprise doit être capable, d'une part, de capitaliser les expériences et les connaissances mises en œuvre dans le cycle de développement et, d'autre part, de les exploiter lors des prises de décision dans les nouvelles réalisations.

La mise en œuvre d'un système de Retour d'Expérience (REx) est une démarche du domaine de la gestion des connaissances qui permet d'atteindre ces objectifs (la gestion des connaissances implique des stratégies et des pratiques utilisées pour identifier, créer, représenter, distribuer et rendre possible l'adoption des expériences [Meiling, 2010]).

2.2 Définition

Parmi les nombreuses définitions proposées dans la littérature pour décrire le Retour d'Expérience, nous retenons celle assez détaillée de [Rakoto, 2004] qui rappelle les phases principales du REx et le cadre général de sa mise en œuvre : « Le Retour d'Expérience est une démarche structurée de capitalisation et d'exploitation des informations issues de l'analyse d'événements négatifs et/ou positifs. Elle met en œuvre un ensemble de ressources humaines et technologiques qui doivent être managées pour contribuer à réduire les répétitions d'erreurs et à favoriser certaines pratiques performantes ».

Un processus de retour d'expérience vise à générer des connaissances à partir de la généralisation d'expériences vécues, utilisables pour les futures prises de décision [Matta, 2008]. Pour notre étude, nous présentons le processus REx formé de trois phases : la capitalisation et le stockage des informations significatives de l'expérience courante (cf. §2.3.1), le traitement de ces informations en vue de créer de la connaissance (cf. §2.3.2) et l'exploitation des expériences et connaissances dans la nouvelle expérience pour améliorer les prises de décision (cf. §2.3.3).

Son déroulement vise, à travers ces trois phases (cf. figure 1), à produire de la connaissance déduite des expériences passées [Mortureux, 2004].

Selon les situations, un processus REx peut être appliqué au traitement d'informations relatives aux produits ou aux processus en vue d'améliorer le produit et/ou de perfectionner ces processus de réalisation.

Deux approches sont possibles :

- obtenir des informations identifiées sur des activités du processus objet de l'étude et, après traitement, exploiter ces informations sur les mêmes processus qui ont permis la capitalisation (les activités sources et consommatrices sont identiques),
- capitaliser des informations sur le résultat global du processus objet de l'étude et exploiter ensuite celles-ci sur l'ensemble des activités du processus. Les activités sources et consommatrices des informations sont alors généralement différentes.

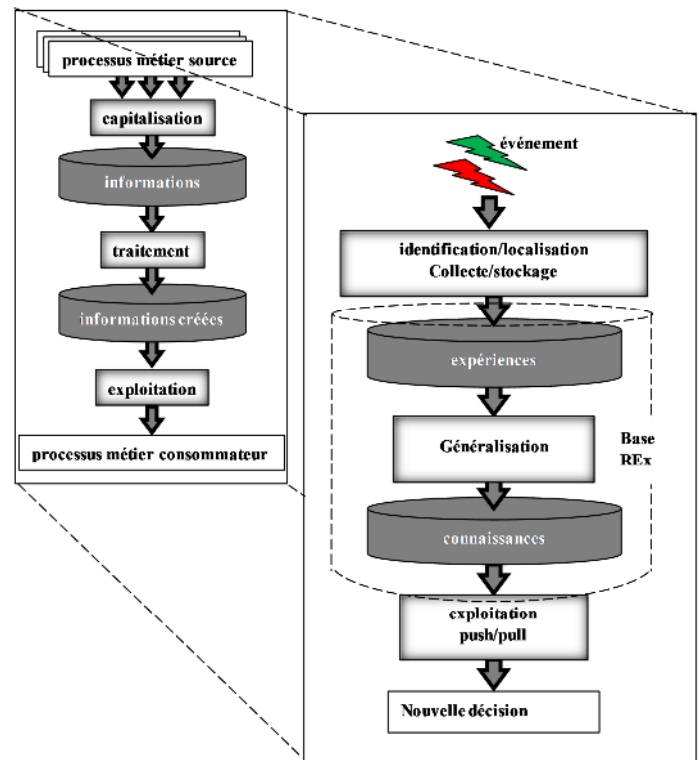


Figure 1 : Processus REx

Un processus REx est engagé en réponse à un événement déclencheur pour transformer les informations pertinentes issues de l'expérience vécue en connaissances explicites, exploitables et réutilisables.

Selon Stacey, le Retour d'Expérience est négatif lorsqu'il est utilisé pour corriger les déviations d'un résultat recherché de processus, alors qu'il est positif si le processus lui-même est altéré ou, même, changé [Stacey, 1996].

Ainsi, les connaissances qui constituent le Retour d'Expérience positif sont le savoir-faire qu'il convient de préserver et mémoriser, comprenant le savoir concevoir, le savoir fabriquer, le savoir exploiter, le savoir maintenir... [Lannoy et Procaccia, 1994]. Ce REx est engagé pour favoriser ou renforcer l'application de bonnes pratiques.

Les défaillances et les incidents sur le domaine font partie du Retour d'Expérience négatif [Lannoy et Procaccia, 1994] qui vise à éviter la répétition d'erreurs similaires et les résoudre.

Selon les circonstances, le processus pourra être engagé avec une finalité de REx positif ou négatif.

Notons immédiatement que la mise en place et l'application d'un REx négatif sont généralement bien acceptées par les acteurs qui, dans cette situation, sont dans une « démarche intellectuelle » favorable : ils ne veulent pas risquer de répéter la même erreur. Par ailleurs, les informations à capitaliser sont celles relatives à l'erreur traitée et, de ce fait, sont très facilement identifiées.

Il n'en est généralement pas de même en situation d'événement positif : le processus de développement ayant conduit à un succès, établir un état sur ce qui s'est bien passé n'apparaît pas nécessaire ; de plus, la faible disponibilité des acteurs, conséquence des exigences des rôles, les conduit à percevoir comme une perte de temps, la rédaction de ces « reportings ».

Enfin, toujours dans le cas d'un REx positif, l'identification des informations à capitaliser est plus difficile car la qualité d'une information n'est évaluée qu'à la fin du processus. Il est

alors nécessaire de capitaliser au fil des développements un nombre plus important d'informations.

2.3 Description des phases

Nous résumons ci-après les traits essentiels des phases du REX. Pour plus d'information sur cette méthode d'amélioration continue, le lecteur peut se référer par exemple à [Renaud & all, 2008] ou [Clermont & all, 2007]. Nous présentons les principales difficultés et les risques d'écueil dans la mise en œuvre des étapes constitutives de ces phases.

2.3.1 Phase de capitalisation

La capitalisation comprend plusieurs étapes : l'identification et la localisation des informations qui caractérisent l'expérience liée à l'évènement déclencheur (REx positif ou négatif), la collecte des données représentatives et le rangement de ces données.

Dans sa forme générale, une expérience E_i est caractérisée par trois champs principaux : le contexte C_i décrivant le problème, les analyses A_i menées et la solution S_i mise en œuvre.

$$E_i = \{C_i, A_i, S_i\} \quad (R1)$$

Des informations pertinentes renseigneront ces trois champs dans une forme plus ou moins détaillée : événements déclencheurs, acteurs, actions, solutions envisagées, critères de choix, résultats du processus... et formeront le vecteur de l'expérience [Chebel Morello, 2008].

La principale complexité réside dans la localisation de ces informations pertinentes (repérage et identification) qui nécessite l'analyse du processus ou de l'activité source. Grunstein [Grunstein, 2008] énonce que la capitalisation à finalité plutôt patrimoniale vise une population de spécialistes dans des champs de connaissances spécifiques.

Pour être performante, l'acquisition des informations localisées ne doit pas être intrusive, i.e. ne pas induire de travail supplémentaire aux acteurs. Une approche efficace consiste à mettre à leur disposition, des supports informatiques et trames standard, apparaissant comme partie intégrante des activités ou du processus source et leur permettant de rendre compte des résultats intermédiaires et finaux de leur activité.

Le stockage rassemble les informations dans une base de données commune à laquelle est appliquée une gestion des droits d'accès. Cette étape est souvent rendue difficile par la profusion de bases de données non interconnectées. La structuration et l'homogénéisation des termes et concepts utilisés, via, par exemple, l'application d'une ontologie du domaine ou d'un méta-référentiel qui définit un format de déclaration à l'aide de métadonnées, sont nécessaires pour organiser correctement le volume d'informations capitalisées et en faciliter l'exploitation. Il s'agit, là encore, d'un travail complexe, souvent source de conflits.

Soulignons encore que si les informations capitalisées dans cette étape sont insuffisantes et/ou non pertinentes pour pouvoir générer des connaissances utiles, la consignation des informations sera mal perçue par les acteurs qui cesseront progressivement de renseigner la base, entraînant rapidement l'échec de ce système REX.

2.3.2 Processus de traitement.

Le processus de traitement a pour objet de généraliser certaines des expériences capitalisées, i.e. transformer les informations

acquises en connaissances exploitables dans les activités ou processus consommateurs.

La démarche de traitement est un processus formel dont les étapes clés sont l'analyse, l'interprétation, la synthèse des informations et la formalisation des connaissances.

Elle nécessite l'implication de différents experts capables d'évaluer en local et en global la qualité et le périmètre d'emploi des connaissances générées.

La complexité du traitement est liée à la quantité, à la pertinence et à l'exhaustivité des informations qui doivent être assimilées par les experts. Des techniques et des outils de formalisation et de modélisation sont disponibles (voir, par exemple, [Bertin & al., 2010]). Là encore, l'emploi d'ontologies permet d'établir des modèles conceptuels partagés ; l'application à une tâche ou à un domaine permet d'établir un cadre unifié qui assure une compréhension partagée des connaissances.

Il est à souligner que, dans les systèmes REX, la génération de connaissance n'est pas automatique et nécessite la mise en place d'activités spécifiques réalisées par des experts.

Ackhof [Ackhof, 1989] décrit la création de connaissances comme une évolution de la compréhension, i.e le processus au cours duquel les données contextualisées sont transformées par l'interprétation en informations, en connaissances et, éventuellement, en bon sens par le discernement des relations, des modèles et des principes

2.3.3 Phase d'exploitation.

Le processus d'exploitation doit permettre aux acteurs d'accéder facilement à la connaissance, aux expériences et aux autres informations adaptées à leur métier en vue de les aider dans leur prise de décision. Tiwana définit la connaissance comme une information actionnable, en termes de pertinence, et disponible à la bonne place au bon moment, dans le contexte approprié et dans le bon sens [Tiwana, 2002]. Cette connaissance devient donc une ressource clé dans la prise de décision intelligente, la prospection, le développement, les plannings, les diagnostics, l'analyse, l'évaluation et le jugement intuitif (qui a été) formé et partagé entre les esprits individuels et collectifs.

L'objectif est de filtrer les informations disponibles dans la base de données commune (base REX) et de mettre à la disposition des acteurs celles pertinentes pour traiter l'évènement courant. La réussite de l'implantation d'un système REX dépend directement de cette phase d'exploitation. Plusieurs points liés rendent difficile cette phase car il faut :

- d'abord, définir exactement les besoins en information des acteurs afin de limiter le volume d'informations accessibles,
- ensuite, rendre aisé l'accès à ces informations,
- enfin, autoriser la recherche d'autres types d'informations, notamment pour comparer des expériences passées.

Les solutions mises en œuvre doivent rendre l'utilisation de la base REX indispensable et pratique.

Plusieurs modes d'exploitation sont possibles.

Le mode push consiste à fournir directement l'information à l'utilisateur lorsqu'il débute le traitement d'un évènement particulier. Les informations, regroupées par type (données, expériences et connaissances) sont directement mises à sa disposition, via une interface Web, pour qu'il puisse prendre

les décisions. La difficulté réside dans la nécessité de définir exactement le besoin de chaque utilisateur en fonction de son rôle dans le processus de développement, de son niveau d'expertise dans son métier et de la nature de l'événement courant.

Le mode pull correspond à la recherche directe, par l'utilisateur, d'informations dans la base de données lui permettant d'extraire toute information qu'il juge intéressante. Cette approche requiert une structuration des informations adaptée à un stockage efficace et une commodité d'accès aux informations recherchées. De plus, il faut veiller à la sécurité de l'information et mettre en place un système de gestion des droits d'accès et de consultation.

2.4 Discussion

Bien que plus simple à déployer que d'autres méthodes relatives à l'ingénierie des connaissances, le REx présente des contraintes de mise en œuvre identifiées [Gilbert, 2001]. Le REx constitue toujours une source de conflits. A ce sujet, c'est le caractère contre-nature de la démarche qu'il convient de souligner car, même s'il œuvre pour l'amélioration continue, le REx est déstabilisant pour l'organisation [Gilbert, 1999].

Selon la littérature, les difficultés de mise en place d'un REx sont de nature sociologique (refus des participants à adhérer à la démarche) ou de nature technique (écueils dans la formalisation des données).

Dans leur étude traitant des échecs du Retour d'Expérience, Dechy N et al [Dechy et al., 2008] mettent en avant les écueils dans la formalisation des données du REx. Selon le groupe de travail, les insuffisances analysées sont :

- l'inadaptation de la formalisation des données selon les niveaux hiérarchiques,
- une interprétation trop technique et une focalisation sur l'erreur humaine ne donnant pas suffisamment d'éléments contextuels,
- le manque de complétude des analyses et des comptes rendus formatés pour les bases de données de REx,
- le problème d'élaboration et d'interprétation des indicateurs de REx,
- l'illusion technologique du « Knowledge Management » pour conserver une mémoire de l'évènement et l'expertise des acteurs.

Au-delà des écueils consignés dans ce paragraphe, citons les difficultés de nature sociologique :

- le manque de temps : la disponibilité des acteurs est souvent limitée et ils ne peuvent consacrer du temps à l'établissement de comptes-rendus sur leur activité,
- la réticence à la rédaction : certains acteurs ont des difficultés à rédiger des comptes-rendus en bonne et due forme,
- la sensation de perte de pouvoir : l'information est souvent perçue comme une forme de pouvoir et les acteurs affichent des réticences à mettre en commun leurs savoirs et expériences,
- la réticence au changement : chaque acteur a développé ses propres « méthodes » de travail devenues des habitudes et il est fréquent qu'il présente des réticences pour en changer,
- le manque de formation : les acteurs ne sont pas suffisamment sensibilisés aux intérêts du REx d'autant plus, qu'ils ont souvent des difficultés pour exploiter efficacement les informations consignées.

3 LES PRINCIPES PLM POUR LA GESTION DES DONNEES

3.1 Introduction

Comme nous l'énoncions en introduction, le PLM est l'outil concret d'application d'une stratégie d'entreprise, centrée sur la gestion du cycle de vie du produit. Cette stratégie vise à soutenir et à fluidifier dans un mode collaboratif toutes les activités de création, de traitement et d'utilisation des références informationnelles du produit au cours de son cycle de développement. Son application conduit indirectement à repenser et à améliorer les processus de réalisation du produit et les modèles d'informations échangés pour en améliorer continuellement les performances. Nous montrons dans la suite de ce paragraphe comment les données et processus du PLM peuvent être des appuis pertinents pour instancier un système de retour d'expérience.

3.2 Définition

Parmi les définitions proposées dans la littérature pour le PLM, nous retenons celle de [Cimdata, 2003] qui présente le PLM comme : « Une approche stratégique qui applique un ensemble cohérent de solutions d'affaires soutenant la création, la gestion, la diffusion et l'utilisation des données techniques des produits à travers l'entreprise étendue, du concept à la fin de vie. Le PLM crée cette information, la contrôle, la dissémine et l'emploie tout au long du cycle de vie du produit ».

Le rôle d'un outil PLM est de créer un environnement de travail collaboratif pour l'ensemble des acteurs impliqués dans le cycle de développement des produits et de rendre possible :

- la mise en place d'un processus de réalisation commun et formel,
- la capitalisation des informations relatives à l'exécution d'une activité du cycle de développement,
- le partage et la gestion de ces résultats.

Dans l'approche PLM, les processus sont aussi importants que les données. Le PLM est supporté par un outil informatique qui permet de structurer l'ensemble des données au sein d'un méta-référentiel conduisant à un regroupement des descriptions homogénéisées des domaines considérés. Une très grande quantité d'informations hétérogènes de l'entreprise y est décrite à partir des règles formelles en fonction des spécificités des métiers de l'entreprise.

Le méta-référentiel regroupe l'ensemble des données, dites statiques qui sont les descriptions :

- du référencement, de l'organisation et du stockage-archivage des données suivant une typologie prédéfinie [Eynard, 2005],
- des types d'objets et leurs métadonnées associées (détails et modèles),
- des rôles métier impliqués dans le développement du produit,
- des modèles de processus utilisés pour la distribution et l'évolution informationnelle (workflow) des objets,
- des rôles processus relatifs aux activités.

Il spécifie aussi les données dynamiques qui sont exercées sur les processus formels de gestion des objets considérés et qui permettent « d'orchestrer » la réalisation des activités composant ce processus.

Le PLM est donc une démarche supportée par un outil informatique qui gère autant les actions (processus) que les

informations techniques (données) intervenant au cours du cycle de développement du produit. Cet outil contient les informations relatives aux résultats des activités, des processus de développement, des produits et permet de tracer et de structurer ces données.

Dans la suite de la démonstration, nous présenterons les informations induites par les données et les processus gérés par les PLM pour aider à la localisation d'informations clés permettant de générer des connaissances métier.

3.3 Identification des sources d'expertise

Le PLM contient l'ensemble des références informationnelles du produit, i.e. les données terrain qui résultent directement des expériences mises en jeu lors des activités induites par les processus du cycle de vie. Au cours de ces processus, de nombreux experts métier interviennent à différentes étapes pour apporter de la valeur aux décisions, aux informations et aux actions prises. Ainsi, par la gestion des données et des processus, le PLM permet de pointer sur les données « porteuses » de sens, i.e. utiles pour créer de nouvelles connaissances. Nous montrons dans ce paragraphe comment à travers les différents éléments définis pour paramétrer un PLM, nous identifions les points d'ancrage du REX.

3.3.1 Structure organisationnelle

Les PLM sont basés sur l'emploi d'une base unique et commune en vue de centraliser et de partager les informations au sein des processus de développement. Cette condition permet d'éradiquer les problèmes fréquemment rencontrés relatifs à l'existence, au sein du même service ou processus, de bases de données spécifiques à chaque acteur. Ainsi, le stockage de l'information est réalisé dans l'unique base de données commune pour tout le processus de réalisation, tous services confondus. De plus, il permet de réduire l'apparition de doublons et favorise l'unicité de l'information.

L'organisation structurelle de la base est construite par niveaux organisationnels et joue un rôle important dans l'application des règles communes et du comportement des données. Dans notre cas d'étude, l'information est organisée selon trois niveaux distincts : le site, l'organisation et l'application avec des règles dédiées pour chacun des niveaux.

L'architecture de l'outil est hiérarchique : chaque niveau est un espace de travail structuré héritant des règles et de la composition du niveau supérieur (figure 2).

Chaque niveau représente un domaine administratif basé sur les règles de gestion du niveau supérieur et personnalisé selon ses propres règles qui s'ajoutent et/ou remplacent les règles héritées.

Le modèle du container de stockage permet de passer des données statiques aux processus dynamiques dans un cadre collaboratif impliquant tous les acteurs du cycle de développement.

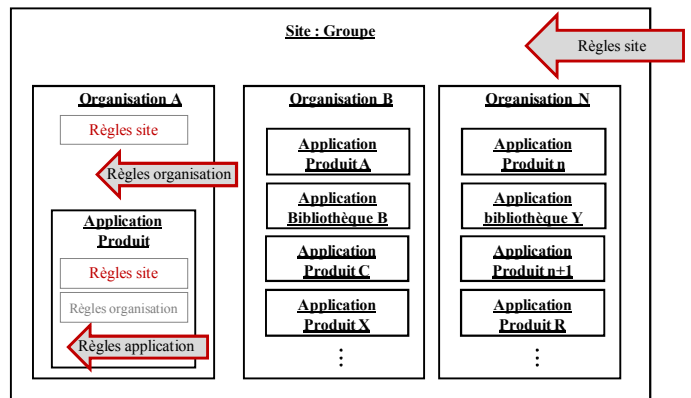


Figure 2 : Architecture PLM

Les données statiques permettent de décrire le méta-référentiel, i.e. l'ensemble des métadonnées comportant des individus (objets), des classes (ensemble de types d'objet), des attributs (propriétés caractéristiques de l'objet), des relations (liens entre les objets) [Baczkowski et al., 2008] ainsi que les modèles d'application, les contenus des tâches et des états de cycle de vie, les contrôles d'accès et les autorités sur les objets et la définition des rôles métier et des rôles processus intervenants.

Les règles dynamiques sont les protocoles contrôlant l'évolution et la circulation des données. Elles permettent d'animer les cycles de développement des produits ou de vie des objets par la définition des workflows respectifs en fournissant l'enchaînement des activités et des tâches à réaliser, l'affectation des responsabilités et des droits d'accès ainsi que l'intervention des différents rôles métier dans le processus.

L'utilisation du méta-référentiel paramétré au niveau site permet le partage et l'utilisation de données définies homogènes pour tous les niveaux hiérarchiques de la structure. Le niveau organisation, agrège les éléments facilitateurs de la mise en place et de l'utilisation des applications relatives au domaine considéré, par une spécialisation des règles de gestion, des modèles d'application et d'objets ainsi que par l'initialisation de la logique du système. Le paramétrage au niveau organisation offre la possibilité de cibler certains éléments clés relatifs au contexte de l'organisation, qui dans notre cas, est la technologie de produit. Ce domaine implique donc les connaissances relatives aux procédés, aux produits et aux métiers mis en jeu pour une technologie donnée.

Le niveau application est défini par des données spécifiques caractérisant un produit fini ou une bibliothèque (espace relatif aux objets non spécifiques à un produit). C'est à ce niveau que les objets sont déclarés.

Lors de la création des espaces de travail (site, organisation, application), l'utilisation d'un modèle relatif à notre contexte d'étude conditionne les règles et la composition de cet espace. Un objet identifié dans une application donnée portera donc les informations relatives à son application et à son organisation propre.

3.3.2 Typologie et définition des données

Après avoir montré l'utilisation organisationnelle de l'outil PLM pour repérer les informations portées par les contextes, nous présentons comment l'utilisation des métadonnées, attributs de description des données, est un élément majeur dans l'identification des informations portées par chaque objet.

En effet, deux natures d'objets évoluent dans le PLM :

- les données techniques vouées à décrire le produit,
- les données processus (rapports de problème, demande de modification, plan d'implémentation...) destinées à porter les processus système de l'entreprise.

Nous avons catégorisé les objets relatifs aux données techniques selon leur finalité et la nature de leur contenu (articles, documents et document CAO). Nous considérerons ces éléments dans le paragraphe suivant.

L'objectif de notre travail est de localiser, sur tous les types d'objets considérés, les informations pertinentes consignées par l'acteur lors de sa création ou de son évolution. Les informations remarquables pour créer des connaissances sont, comme nous l'avons mentionné dans le paragraphe 2.3.1, les données caractérisant le vecteur de l'expérience, i.e. le contexte, les analyses et la solution.

Le contenu de la donnée est l'information majeure, les détails et liens de relation sont les métadonnées qui détaillent ce contenu. Elles portent les informations clés caractérisant la donnée (figure 3) relativement :

- aux informations identifiant la donnée : nom, description, titre, état de cycle de vie, version...
- au contexte : date, technologie, domaine d'application, contexte, emplacement de stockage...
- aux intervenants : créateur, modificateur, approuvateur, relecteur...
- aux liens de structure : relations avec d'autres objets ou éléments de référence...

«type»Objet
-attributs d'identité
-attributs de contexte
-attributs d'appartenance
+contenu()
+liens()

Figure 3 : Métadonnées d'un objet

Dans le méta-référentiel, chaque métadonnée est paramétrée selon un format de définition : texte, date, binaire, liste déroulante,... et est affectée aux objets qu'elle décrit. L'emploi d'un méta-référentiel commun assure l'homogénéité des métadonnées associées à tous les objets distincts appartenant à ce référentiel et permet de systématiser et d'uniformiser la déclaration des résultats. Aussi, l'emploi d'un vocable spécifique et générique pour renseigner les métadonnées oblige les acteurs œuvrant dans un processus de développement à s'exprimer à l'aide des mêmes termes et abréviations, ce qui permet de faciliter le stockage, la réutilisation, la compréhension et les échanges.

Associé à l'objet, le PLM peut mettre des documents types ou des trames formelles à la disposition des acteurs afin d'aider ceux-ci dans les opérations de saisie tout en homogénéisant la capture d'informations. L'emploi de ces « templates » permet de localiser certains champs clés du contenu.

La finesse de déclaration des données et de leurs formats conditionne l'identification des détails relatifs à un objet. Lors de la définition des méta-référentiels et des documents types à renseigner, il faut intégrer la dimension du REx. En effet, bien souvent, lors de l'identification des informations à consigner, les experts ne cherchent qu'à caractériser le résultat. Pour

pouvoir faire du retour d'expérience, il faut aussi considérer les informations permettant de caractériser le contexte, l'analyse et les choix ayant conduit au résultat, tout en limitant le nombre d'éléments à saisir pour ne pas rendre la restitution contraignante pour l'acteur.

3.3.3 Processus employés

Les outils PLM permettent d'organiser et de systématiser le déroulement d'un processus métier. Ce processus est alors déclaré dans le PLM à l'aide d'un workflow dans lequel est défini l'ordre chronologique des activités relatives au cycle de vie de l'objet. Pour chaque activité, il est aussi spécifié les responsabilités, les droits d'accès en fonction des rôles métier, les informations à fournir en entrée et les résultats, en sortie. Nous donnons sur la figure 4 un exemple de cycle de vie de document métier et son workflow associé.

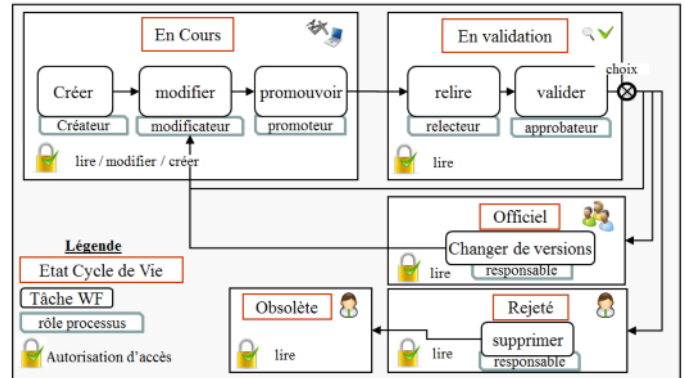


Figure 4 : Cycle de vie et workflow (WF) d'un objet

Les statuts possibles du document sont ici : en cours, en validation, officiel, rejeté ou obsolète.

Chaque acteur a un profil clairement défini, i.e. un rôle métier. Pour un objet donné et pour chaque état de son cycle de vie, l'accès à l'information est contrôlé et sécurisé par une gestion de droits d'accès associée à des rôles métier considérés.

Cette gestion des objets permet de concilier le partage, la diffusion et la sécurisation des fichiers tout en contrôlant la disponibilité en fonction des sites, des services, des groupes ou des personnes et les autorisations d'accès pour les consultations, modifications, validations ou destructions des données.

L'affectation des rôles et des niveaux d'expertise pour chaque acteur permet de simplifier l'identification des experts devant être rassemblés pour élaborer les nouvelles connaissances. De plus, chaque acteur étant affecté à un profil clairement défini, l'outil PLM permet de gérer facilement les droits d'accès et de modification des documents. Cette indication est primordiale pour cibler la nature de l'information ajoutée au cours du processus.

3.4 Discussion

A l'aide du PLM, l'acteur peut récupérer l'ensemble des résultats et expériences relatifs au processus de développement courant mais aussi aux processus antérieurs. Nous avons identifié l'information portée par l'outil PLM et montré que le formalisme PLM permet de localiser les informations nécessaires pour créer de la connaissance relative aux processus et produits.

Enfin, nous avons montré que l'outil PLM présente des atouts pour supporter un système REx dédié aux produits et aux processus car ses mécanismes permettent de réduire plusieurs des difficultés de mise en œuvre du REx présentées en §2.4.

Une analyse plus détaillée de ces facultés est disponible dans [Bertin et al., 2010].

4 APPLICATION DES CONCEPTS

Nous illustrons la démarche que nous proposons dans le cadre industriel où est menée l'étude.

Par obligation de confidentialité, nous ne consignons ici que les traits génériques de la démonstration ; chaque entreprise pourra aisément interpréter ceux-ci dans son propre cadre professionnel.

4.1 Description de la démarche.

Nous présentons les trois principales phases de la démarche instanciées dans le cas pratique que nous avons traité.

Phase 1 - Modélisation de l'espace PLM, i.e. caractérisation du méta-référentiel de données désigné par la suite par l'appellation DDCM (Data Digital Core Model).

Etant supposé un choix de référencement, d'organisation et de stockage des données suivant une typologie adaptée au contexte, les actions constitutives de ce premier niveau sont les suivantes :

Action 1.1 – Identification des types d'objets et de leurs métadonnées associées. Cette étape nécessite une mobilisation importante des compétences dans le périmètre couvert par l'étude. Elle permet de recenser les éléments porteurs de la connaissance engagée dans les différents processus métier gravitant autour du produit et d'en dégager un référentiel commun.

Ne pouvant diffuser le DDCM de l'entreprise, nous supposons dans cette démonstration que le DDCM comporte k items X_i ($i=1, \dots, k$) de type fonction, objet (données, documents, structures), attribut, processus métier, ..., comportant chacun n_i entités.

Action 1.2 – Identification des rôles métier impliqués dans le développement du produit. Cette étape peut être menée en croisant, par exemple, les champs disciplinaires propres aux technologies engagées avec les métiers des acteurs (souvent indexés à la compétence qui leur est reconnue) (figure 5). Dans notre cas, 60 rôles métier ont été ainsi identifiés.

	Purchase	Technician	Engineer	Designer	Worker	Manager/resp.
Chemistry	x	x	x	x		x
Electronic	x	x	x	x		x
Mechanics	x	x	x	x		x
Software		x	x	x		
Quality			x	x		x
RAMS			x			x
Environnement		x	x			x
Production		x	x	x		x
Industrialization		x				x
Tests/Prototype			x	x		x
Certification		x	x			x
Engineering		x	x			x

Figure 5 : Sous-ensemble des rôles métier

Action 1.3 – Caractérisation des modèles de processus utilisés pour la distribution et l'évolution informationnelle des objets. Nous illustrons sur la figure 6, le processus général de gestion des modifications d'un objet présenté sous la forme d'un réseau de Petri. Notre choix pour cette illustration est développé dans la suite du paragraphe.

Le modèle fait apparaître quatre documents principaux : rapport de problème, demande de modification, notification de modification et activité de modification.

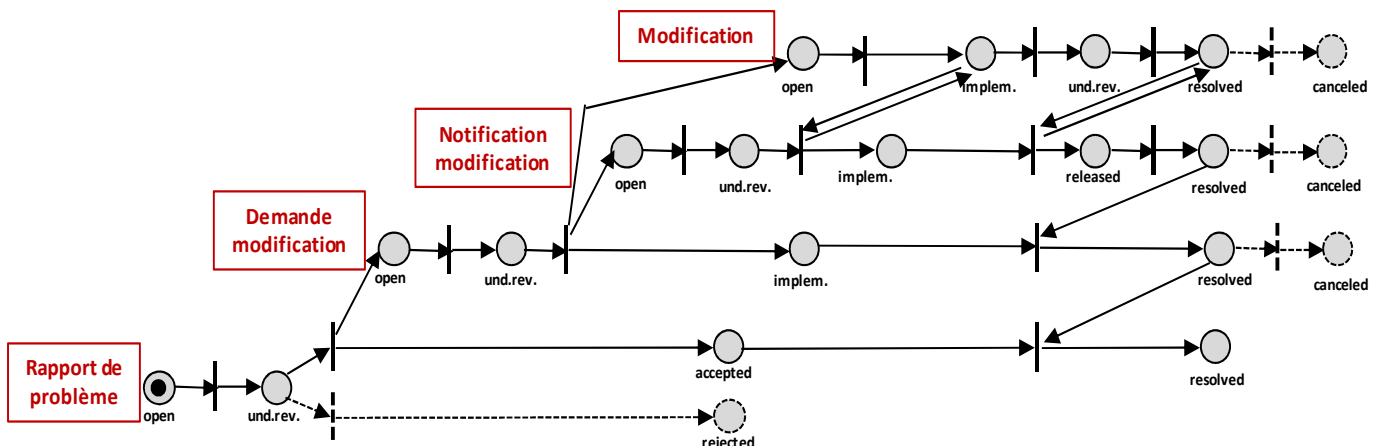


Figure 6 : Worflow « Gestion des modifications »

Le modèle décrit le mécanisme d'évolution de statut des documents PLM impliqués dans la gestion des modifications. On désignera par $\{S\}$ l'espace d'états correspondant aux différents statuts existants.

Action 1.4 – Identification des rôles processus relatifs aux actions : l'ensemble des actions A_i qui peuvent être menées sur les documents est borné :

$$A_i = \{\text{créer, lire, \dots, modifier, détruire}\}. \quad (R2)$$

L'espace PLM peut être synthétisé par le produit P (figure 7) :

$$P = \{\text{DDCM}\} \times \{S\} \times \{A\}. \quad (R3)$$

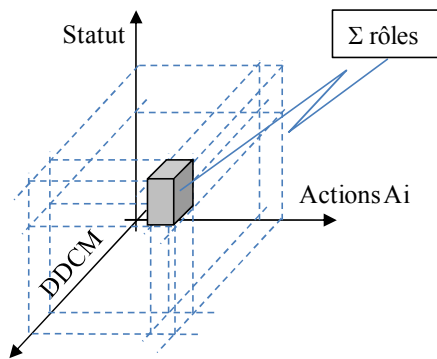


Figure 7 : Espace PLM

Chaque point de l'espace est caractérisé par les rôles métier auxquels est allouée une autorisation d'action.

Phase 2 - Caractérisation du « socle REx ».

Deux actions importantes composent cette phase dont la finalité est de mettre en exergue les éléments clés sur lesquels s'appuiera le processus REx. Nous les exposons ci-après.

Action 2.1 – Identification des processus métier concernés par le REx à mettre en place. Il s'agit d'identifier dans cette étape deux ensembles essentiels pour la mise en place du REx :

- le (les) processus source(s), i.e. les processus desquels seront extraits les informations et données composant l'expertise que l'on veut appréhender,
- le (les) processus consommateur(s), i.e. les processus exploitant les informations consignées. Ils peuvent être identiques ou différents aux processus sources (cf. §2.2).

Dans notre cas, le premier processus source que nous avons retenu pour démontrer l'applicabilité de la méthode est celui de la Modification des Normes Techniques (MNT). En effet, pour l'entreprise partenaire, les Normes Techniques (NT) sont l'expression de la connaissance explicite des acteurs ; elles concernent tous les champs techniques associés aux produits.

La modification d'une NT est une situation privilégiée d'engagement d'expertise et une instrumentation adaptée doit permettre d'assurer efficacement la capitalisation de cette modification (le workflow a été donné sur la figure 4).

Trois processus PLM ont été retenus prioritairement par l'entreprise : la gestion des modifications, la gestion des configurations et la gestion des collaborations. Le processus PLM de gestion des modifications (figure 6) est évidemment étroitement couplé au processus métier MNT.

Dans notre cas d'étude, ce processus MNT sera aussi le processus consommateur, l'ambition du projet étant d'apporter aux experts métier impliqués par cette activité importante une assistance en mode push ou pull à partir du REx mis en place.

Action 2.2 – Identification des rôles métier détenant l'expertise recherchée. L'objectif global est d'identifier, dans la liste des rôles métier établie, ceux concernés par les connaissances que l'on veut valoriser par l'exploitation du REx, i.e. les rôles métier impliqués dans les processus source du REx. Il en découlera naturellement l'identification des mécanismes du processus de gestion des modifications dans lesquels ces rôles métier interviennent sur les objets PLM (objets DDCM, statut, actions (responsabilités impliquées)) (figure 8).

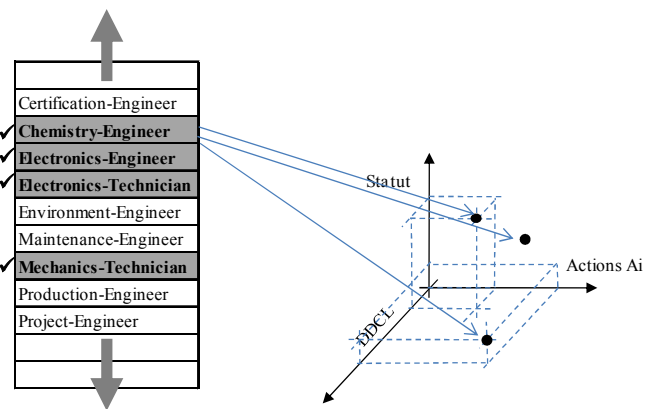


Figure 8 : Projection des rôles métier dans l'espace PLM

Phase 3 - Instrumentation REx du processus PLM.

Plusieurs actions, là encore, composent cette phase. Explications faibles de la phase 3 en regard des 2 autres ?

Action 3.1 – Caractérisation des nœuds d'ancrage du PLM. L'objectif est d'identifier, pour les mécanismes du processus de gestion des modifications repérés lors de l'action 2.2 (projection dans l'espace PLM des rôles métier), l'ensemble des données entrantes/sortantes qui appartiennent au processus métier, celles récupérables et les attributs naturellement renseignés ou pouvant l'être.

Action 3.2 – Modélisation du processus de création/rédaction de nouvelles Normes Techniques. L'objectif ici est de caractériser finement le processus MNT afin de recenser l'ensemble des informations et données explicites et, dans la mesure du possible, la connaissance tacite engagés par les acteurs lors de la réalisation du processus.

Cette action doit conduire à l'explicitation d'une connaissance nouvelle qui, dans les cas les plus simples, correspond à l'élicitation de connaissance tacite.

Action 3.3 – Spécification du contenu des fiches REx. L'objectif est, d'abord, d'identifier et de formaliser les champs descriptifs des expériences (à partir notamment des résultats de l'action 3.2). Il faut ensuite élaborer les fiches REx ; la structuration des fiches doit s'appuyer sur les caractéristiques des nœuds d'ancrage relevées dans l'action 3.1. Une conséquence sera, dans la plupart des cas une « segmentation » des fiches qui permettra une insertion au processus dans une forme non intrusive.

4.2 Discussion.

L'implantation du système REx dans l'entreprise est en cours. Les phases 1 et 2 sont terminées ; la phase 3 est en cours (action 3.3). Cette implantation est menée parallèlement à celle du système PLM. C'est une situation particulière, non obligatoirement avantageuse car elle induit une mobilisation très conséquente des différentes catégories d'acteurs.

5 CONCLUSION

Nous avons présenté dans cette communication des travaux en cours réalisés dans le cadre d'un partenariat avec la société Saft Bordeaux, spécialisée dans le développement de systèmes de batteries de haute technologie.

L'objectif principal du partenariat est le déploiement d'un système de retour d'expérience dans le cadre d'actions d'amélioration continue menées par l'entreprise. Le résultat attendu est une capitalisation non intrusive des expériences et

connaissances générées lors des processus métier, et leur réutilisation optimale lors du développement de nouveaux systèmes de batteries.

La solution que nous avons proposée est d'adosser un système REx à l'outil PLM en cours d'implantation dans l'entreprise. Malgré leurs spécificités, ces systèmes présentent certaines similarités et peuvent être couplés pour donner lieu à un enrichissement de la connaissance sur les processus de développement et sur les produits, et permettre de nombreux gains.

Après avoir rappelé les difficultés propres au déploiement d'un système REx, nous avons présenté les apports relatifs à l'emploi d'un outil PLM et montré comment utiliser le couplage PLM-REx pour améliorer les capacités de capitalisation des données, de traçabilité et de diffusion en vue de traiter les informations pertinentes des activités et de bonifier les processus métier.

L'expérience est en cours et les résultats ne sont pas tous finalisés mais nous pouvons déjà statuer très positivement sur la pertinence de cette association PLM-REx.

La suite des travaux sera de réaliser d'abord l'implémentation complète de ce système REx puis d'en assurer l'opérationnalisation.

Un prolongement important devrait concerner ensuite la caractérisation d'indicateurs de performance qui permettraient d'évaluer l'efficacité de la solution développée ainsi que son efficience.

Remerciements.

Les auteurs remercient les membres de l'équipe projet PLM de la société Saft Bordeaux, partenaire du LGP et, particulièrement, Monsieur Patrick Sanchez, ainsi que l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie.

6 REFERENCES

- Ackhof, R. (1989) From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16(1): 3-9.
- Baczkowski M., Rose B, Robin V, (2008). Capitalisation des connaissances et aide décisionnelle en phase d'industrialisation : le cas de Sony Alsace, *Logistique et Conception Produit/Process*, Vol.16 No. 1
- Bertin A., Clermont Ph., Noyes D., Sanchez P., (2010). Lessons learned system integration into a PLM tool. *International Conference on Product Lifecycle Management 2010*, Brême, Allemagne.
- Chebel Morello B. (2008). Enjeux et processus du retour d'expérience. *Retour et capitalisation d'expériences - Outils et démarches*, chapitre 1– ISBN : 978-2-12-465117-7.
- Cimdata, (2003). *Product lifecycle management « Empowering the future of Business »*, Cimdata Inc, Ann Arbor, <http://www.cimdata.com>
- Clermont P., Bélier C., Rakoto H., Desforges X. & Geneste L., (2007). Capitalisation et exploitation du retour d'expérience : un raisonnement à partir de cas étendu aux systèmes sociotechnique. *Traité IC2 Raisonnement à partir de cas*, chapitre 8, ISBN : 2-7462-1549-8
- Dechy N., Dien Y., & Llory M (2008). Les échecs du Retour d'expérience : problématiques de la formalisation. *Communication 3D-4. 16^{ème} Congrès de Maitrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement – Avignon*.
- Gilbert, C. (1999). Premiers éléments de réflexions pour une approche transversale du retour d'expérience. *Annales des Ponts et Chaussées*, 91, 4-10.
- Gilbert, C. (2001). Retours d'expérience : Le poids des contraintes. *Annales des mines*, 22, 9-24.
- Grunstein M (2008). *Retour et capitalisation d'expérience – outils et démarches*. Avant-propos. ISBN : 9782124651177.
- Eynard, (2005). *Gestion du cycle de vie des produits et dynamique des connaissances industrielles en conception intégrée*. Habilitation à diriger des recherches, Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'Ingénierie Simultanée, Université de Technologie de Troyes.
- Lannoy, A., Proaccia H. (1994). *Methodes avancées d'analyse des bases de données du retour d'expérience industriel*. Direction Etudes et Recherche. Editions Eyroll. ISBN : 2212016417
- Manuri I., Raja Abdullah R.Y., (2011). Perception of knowledge creation, knowledge management processes, technology and application in military organizations. *Malaysian Journal of Library & Information Science*, vol 16, no.1, April.
- Matta N., (2008). *Capitalisation des connaissances et mémoires de projet*. Editions AFNOR, *Retour et capitalisation d'expériences - Outils et démarches*, chapitre 2 - ISBN : 978-2-12-465117-7.
- Meiling J., (2010). *Continuous improvement and experience feedback in off-site construction*. Doctoral thesis. Luleå University of Technology. Department of Civil and Environmental Engineering. Division of Structural Engineering. Timber Structures.
- Mortureux Y., (2004). *Le retour d'expérience en questions*. Techniques de l'ingénieur. Référence AG 4608.
- Rakoto H., (2004). *Intégration du retour d'expérience dans les processus industriels – Application à Alstom Transport*. Thèse de doctorat en Systèmes Industriels, INP de Toulouse.
- Renaud J., Bonjour E., Morello B., Fuchs B. & Matta N., (2008). *Support de connaissances*. *Retour et capitalisation d'expériences - Outils et démarches - ISBN : 978-2-12-465117-7*.
- Stacey, R.D., (1996) *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers. ISBN : 18811052893
- Tiwana A., (2002). *The knowledge management toolkit: orchestrating IT strategy, and knowledge*. New Jersey: Prentice Hall.