



HAL
open science

Management des processus collaboratifs dans les systèmes PLM : Une approche de construction des indicateurs de suivi basée sur la logique floue

Soumaya Elkadiri, Miguel Delattre, Philippe Pernelle, Abdelaziz Bouras

► To cite this version:

Soumaya Elkadiri, Miguel Delattre, Philippe Pernelle, Abdelaziz Bouras. Management des processus collaboratifs dans les systèmes PLM : Une approche de construction des indicateurs de suivi basée sur la logique floue. 1er Colloque International sur les Systèmes Industriels et Logistiques (SIL'08), Dec 2008, Marrakech, Maroc. p29. hal-00380538

HAL Id: hal-00380538

<https://hal.science/hal-00380538>

Submitted on 2 May 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Management des processus collaboratifs dans les systèmes PLM

Une approche de construction des indicateurs de suivi basée sur la logique floue

Soumaya El Kadiri — Miguel Delattre* — Philippe Pernelle** — Abdelaziz Bouras**

** Université de Lyon - Université Lumière Lyon 2 – Laboratoire LIESP
IUT Lumière - 160, Bd de l'Université - 69676- BRON Cedex – France
{soumaya.el-kadiri}{miguel.delattre}{abdelaziz.bouras}@univ-lyon2.fr*

*** Université de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1 – Laboratoire LIESP
IUT B - 69622 Villeurbanne – France
philippe.pernelle@iutb.univ-lyon1.fr*

RÉSUMÉ. *Les processus collaboratifs de développement de produits nécessitent pour les entreprises qui les supportent de mettre en place, déployer et implanter des outils de pilotage des performances des activités collaboratives sur lesquelles elles ont misé. La complexité des processus collaboratifs liée à la gestion du cycle de vie du produit ne peut faire l'économie d'une réflexion sur les ressources engagées au regard des objectifs poursuivis ni même d'une balance économique globale entre les coûts supportés, les budgets disponibles et les recettes escomptées. Ainsi les critères d'efficacité (atteinte des objectifs préalablement fixés) et d'efficacité (bonne coordination des tâches, meilleure répartition des tâches) s'ajoutent aux critères plus traditionnels du temps imparti et du degré de qualité visé.*

Cet article propose une analyse des problématiques de la collaboration avec un système PLM. A partir de ces analyses, nous proposons la mise en place d'indicateurs de suivi pour renforcer le pilotage actif sur les processus de type PLM afin d'identifier puis d'atténuer les freins dans le travail collaboratif, en se basant sur la logique floue.

ABSTRACT. *Collaborative Product Development processes need to deploy and implement performances control tools. Indeed, collaborative processes complexity related to the product lifecycle management cannot lean only on the engaged resources, or on the global balance between costs, budget, and receipts. Then efficacy and efficiency criterion's come on top of the traditional ones (quality level, time, etc.).*

This paper consists on an analysis of collaboration problems within a PLM system. From this analysis, we propose the construction of indicators in order to assure activities monitoring and to mitigate the brakes of collaborative work. The construction of monitoring indicators is based on Fuzzy logic.

MOTS CLÉS. *Systèmes PLM, processus collaboratifs, Indicateurs de suivi, Logique floue, Théorie d'action.*

KEYWORDS. *PLM system, collaborative process, monitoring indicators, Fuzzy Logic, Action Theory.*

1. Introduction

Un des objectifs du PLM pour réduire le cycle de développement des produits est de favoriser la collaboration entre les différents acteurs qui participent aux processus métiers du cycle de vie produit (conception ; industrialisation, production ; vente ; retrait). Des mécanismes standards de coordination sont ainsi mis en place dans les systèmes PLM afin d'accélérer les interactions et de supporter la collaboration.

Classiquement, les caractéristiques des relations de collaboration ont été abondamment proposées dans la littérature. Notamment, les travaux de Kraus [1] proposent certaines des caractéristiques principales des relations de collaboration (communication efficace entre les membres du groupe ; favoriser l'entraide et réduire l'obstructionnisme ; division des responsabilités ; une bonne coordination des tâches ; ...).

Néanmoins, dans un environnement de plus en plus concurrentiel corrélé avec des structures organisationnelles en constante recherche d'équilibre, les processus collaboratifs restent marqués par leur instabilité, une certaine incomplétude et une incohérence relative des règles qui les régissent. Par ailleurs, la mise en place de nouveaux outils comme les systèmes PLM induisent de nouveaux modes collaboratifs. On note par exemple le « détournement » toujours possible du processus : une rigidification possible des pratiques de travail qui se pose alors en contradiction avec la circulation de l'information et par voie de conséquence avec la rapidité recherchée des processus ; parfois, la perte d'autonomie des acteurs dans le processus de communication ; l'ambivalence liée à la production de « traces » et à leur exploitation ; l'insuffisance des descriptions des pratiques de travail, etc. Les PME/PMI plus particulièrement restent réticentes à mettre en oeuvre de tels systèmes.

L'analyse des failles du schéma traditionnel de la collaboration mis en place dans ces systèmes met en exergue un manque de souplesse des processus de synchronisation (appelés aussi processus de support ou de soutien ; ces processus supportent les processus primaires directement impliqués dans la création de valeur) [2] que justifie la volonté de maîtriser l'ensemble des processus métiers de l'entreprise. Cela conduit les responsables à mettre en place des processus mobilisant un très grand nombre de données [3]. Cela a notamment pour conséquence d'alourdir le travail des acteurs en multipliant les tâches de validation ; d'affaiblir les capacités réactives voire pro-actives des acteurs immergés dans un contexte de collaboration ; etc. Le manque de souplesse se situe également au niveau du rapprochement avec les structures organisationnelles [4]. En effet, la gestion des droits et des accès en lien avec les différents niveaux organisationnels est souvent trop contraignante et ne permet pas toujours une vision suffisamment globale des capacités d'accès des utilisateurs, entraînant

parfois la perte d'autonomie d'acteurs principaux dans le processus. Le manque de souplesse des processus et des structures organisationnelles prend plusieurs formes minant ainsi les relations entre acteurs [5].

Les freins à une mise en œuvre effective des pratiques instrumentées de travail collaboratif entre entreprises ou organisations impliquées dans la gestion du cycle de vie du produit semblent ainsi liés au niveau de contrôle mis en place : « le niveau de contrôle sur les processus et sur l'organisation semble conditionner la qualité de la collaboration ».

Nous proposons deux voies d'analyse du problème.

Une première étape d'analyse s'attache à l'**aspect organisationnel**, la prise en compte effective de celui-ci est un des éléments de différenciation majeurs. Selon les caractéristiques des structures industrielles et organisationnelles, les collaborations entre les individus sont soumises à des contraintes différenciées : *contraintes hiérarchiques, contraintes fonctionnelles/procédures, contraintes communautaristes, contraintes client, ...*

L'incidence de ces contraintes régit plus ou moins directement le système PLM : c'est le cas des contraintes hiérarchiques qui impactent la gestion des droits d'accès aux objets, ainsi que des contraintes fonctionnelles qui sont naturellement mises en œuvre dans le workflow du système PLM. Des problèmes de collaboration émergent aussi des contraintes implicites ou qui agissent indirectement sur l'activité collaborative, et par la suite sur le système et les performances.

Dans cette optique, nous proposons de mettre en place des indicateurs de suivi pour assurer un suivi continu de l'activité collaborative. Il s'agit de déceler les contraintes qui impactent le système et d'analyser leurs conséquences sur l'activité afin de proposer des pistes d'actions pour en diminuer la portée. Pour ce faire, nous nous basons sur l'approche « *cause-effet* », traitée dans la deuxième partie de cet article. Par ailleurs, pour prendre en compte l'aspect qualitatif de ces indicateurs, nous proposons une approche permettant de construire des indicateurs mettant en évidence leurs corrélations avec les indicateurs quantitatifs, présentée dans la 3^{ème} partie de cet article.

La seconde étape de l'analyse traite des **processus**. La collaboration au sein des systèmes PLM est essentiellement gérée par les processus métiers. Les modes de travail (les processus) ne peuvent pas être figés, en ce sens qu'ils dépendent du contexte de la collaboration ; tout changement d'état au niveau de l'un est susceptible de provoquer un changement d'état au niveau de l'autre. Plusieurs *paramètres* conditionnent l'activité de collaboration et doivent être identifiés et intégrés au système PLM afin de tendre progressivement vers des processus flexibles (ou agiles).

Dans cet article, nous nous focalisons sur la 1^{ère} étape d'analyse, consistant à la mise en place d'indicateurs de suivi basée sur la logique floue.

2. Identification des freins au travail collaboratif et mise en place des indicateurs de suivi

Nous avons identifié le besoin de mettre en exergue les problèmes de fluidité du système pour en déduire une adaptation équilibrée du niveau de contrôle dans l'objectif de faciliter la collaboration.

A partir d'un état de l'art et d'une analyse détaillée des résultats de l'enquête ANCAR-PLM¹, nous nous sommes appuyés sur le *modèle cause-effet* (appelé aussi la *théorie d'action* [6]) pour identifier les principales causes de blocage au travail collaboratif. Nous avons pu les classer selon quatre classes [14], cette liste n'est pas exhaustive, mais elle nous permet d'appréhender les freins au travail collaboratif (cf. Tableau 1). A titre illustratif, l'une des causes de blocage identifiée est « l'instabilité des modèles de processus dans le temps », générant ainsi des réticences auprès des utilisateurs du système.

(C1) Organisationnelle	
C1.1: Degré de formalisation des procédures de travail	
C1.1.2: Problème de réalisabilité (faisabilité)	
C1.1.3: Rigidité / Manque de flexibilité	
C1.2: Contournement des processus	
C1.3: Problèmes d'adaptation des acteurs face aux évolutions	
C1.3.1: Instabilité des modèles de données dans le temps	
C1.3.2: Instabilité des modèles de processus dans le temps	
C1.4: Complexité de la gestion des droits d'accès	
(C2) Hommes/Individus	
C2.1: Refus d'utilisation du système	
C2.1.1: Incompétences, Manque d'expérience	
C2.1.2: Changement d'habitudes	
C2.1.3: Culture technique	
C2.1.4: Attitudes face au partage des informations	
C2.1.5: Capacités de réactivité limitées	
C2.2: Manque d'autonomie	
C2.2.1: Problème de répartition des tâches et des responsabilités	
C2.2.2: Limitation des droits d'accès	
C2.2.2.1: Niveau de confiance	

Tableau 1 : Extraits des *Causes du blocage au travail collaboratif* (Extrait de [14])

Nous proposons ensuite de construire des indicateurs de suivi afin d'analyser et repérer les manques de fluidité. Leur mise en place permet d'offrir un environnement de gestion de la performance et du pilotage des processus collaboratifs [7].

¹ Projet régional : ANalyse, CARactérisation et mise en oeuvre de solutions de gestion de cycle de vie de produits et de services. <http://iutcerral.univ-lyon2.fr/AncarPLM/>

Nous avons adopté le modèle *cause-effet* comme support de construction des indicateurs de suivi. Ce modèle consiste à [8] : (1) identifier les objectifs visés, (2) recenser les problèmes qui influent sur l'atteinte des objectifs fixés et en déduire les leviers d'actions, et (3) recenser les indicateurs correspondants. Les étapes (1) et (2) étant déjà réalisées (cf. Tableau 1). Nous avons donc procédé à l'identification de quelques critères qui serviront à construire des indicateurs de suivi. Quelques exemples de critères sont présentés dans le tableau 2 suivant.

(C1) Organisationnelle	
IP1- C4.1:	Nombre de tâches de demandes de modification/validation effectuées sur un même objet
IP2- C4.1:	Nombre de demandes de modification/validation refusées
IP3- C4.3.2:	Nombre de modifications effectuées sur un processus
IP4- C4.3.1:	Nombre de modifications effectuées sur les modèles de données
IP5- C4.2:	Nombre de fois ou le type d'échange adopté n'a pas été respecté

Tableau 2. Extrait de proposition d'indicateurs de suivi correspondant à la structure causes-effets (Extrait de [14])

3. Construction des indicateurs de suivi par application de la logique floue

Pourquoi la logique floue ?

Une critique attribuée à la théorie d'action est que la relation cause-effet peut donner lieu à une structure non linéaire plus proche d'interactions en boucle, avec des niveaux variables de corrélation [9]. L'intérêt de la logique floue pour la construction d'indicateurs est donc motivé par le constat suivant : « Présence d'une interdépendance entre les différents facteurs composants la structure cause-effet ». Par exemple, le refus d'utilisation du système peut être causé à la fois par des problèmes organisationnels (comme les problèmes d'adaptation face aux évolutions) et par des problèmes techniques (tels les bugs répétés). L'idée est donc d'appréhender les corrélations qui peuvent exister entre les différents critères de mesures (et/ou indicateurs) par la génération de règles floues. L'idée est de générer des règles permettant de quantifier des éléments qu'on veut évaluer tels les problèmes d'adaptations face aux évolutions.

En effet, la logique floue permet de prendre en compte plusieurs variables et effectuer de la « *fusion pondérée* » des grandeurs d'influence [10]. Le fonctionnement doit être décrit par des qualificatifs globaux traduisant l'état approximatif des variables. L'outil le plus utilisé dans les applications de logique floue est ***la base de règles floues*** [11]. Une base de règles floues est composée de règles qui sont généralement utilisées en parallèle. Une règle est composée d'un prédicat et d'une conclusion. Un prédicat (de même pour une conclusion) est une

combinaison de propositions liée par des opérateurs. Il existe de nombreuses variantes dans ces opérateurs. Le choix des bases de règles floues pour résoudre un problème applicatif peut être fait quand les conditions suivantes sont réunies [12]: (1) possibilité d’agir sur le procédé (contrôlabilité), (2) existence d’une expertise ou d’un savoir-faire, (3) possibilité de mesurer ou d’observer des grandeurs importantes (entrées et sorties), (4) expertise qualitative (si elle est mathématique, l’automatique classique est à favoriser), (5) expertise graduelle (si elle est booléenne, les systèmes experts sont plus adaptés).

Nous avons ainsi proposé une approche basée sur la logique floue pour la génération des bases de règles floue.

Approche de construction d’indicateurs

L’approche proposée consiste en trois étapes détaillées dans ce qui suit.

Etape 1 : Paramétrage

(1.1) Définir les variables linguistiques d’entrées

Il s’agit de variables numériques appliquées en entrée (pour Fuzzification²). Nous définissons neuf variables d’entrées. Celles-ci correspondent aux indicateurs de suivi présentés dans la deuxième partie de cet article.

Variable linguistique – Entrées	Désignation
<i>Nb_Modif_DataModel</i>	<i>Nombre de modifications effectuées sur les modèles de données</i>
<i>Nb_Modif_ProcessModel</i>	<i>Nombre de modifications effectuées sur les modèles de processus</i>
<i>Tps_RealisationTâche</i>	<i>Temps passé sur une tâche donnée</i>
<i>Tps_RechercheInfos</i>	<i>Temps de recherche d’informations</i>
<i>Taux_Tâche_MemeObjet</i>	<i>Taux de tâches effectuées sur le même objet</i>
<i>Nb_Users</i>	<i>Nombre d’utilisateurs</i>
<i>Delai_Reponse</i>	<i>Délai de réponse aux demandes de modification et de validation</i>
<i>Nb_TpsRealisation_NonRespecte</i>	<i>Nombre de fois où le temps de réalisation d’une tâche n’a pas été respecté</i>
<i>Nb_Bugs</i>	<i>nombre de bugs</i>

(1.2) Définir les variables linguistiques de sorties

Il s’agit de variables numériques appliquées en sortie (après Défuzzification³). Nous définissons neuf variables d’entrées. Nous avons identifié cinq variables, représentant les grandeurs qu’on souhaite mesurer et observer.

Variable linguistique – Sorties	Désignation
<i>Var_Adaptation</i>	<i>Problème d’adaptation face aux évolutions</i>
<i>Var_Autonomie</i>	<i>Problème d’autonomie</i>
<i>Var_RefusUtilisation</i>	<i>Refus d’utilisation du système</i>
<i>Var_Coordination_Communication</i>	<i>Problème de coordination et de communication</i>
<i>Var_Technique_Informatique</i>	<i>Problème technique et informatique</i>

² Transformation d’une valeur numérique en degré d’appartenance flou par évaluation d’une fonction d’appartenance

³ Transformation après inférence d’un ensemble flou d’une variable linguistique de sortie en valeur numérique.

(1.3) Définir l'ensemble flou et les termes linguistiques

L'ensemble flou doit être défini pour chacune des variables d'entrées. Il permet d'introduire la gradualité. Ainsi il faut lister les grandeurs qualitatives à prendre en compte, préciser quand elles sont vraies et fausses ; ces grandeurs deviendront les termes linguistiques de la base de règles. A titre illustratif les termes linguistiques associés à une fonction d'appartenance caractérisant une variable linguistique sont : « *trop élevé* », « *trop faible* ».

(1.4) Définir les fonctions d'appartenance

La fonction d'appartenance fait correspondre à toute valeur d'entrée x son degré d'appartenance (valeur comprise entre 0 et 1) à l'ensemble flou [11]. Nous considérons ici les fonctions d'appartenance linéaires par morceaux. Les paramètres (A_1, A_2, B_1, B_2) représentent les seuils min et max associés à la fonction (Cf. Figure 1), ils doivent être fixés par un expert.

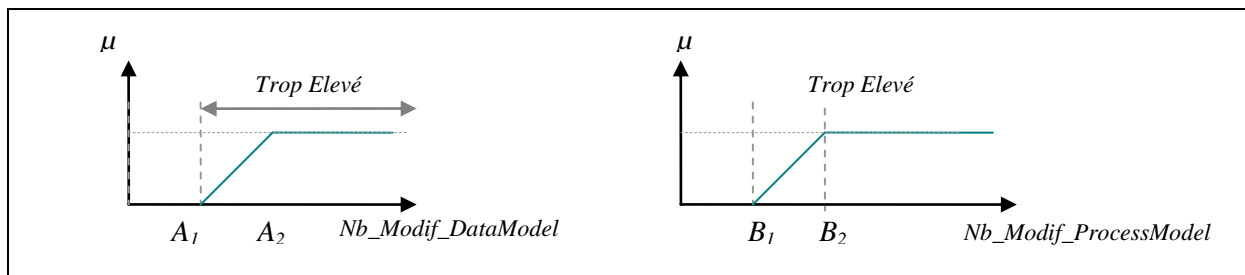


Figure 1 : Définition des termes linguistiques et de la fonction d'appartenance

(1.5) Définir les opérateurs

Les règles sont composées d'un prédicat⁴ et d'une conclusion⁵ [12]. Un prédicat (de même pour une conclusion) est une combinaison de propositions par des opérateurs.

Une fois que tous les paramètres sont définis, on peut procéder à la création de la base de règles.

Etape 2 : Construction des indicateurs

La construction de nouveaux indicateurs se base sur la génération de la base des règles à partir des variables définies. Une réunion avec des opérateurs permet de déterminer les cinq règles suivantes, qui correspondent chacune aux grandeurs (variables) qu'on souhaite mesurer (Notons que d'autres règles peuvent être générées dépendamment de ce qu'on veut évaluer).

⁴ Un prédicat est une proposition associant une variable linguistique et un terme linguistique écrite entre le SI et le ALORS de la règle.

⁵ Une conclusion est une proposition associant une variable linguistique et un terme linguistique écrite après le ALORS de la règle.

Règle 1 : Problèmes d'adaptation face aux évolutions [C4]

SI « Nb_Modif_ProcessModel » trop élevé OU « Nb_Modif_DataModel » trop élevé ALORS
« Var_Adaptation » grand

Règle 2 : Manque d'autonomie [C3]

SI « Tps_RealisationTache » trop élevé ET « Tps_RechercheInfos » trop élevé ET
« Taux_Tache_MemeObjet » trop élevé ALORS « Var_Autonomie » grand

Règle 3 : Refus d'utilisation du système [C3]

SI « Nb_Users » faible ET « Var_Adaptation » grand ALORS « Var_RefusUtilisation » grand

Règle 4 : Problèmes techniques & problèmes informatiques [C2]

SI « Nb_Bugs » trop élevé ALORS « Var_Technique_Informatique » grand

Règle 5 : Problèmes de communication & problèmes de coordination [C1]

SI « Delai_Reponse » trop long ET « Nb_TpsRealisation_NonRespecte » trop élevé
ALORS « Var_Coordination_Communication » grand

Etape 3 : Evaluation des résultats de la base des règles*(3.1) Appliquer l'Inférence & Fuzzification*

Il s'agit ici du cycle de calcul des degrés d'activation de toutes les règles de la base ainsi que de tous les ensembles flous des variables linguistiques se trouvant dans les conclusions de ces règles. A titre d'illustration nous appliquons cette étape à la Règle 1.

Pour la traduction de l'opérateur OU (resp. ET), on considère comme première approche seulement l'entrée ayant le degré de vérité le plus élevé (resp. faible). La solution « Sol 1 » représente le degré d'activation de la règle 1.

$$\begin{aligned} \text{Sol 1}(\text{Var_Adaptation}) &= \text{OU}(\mu(\text{Nb_Modif_ProcessModel}), \mu(\text{Nb_Modif_DataModel})) \\ &= \max(\mu(\text{Nb_Modif_ProcessModel}), \mu(\text{Nb_Modif_DataModel})) \end{aligned}$$

Une autre solution qui utiliserait des opérateurs représentables par une fonction affine est représentée ci-dessous (les poids α et β appartiennent à l'intervalle [0,1], et doivent être déterminés par un expert) :

$$\begin{aligned} \text{Sol 2}(\text{Var_Adaptation}) &= \text{OU}(\mu(\text{Nb_Modif_ProcessModel}), \mu(\text{Nb_Modif_DataModel})) \\ &= \alpha * \mu(\text{Nb_Modif_ProcessModel}) + \beta * \mu(\text{Nb_Modif_DataModel}) \end{aligned}$$

(3.2) Appliquer la Défuzzification

Il s'agit de la transformation, après inférence, d'un ensemble flou d'une variable linguistique de sortie en valeur numérique.

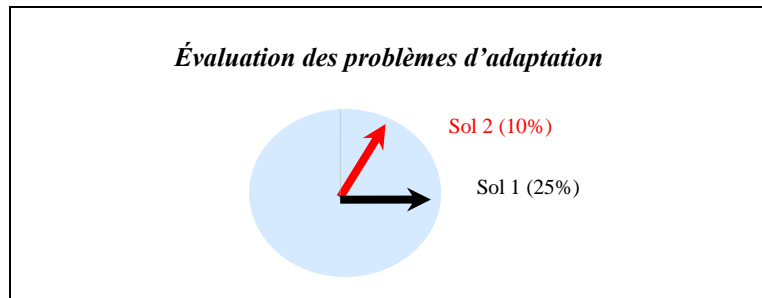


Figure 2 : Exemple de résultat

A titre illustratif, si la solution 1 donne un résultat de 25% (on dit « la valeur de la conclusion de la règle 1 est de 25% »), cela est interprété comme suit : « le degré de vérité (ou d'activation) du problème d'adaptation est à 25% » (Cf. Figure 2).

Ci-dessous nous résumons le processus de construction des indicateurs.

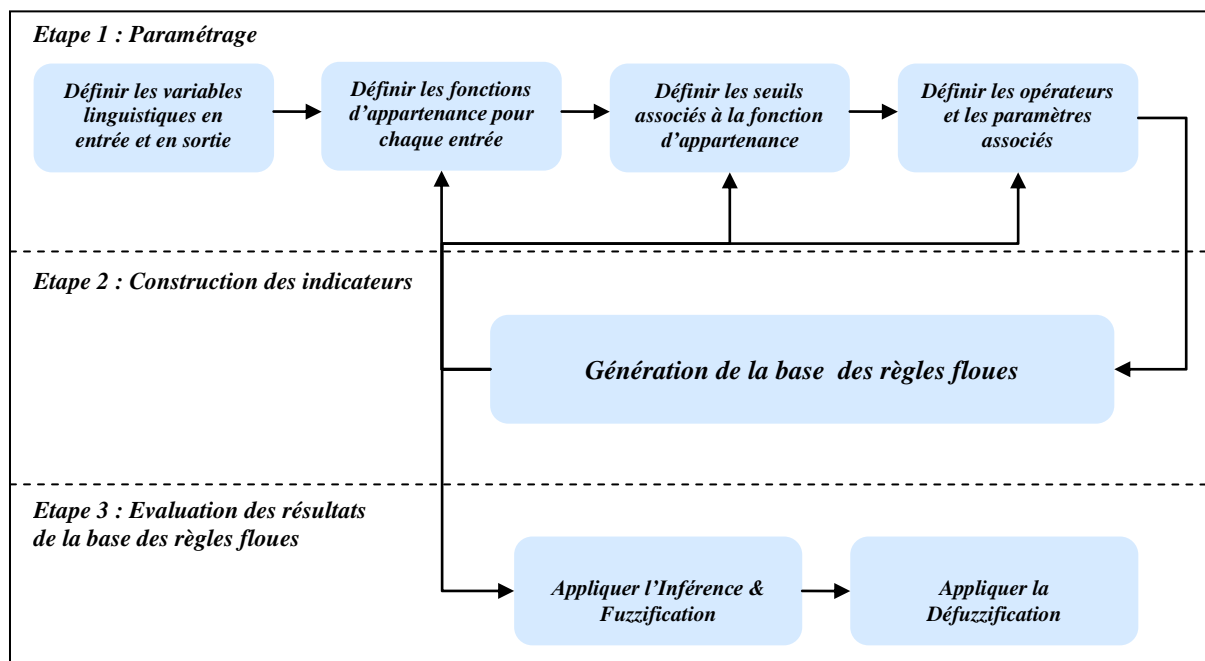


Figure 3 : Approche de construction d'indicateurs basée sur la logique floue

4. Conclusion

Au terme de ces travaux de recherche, nous avons abordé les problématiques de la collaboration des PME/PMI au sein des systèmes PLM. Une analyse approfondie de l'état de l'art complétée des résultats de l'enquête nous a permis de mettre en exergue un ensemble de problèmes imbriqués qui s'apparentent à la fois à des contraintes techniques, à des contraintes organisationnelles, ou encore à des contraintes de coordination. Cette analyse a mis en évidence un réel besoin de mise en place d'indicateurs de suivi [13].

Pour ce faire, dans un premier temps, nous avons procédé par la proposition d'indicateurs de suivi (qu'on appelle indicateurs élémentaires) en s'appuyant sur le modèle « cause-effet » [14]. Dans un second temps, nous avons procédé par la construction de nouveaux indicateurs en se basant sur la logique floue, au vu de l'interdépendance qui existe entre les éléments composants notre structure « causes-effets ».

Par ailleurs, la mise en place des indicateurs de suivi s'est basée sur un processus d'observation des activités collaboratives. Ce processus s'appuie sur l'analyse des traces générées par le système PLM, complétée par d'autres sources d'observation (notamment la base de données) [15]. Ce processus a été mis en œuvre via le développement d'une couche de service qui se connecte au système PLM et exploite les différentes sources d'observation. Un prototype a été développé, en utilisant un PLM industriel d'un éditeur régional, et ce afin de valider la démarche proposée [15]. Une suite de ces travaux consiste à compléter cette couche de service afin de supporter la nouvelle approche de construction d'indicateur basée sur la logique floue (qui utilise les indicateurs élémentaires).

5. Références

- [1] Carmes M., Noyer J-M., 2005 : Quelques problématiques de conception et d'étude des systèmes d'information distribuée. Intracom du GRICO 2005.
- [2] Frayret, J.-M., D'Amours, F., D'Amours, S., 2003 : Collaboration et Outils. Collaboratifs pour la PME Manufacturière. Rapport de recherche présenté au CEFRIO.
- [3] Vidal P. et Nurcan S., 2002 : Coordination des actions organisationnelles et modélisation des processus.
- [4] Pol G., Merlo C., Legardeur J, Jared G., 2007: Supporting collaboration in product design through PLM system customization. International Conference on Product Lifecycle Management PLM'07. PLM-SP3 - 2007 Proceedings pp. 21- 30.
- [5] Debaecker.D., 2004 : PLM : La gestion collaborative du cycle de vie des produits, Lavoisier.
- [6] Bonnefous C., Courtois A., 2001 : Indicateurs de performance. Hermes Science Publications, 2001. ISBN 2-7462-0245-X.
- [7] Morley C., 2004: Un cadre unificateur pour la représentation des processus, Pre-ICIS.
- [8] Lamia Berrah. Thèse. Une approche d'évaluation de la performance industrielle : Modèle d'indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif. 1997.
- [9] Carla Mendoza, Marie-Hélène Delmond, Françoise Giraud, Hélène Löning. Tableaux de bord et Balanced scorecards. Groupe Revue Fiduciaire, 2002. ISBN 2-86521-647-0
- [10] Chevie F., Guély F., 1998 : La logique floue. Cahier Technique Schneider n° 191.
- [11] Zadeh L-A., 1997: Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems 90 (1997) 111-127. ELSEVIER
- [12] Bouchon-Meunier B., Marsala C., 2003 : Logique floue, principes, aide à la décision. Paris : Hermès science : Lavoisier , 2003
- [13] El Kadiri S., Pernelle P., Delattre M. & Bouras A. 2008 : An approach to control collaborative processes in PLM systems, *Extended Product and Process Analysis aNd Design* – 20 & 21 March 2008, Bordeaux, France
- [14] El Kadiri S., Pernelle P., Delattre M., Bouras A. 2008 : Pilotage des processus collaboratifs dans les systèmes PLM. Quels indicateurs pour quelle évaluation des performances. 1^{er} Congrès des innovations mécaniques CIM'08 – 28 & 29 avril 2008 Sousse, Tunisie
- [15] El Kadiri S. Pernelle P., Delattre M., Bouras A., 2008 : Collaborative process control: Observation of tracks generated by PLM system. APMS 15-16-16.09.2008 Espoo, Finlande.