

CONFIGURATION DE CONNAISSANCES POUR LA GENERATION D'APPLICATIONS METIER

CYRILLE VERNIER^{1,2}, TOUFIK BOUDOUH², NADHIR LEBAL², SAMUEL GOMES²

¹ Faurecia

R&D center Bois sur Près, 25550 Bavans, France
cyrille.vernier-ext@faurecia.com

² Laboratoire M3M

UTBM 90010 Belfort Cedex, France
prenom.nom@utbm.fr

Résumé – Dans un contexte industriel de développement de produits où les entreprises doivent être de plus en plus compétitives, l'intégration du savoir faire et notamment des différentes règles de conception produit - procédés dès les premières phases de développement prend une place de plus en plus importante. Les bases de connaissances ainsi que les applications métier associées permettent aujourd'hui des couplages associatifs avec des modèles géométriques paramétrés. Ces modèles pilotés par des règles métier sont le résultat d'une méthodologie rigoureuse de capitalisation et de management de la connaissance. Nous nous intéressons ici à la problématique d'intégration des connaissances métier en conception de systèmes mécaniques et des procédés de fabrication associés, visant à la réutilisation de solutions validées et éprouvées, dans l'objectif d'automatisation de la conception routinière des produits. Nous nous intéressons plus précisément à une démarche de génération d'applications métier pertinentes afin d'aider les concepteurs lors de la phase de conception. Nous proposons dans cet article, une méthodologie globale « hautement productive » permettant de gérer en parallèle la capitalisation et la mise à disposition du savoir faire lors des différents projets de l'entreprise.

Abstract – In an industrial product development context where companies must be more and more competitive, the know how integration and more particularly product – process design rules from the first development phase take more and more importance in product development. Today, knowledge based engineering applications allow associative links with parameterized 3D models. These models, driven by design rules, are the result of a rigorous methodology of knowledge capitalization and management. In this paper, we focus on know how integration in mechanical system design and associated manufacturing process, dedicated to the reuse of validated and tested solutions, with the goal to automate the routine design of these products. We focus more particularly on a process allowing to generate relevant knowledge based applications to help designers during design phases. We suggest in this paper, a “high productive” methodology which allow to manage in parallel the known how capitalization and the use in the project context.

Mots clés – Ingénierie à base de connaissances, Configuration de connaissances, Modèles CAO paramétrés.

Keywords - Knowledge Based Engineering, Knowledge configuration, Parameterized 3D model.

1 INTRODUCTION

Depuis maintenant plusieurs années, le contexte industriel est devenu très difficile pour nos entreprises. Pour réussir à se développer et ainsi garantir leur rentabilité, elles doivent faire preuve d'excellence dans leur domaine respectif. Implantée au cœur d'une région à caractère fortement industriel, notamment dans le domaine de l'automobile, notre équipe de recherche s'est naturellement intéressée aux méthodologies d'ingénierie permettant d'aider ces entreprises dans leur recherche d'excellence. De plus, ces entreprises doivent faire face à une concurrence qui est devenue internationale, face à des pays émergents où les coûts de main d'œuvre et donc les coûts de revient des produits sont très largement inférieurs aux nôtres. Une des solutions pertinente pour aider ces entreprises est d'améliorer le cycle de développement de leurs produits en termes de qualité, coût et délai en leur proposant des méthodes et des outils performants issus de la recherche. Nous nous intéressons plus particulièrement aux processus de conception

routiniers sur lesquels il est possible de diminuer significativement les temps de conception. Nous avons pu remarquer que le repérage et l'intégration du savoir faire des entreprises dans le processus de développement intégré du couple produit - process est loin d'être efficient. Ces points ont pour conséquence des opérations de reconception du produit, des erreurs de décisions, qui entraînent des pertes de temps parfois très importantes. Il est également important de prendre en compte que ces entreprises travaillent de plus en plus dans une problématique d'entreprise étendue, où, par exemple, la communication entre des bureaux d'études situés à des milliers de kilomètres les uns des autres est très importante. Les méthodes et outils que nous proposons agissent sur les points précédemment cités, les gains de temps générés par leur application ont pour objectif principal de libérer du temps et donc des ressources de l'entreprise pour la recherche de nouveaux concepts innovants et ainsi renforcer leur présence sur le marché.

Nous proposons, dans cet article une méthodologie globale qualifiée de « hautement productive », car permettant d'améliorer d'au moins 100% la productivité en ingénierie routinière, à travers l'intégration du savoir faire de l'entreprise, dès les phases amont du cycle de développement d'un produit. Nous nous intéresserons plus particulièrement ici, à la génération d'applications métier pertinentes destinées à aider les concepteurs dans la création de modèles CAO.

2 ETAT DE L'ART

L'approche proposée fait référence à de nombreux domaines de recherche tel que la gestion des connaissances, la gestion de l'information ou encore le DSM (Design Structure Matrix). Nous sommes amenés à gérer dans ces différents domaines :

- des données, qui selon [Davenport, 1998] est un fait objectif qui relate un événement, comme une observation simple. Dans notre cas, une représentation symbolique d'un nombre, d'un fait ou d'une quantité. Par exemple '100' et 'L' sont des données.
- des informations, définies par [Fichett, 1999] comme une donnée (ou série de données) qui a du sens, c'est-à-dire qui est placée dans un contexte précis. L'information est donc structurée à partir de conventions. Par exemple 'L=200 mm'.
- des connaissances, qui selon la définition de [Monticolo, 2008] est l'interprétation d'une information par un humain, dans un contexte donné. La connaissance se construit donc à partir de l'information qui est transformée et enrichie par l'expérience personnelle [Bender, 2000].

2.1 Gestion des connaissances

Concernant le domaine de la gestion de la connaissance, nous pouvons distinguer trois approches. L'approche ascendante / descendante où les experts sont considérés comme source de connaissances telles que MKSM (Methodology for Knowledge System Management) [Ermine, 2000], MASK (Méthode d'Acquisition et de Structuration des Connaissances) [Ermine, 2002], CYGMA (CYcle de vie et Gestion des Métiers et Applications) [Serrafero, 2002], etc. L'approche décisionnelle où les modèles les plus connus que nous pouvons citer sont le QOC (Questions, Options and Criteria) [Toussaint, 2010], DYPKM (DYnamicProcess for Knowledge Management) [Bekhti, 2003], et DRAMA (Design RAtionale MAnagement), ou encore l'approche organisationnelle, telle que celle proposée par [Monticolo, 2008], via le paradigme agent.

De nombreux travaux ont été réalisés en relation avec la gestion de la connaissance, comme l'exploitation des techniques d'ingénierie des connaissances en vue de l'élaboration d'une démarche pour le transfert des savoir-faire métier au sein d'une entreprise [Benmahamed, 2009]. Nous pouvons citer également des travaux sur l'intégration des connaissances dans le cycle de développement des produits, et plus précisément au sein des systèmes PLM (Product Lifecycle Management) [Bissay, 2009].

2.2 Gestion de l'information

Dans le domaine de gestion de l'information, de nombreux modèles produits existent déjà, afin de gérer l'ensemble des données et informations requises pour soutenir le

développement du produit, sur l'ensemble de son cycle de vie. Nous pouvons par exemple citer :

- Le modèle « Produit Process Organisation » (PPO) [Noël et al., 2004]. Ce modèle générique global est défini pour soutenir la collaboration et fournir un environnement d'intégration des différents outils et dans les différentes phases du cycle de vie du produit pour gérer l'hétérogénéité, favoriser la collaboration, maintenir la cohérence ou encore piloter les échanges. L'intérêt principal réside dans la mise en relation des données entre les domaines du Produit, du Process, et de l'Organisation.
- Le modèle « Core product Model [Fenves et al., 2008] (CPM). C'est un modèle produit très complet qui a une partie spécifique dédiée à la simulation et intervient à un niveau de granularité plus fin que le modèle précédent. Il permet également de gérer les aspects multi-vues du produit.
- Le modèle Multi-Domaines Multi-Vues [Gomes, 2008] (MD-MV). Ce modèle systémique met en évidence les différents domaines du processus de conception : Projet, Produit, Process et plus particulièrement celui de l'Usage. Chaque domaine étant décomposé en différents points de vue en interactions croisées (points de vue structurel, fonctionnel, dynamique, etc.).

2.3 DSM

Le DSM (Design Structure Matrix) est un outil, voire une technique utilisée dans les systèmes d'ingénierie de produit, procédés et d'organisation pour supporter de nouvelles solutions relatives aux problèmes de décomposition et d'intégration. Dans l'approche DSM, les éléments de systèmes complexes et leurs informations sont encapsulés dans une représentation matricielle. La méthode DSM originale a été proposée par [Steward, 2005]. Elle ne contient pas d'informations quantitatives sur la force de l'interaction entre les éléments de matrice. Plusieurs extensions ont donc été développées pour permettre une analyse quantitative [Eppinger, 1994]. Basé sur des algorithmes appropriés, les relations de couplage entre les éléments DSM peuvent être optimisées. Au cours des dernières années, l'approche DSM a été utilisée dans différents domaines, y compris la conception de produits, l'ingénierie des systèmes, ou encore la planification de projet. Cela a conduit à l'émergence de différents types de DSM. Browning [Browning, 2001] propose une classification de DSM en deux catégories: DSM basés sur le temps (Time-based DSMs) et DSM statiques (Static DSMs). Les approches DSM basés sur le temps sont utilisées pour modéliser l'écoulement à travers le temps des interactions entre les éléments des matrices qui sont des tâches de conception ou des paramètres de conception. Les approches Time-based DSMs sont souvent analysées en utilisant des algorithmes de séquençage. Static DSMs sont quant à eux utilisés pour représenter des éléments existants en même temps, tels que les composants d'un produit ou des groupes dans une organisation. Static DSMs sont généralement analysées avec les algorithmes de regroupement. A partir de ces catégories, quatre applications principales représentent l'axe de recherche de l'utilisation des techniques de DSM.

- Component-Based DSM: cette approche est utilisée pour la modélisation des interactions entre les

composants du produit ou sous-systèmes. Elle peut être utile pour la modularité des systèmes complexes,

- Team-Based DSM : cette approche est utilisée pour la modélisation et la représentation des interactions entre les structures d'organisation comme les équipes de conception.
- Activity-Based : cette approche est utilisée pour la modélisation des processus et des réseaux d'activité en fonction des dépendances d'informations entre les activités de conception,
- Parameter-Based (or Low-Level Schedule) DSM : cette approche est utilisée pour modéliser les relations entre les décisions de conception et les paramètres.

	Domaine Projet		Domaine Produit	
	Structures d'organisation d'équipes	Processus / réseaux d'activité de conception	Composants du produit ou sous-systèmes	Décisions et paramètres de conception
Team based DSM	Static based DSM			
Activity based DSM		Time based DSM		
Component based DSM			Static DSM	
Parameter based DSM				Time based design

Figure 1 : Synthèse des techniques de DSM

Dans le cadre de notre recherche et comme l'illustre la Figure 1, nous nous focaliserons sur le domaine du produit en considérant l'approche Component based DSM couplée avec l'approche Parameter-Based DSM, croisant les composants du produit et ses paramètres. Par conséquent, nous expérimenterons donc des approches de type Static et Time based DSM.

2.4 Application métier et conception paramétré

Dans ce domaine, nous pouvons notamment citer les moteurs d'inférences liés à des modeleurs traditionnels où dans de tels environnements, la connaissance de conception est exprimée sous la forme d'un ensemble de règles de production le plus souvent d'ordre un. La base de règles ainsi constituée est alors interprétée à l'aide d'un moteur d'inférences possédant plusieurs stratégies de contrôle. Citons pour mémoire les travaux réalisés autour du générateur SMECI [Trousse 1989] [Monceyron, 1991] [Thoraval, 1991] ainsi que l'environnement StoneRules.

Certain travaux font également référence aux réducteurs de domaines couplés à des modeleurs géométriques traditionnels. Le problème de conception est ici représenté par un ensemble de variables assujetti au respect d'un ensemble de relations mathématiques appelées contraintes. Citons les systèmes JADE [Bourne, 1990], DIAMANT [Degirmenciyan, 1994] et CADX [Kadetch, 1991] comme relevant de ce type de représentation des connaissances ainsi que les travaux de [Jung, 1994] et [Shen et Al., 1994].

3 METHODOLOGIE PROPOSEE

La méthodologie d'ingénierie routinière « hautement productive », proposée dans cet article, est dédiée à

l'intégration du savoir faire d'une entreprise dans le cycle de développement d'un produit. Nous proposons également un outil collaboratif intégrant notre démarche, que nous avons développé et baptisé « KrossRoads » (Knowledge crossroads, pour carrefour de connaissances). La méthodologie proposée se décompose en trois étapes principales (Figure 2) :

- La formalisation et la centralisation du savoir faire de l'entreprise dans une base de données intégrée dans un outil collaboratif.
- L'instanciation du savoir-faire en contexte projet et la création des configurations de connaissances.
- La génération et l'utilisation des applications métier en se basant sur les configurations de connaissances définies dans l'étape précédente.

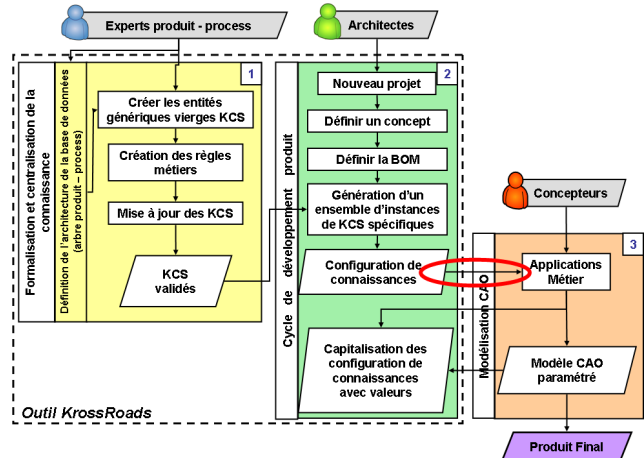


Figure 2 : Méthodologie proposée

Après avoir exposé la première étape de formalisation du savoir faire, nous nous intéresserons à une proposition de lien entre les étapes deux et trois. Nous utiliserons des matrices paramètres – paramètres pour déterminer des applications métier pertinentes qui seront mises à disposition des concepteurs en fonction du produit à concevoir et en prenant en compte les différentes variantes possibles d'un projet.

3.1 Formalisation des règles métier

Cette première étape est dédiée aux différents experts produits ou process d'une entreprise. En effet, ce sont ces personnes qui formalisent leur expertise métier sous forme de règles métier. Par règles métier, nous entendons ici toutes les règles régissant les phases de conception du couple produit - process du produit final dans l'optique de « dessiner juste, dès la première fois ». Nous pouvons par exemple retrouver des règles liées à la faisabilité du produit et notamment des règles process ; ou encore des règles déterminant des paramètres standards importants afin de réduire la diversité des produits. Ces règles peuvent être représentées sous forme d'équations, d'inégalités ou encore des tableaux de valeurs...

Les différentes règles métier sont regroupées dans des entités nommées KCS « KrossRoads Check Sheet » qui correspondent à des regroupements de règles. Trois types de regroupement de règles ont été définis :

- KCS Produit, ensemble de règles spécifiques à un produit et applicable à toutes les configurations que peut prendre le produit.
- KCS Opération, ensemble de règles spécifiques à un procédé facultatif applicable sur un produit.

- KCS Assemblage, ensemble de règles spécifiques à un assemblage entre deux ou plusieurs produits.

Les KCS sont associées à des produits ou à des procédés définis par les experts. Ces KCS seront représentées sous forme de « check-lists » c'est-à-dire sous forme d'un ensemble de règles à vérifier lors des phases de conception. La **Figure 3** illustre une représentation simplifiée du graph UML utilisé pour la capitalisation du savoir faire.

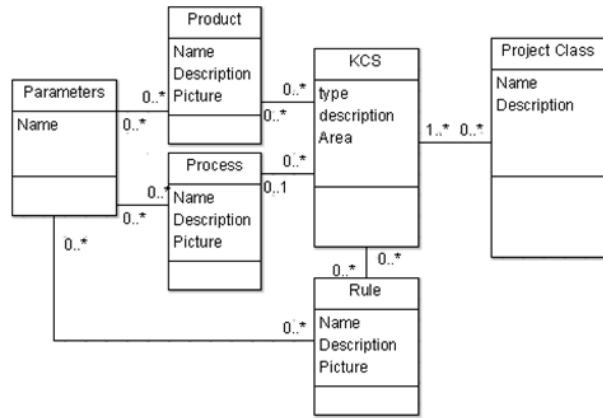


Figure 3 : Graphe UML CrossRoads

La phase de formalisation est une étape importante de notre méthodologie car les experts mettent à disposition leur savoir faire. Cette étape est réalisée en parallèle du cycle de développement du produit et doit être réalisée en continu dans l'entreprise afin de mettre à disposition des utilisateurs une base de connaissances validées et pertinentes. Cette démarche peut être soutenue en entreprise par la mise en place d'un projet global visant à la capitalisation du savoir faire permettant de garder une dynamique continue des différents experts.

Cette étape de formalisation est directement intégrée dans notre outil « CrossRoads ». Un cycle de validation, qui n'est pas détaillé dans cet article, est également disponible.

3.2 Instanciation du savoir faire en contexte projet

La deuxième étape a pour objectif d'améliorer l'intégration et l'utilisation des règles métier définies précédemment dans le cycle de développement d'un produit. Il est important d'utiliser ces règles lors des projets afin de les intégrer dès les premières phases de développement dans le but de minimiser les erreurs de décision.

Cette étape est dédiée aux architectes étude qui ont pour objectif de déterminer la nomenclature du produit conçu. L'objectif de cette étape est de proposer semi automatiquement une liste de KCS et donc des règles spécifiques au projet en cours. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser la nomenclature produit couramment appelée Bill Of Material (BOM) pour générer notre liste de KCS. La BOM peut être réalisée dans des outils de type Product Data Management (PDM) où la prise en compte des variantes du produit est incluse. Il est nécessaire de laisser la possibilité à l'utilisateur de réaliser manuellement cette nomenclature dans le cas où l'entreprise ne posséderait pas ce type d'outil. A partir de cette BOM, nous pouvons proposer à l'utilisateur une première liste de KCS en comparant les composants définis à chaque niveau de la nomenclature avec les associations des KCS définis dans la première étape. Les KCS Produit sont automatiquement sélectionnées car leur règles sont applicables à toutes les configurations du produit, les KCS opération et assemblage

seront sélectionnées manuellement par l'architecte en fonction du projet. Une fois la liste des KCS validée, nous générons les configurations de connaissances spécifiques au projet, à travers les règles puis les paramètres associés au KCS. Les configurations de connaissances sont spécifiques et peuvent ainsi être différentes suivant les variantes de configuration du produit conçu lors du projet (**Figure 4**).

Des configurations de connaissances instanciées peuvent également être déterminées, ces configurations sont définies par l'association du paramètre à une valeur et à une indication sur le respect ou non de la règle à un instant t pendant les phases du cycle de développement du produit.

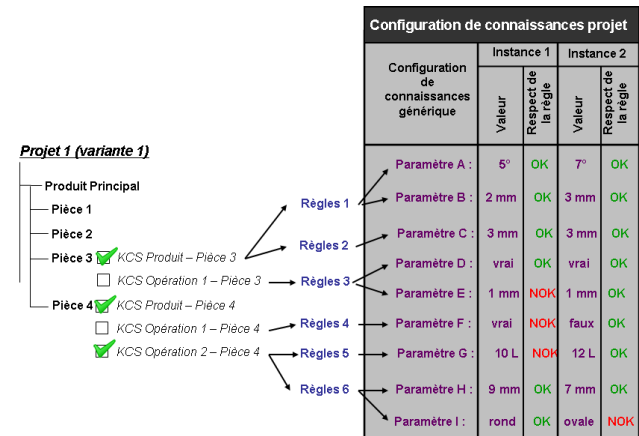


Figure 4 : Génération des configurations de connaissances.

La configuration de connaissances regroupe donc tous les paramètres nécessaires à la conception. Le lien entre un paramètre et les règles où ce paramètre est utilisé est facilement identifiable à l'aide de la formalisation réalisée lors de la première étape.

Dans notre outil CrossRoads, un atelier spécifique est dédié à cette étape. Il est possible de faire ressortir les points critiques d'un projet en cours en éditant des rapports de déviations des règles non respectées. De plus, des outils de statistiques sont mis en place afin de remonter, aux experts propriétaires des règles, les pourcentages d'utilisation de leurs règles au cours des projets. Ces indications contribuent à l'évolution des règles métier en question.

3.3 Génération d'applications métier

Une fois déterminées toutes les règles utiles pour la conception d'un produit, il est nécessaire de les mettre facilement à disposition des concepteurs. Nous proposons de générer des applications métier spécifiques à chaque projet et à chaque variante. Afin de créer des regroupements de règles pertinents, nous proposons une approche DSM afin de définir les regroupements de paramètres judicieux pour la génération ou la création d'applications métier. A partir de la nomenclature produit, représenté sur la **Figure 5**, et de l'étape de formalisation, nous pouvons associer à chaque composant de la nomenclature les paramètres qui les définissent. Il nous est alors possible de générer une matrice paramètre - paramètre relative à notre projet (**Figure 5**). Après l'exécution d'un filtre en fonction de la variante du projet, la matrice paramètre - paramètre sera automatiquement régénérée et spécifique pour chaque variante. Les informations capitalisées dans l'étape de formalisation et les KCS associées au projet permettent le remplissage automatique de la matrice. Un « 1 » est ajouté à

l'intersection de deux paramètres lorsque qu'une règle existe entre ces derniers.

4 CAS D'APPLICATION

Nomenclature produit	Variante		Paramètres	Paramètres																
	Variante 1	Variante 2		Param 1	Param 2	Param 3	Param 4	Param 5	Param 6	Param 7	Param 8	Param 9	Param 10	Param 11	Param 12	Param 13	Param 14	Param 15	Param 16	
Produit principal																				
Ensemble 1	x																			
Ensemble 2		x																		
Pièce 1	x	x																		
Pièce 2	x	x																		
Pièce 3	x	x	Param 1																	
			Param 2	1	1															
			Param 3			1	1													
			Param 4	1				1												
			Param 5						1											
Pièce 4	x		Param 6																	
			Param 7	1																
			Param 8								1	1								
			Param 9										1							
			Param 10											1						
Pièce 5		x	Param 11																	
			Param 12	1																
			Param 13	1																
			Param 14											1						
			Param 15												1					
			Param 16	1												1				

Figure 5 : Matrice paramètre - paramètre

La Figure 6 illustre le résultat de la diagonalisation des matrices paramètre – paramètre spécifique à chaque variante présentée à la figure 5 précédente. Après diagonalisation de la matrice, nous pouvons déterminer les ensembles de règles pertinents à regrouper sur les applications métier.

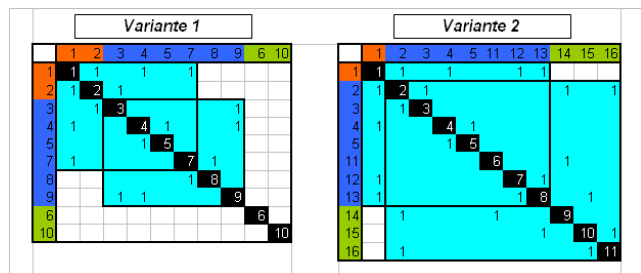


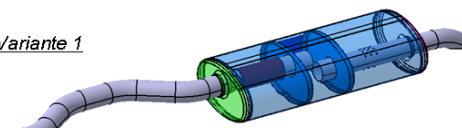
Figure 6 : Diagonalisation des matrices paramètre - paramètre par variante.

Il est ainsi possible de regrouper sur une page de l'application les paramètres spécifiques à un seul produit et créer des pages dédiées aux paramètres intervenant dans l'assemblage de composants. La Figure 6 nous montre que, pour la première variante, les paramètres 3, 4, 5, 7, 8, 9 seront regroupés dans l'application métier car ils caractérisent l'interaction des pièces 3 et 4. Pour la deuxième variante, la page de l'application métier caractérisant l'interaction entre les pièces 4 et 5 sera composée des paramètres 2, 3, 4, 5, 11, 12 et 13. Les applications métier générées seront dédiées aux concepteurs afin de les guider dans la conception du produit. Elles contiendront les paramètres et règles métier nécessaires à la validation du produit final et seront spécifiques à chaque variante du projet. Ces applications métier sont ensuite liées à un modèle CAO paramétré. Deux cas sont alors possible. Le premier est de créer un lien entre l'application métier et un modèle CAO paramétré existant dans l'entreprise. Le second cas consiste à créer un lien entre l'application métier et un modèle CAO généré, correspondant à l'architecture de la nomenclature produit intégrant les différents paramètres définis dans les configurations de connaissances. La dernière étape consiste à capitaliser les valeurs des paramètres afin de remplir les configurations de connaissances instanciées.

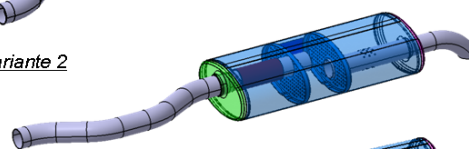
Afin de supporter les différentes étapes de notre méthodologie, et d'en démontrer la faisabilité et la pertinence, nous avons donc choisi ici, de développer et de déployer au niveau mondial, chez un grand équipementier automobile, ce nouvel outil. Cette application est une application de type client-serveur léger associée à une base de données, permettant un travail collaboratif, aspect indispensable dans une telle entreprise internationale et donc multi-sites. Une partie des fonctionnalités précédemment expliquée dans notre méthodologie n'est actuellement pas disponible dans la première version de l'outil. Nous appliquerons la méthodologie proposée à la conception d'un silencieux d'échappement composé de trois variantes illustrées sur la Figure 7 ci-dessous.

Projet Silencieux :

Variante 1



Variante 2



Variante 3

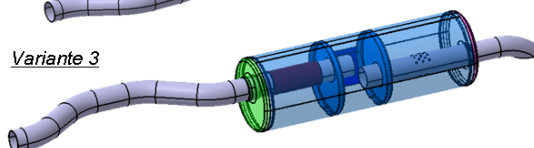


Figure 7 : Variantes de notre cas d'application

Nous pouvons remarquer que les composants du silencieux peuvent changer en fonction de la variante du projet (tube d'entrée, format du silencieux, perforations sur les coupelles internes...)

4.1 Formalisation du savoir faire

Dans cette première étape, les experts de l'entreprise ont défini les différentes règles métier régissant les composants d'un silencieux sous forme de KCS. Voici une liste non exhaustive des KCS créées par les experts de l'entreprise :

- KCS - Tube (KCS Produit)
- KCS - Tube - Expansion (KCS Opération)
- KCS - Tube - Cintrage (KCS Opération)
- KCS - Enveloppe (KCS Produit)
- KCS - Coupelle Interne (KCS Produit)
- KCS - Coupelle Interne - Perforations (KCS Opération)
- KCS - Assemblage Tube perforé Coupelle Interne (KCS Assemblage)

Chaque KCS est donc constituée de règles et de paramètres, nous pouvons retrouver par exemple des listes de diamètres standards, des règles sur l'élongation maximum de la matière, des rayons de cintrage en fonction des outils utilisés... Dans notre cas d'application, un arbre produit et un arbre process ont été définis. Lors de la création d'une KCS l'expert l'associe à un ou plusieurs éléments des arbres produit – process.

4.2 Création d'un projet

Nous prenons comme exemple la conception d'un ensemble « silencieux d'échappement » composé de trois variantes. En début de projet, l'architecte étudie définit la nomenclature. Dans cette première version de l'outil, l'import de la BOM depuis les outils de PDM n'est pas encore disponible. L'association des KCS se fait donc manuellement. Une fois la nomenclature définie, la matrice paramètre – paramètre peut être réalisée à l'aide des associations aux éléments produits - process. Dans notre exemple, nous filtrons le projet en fonction de la variante numéro 1. La matrice paramètre – paramètre est ensuite remplie à l'aide des KCS définies par les experts.

La **Figure 8** ci-dessous illustre une partie du résultat de la diagonalisation de la matrice paramètre – paramètre.

Nous pouvons remarquer différents regroupement de paramètres qui sont dépendant les uns des autres. Ces regroupements correspondent aux différentes règles d'assemblage des composants du silencieux.

Actuellement nous sommes en phase de spécification pour la génération d'application métier à partir de ces résultats. Nous étudions la possibilité de générer des applications métier à l'aide de l'outil Kadviser qui est solveur de contraintes de type moteur d'inférence à propagation de contraintes. Un premier test concluant a été réalisé mais doit être approfondi pour

valider sa pertinence. Le logiciel Kadviser permet de créer des applications métier intégrant toutes les règles et paramètres définies précédemment. Son moteur d'inférence à propagation de contraintes permet de guider le concepteur vers une solution répondant à toutes ces contraintes. D'autres solutions sont également envisagées avec des applications développées en Visual Basic, qui sont plus répandues dans les entreprises.

Nous pouvons également utiliser le résultat de ces matrices pour réaliser des applications métier afin de faire des applications pertinentes au niveau de l'interface. La **Figure 9** ci-après illustre un exemple d'application métier réalisée pour la « conception hautement productive » de silencieux d'échappement. Nous pouvons y retrouver les différents paramètres et règles métier définies par les experts dans les KCS de l'outil de Gestion des Configurations de Connaissances (Knowledge Configuration Management – KCM) Crossroads.

Néanmoins, nous pouvons également remarquer que les différents regroupements de règles correspondent principalement aux regroupements de règles (KCS) définies par les experts lors de la phase de formalisation du savoir faire. Nous pouvons donc en déduire que les applications métier peuvent être créées en phase amont, c'est-à-dire hors contexte d'un projet et associées à chaque KCS produit, opération et

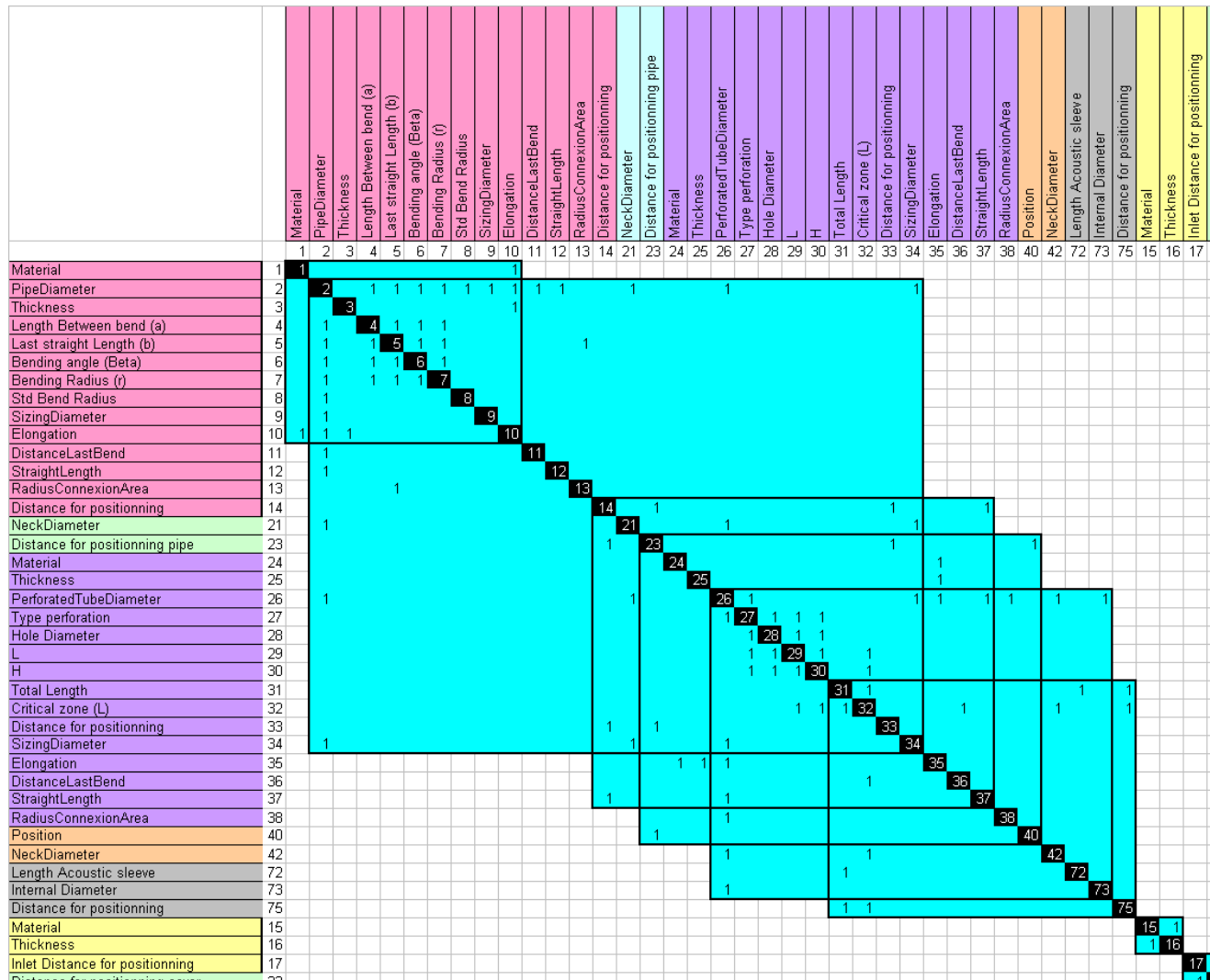


Figure 8 : Diagonalisation de la matrice paramètre – paramètre

assemblage dans la base de connaissances.

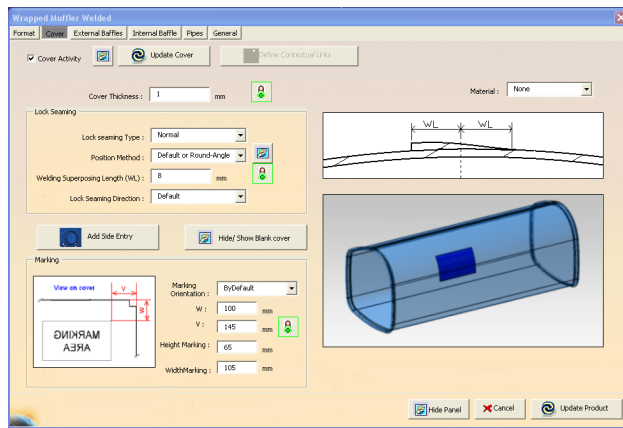


Figure 9 : Exemple d'application métier

Lors des projets, après définition de la liste de KCS utilisées, il serait alors possible de générer une méta-application métier. Cette méta-application serait le résultat de l'assemblage de toutes les applications métier associées aux KCS utilisées dans le projet et donc par déduction à la configuration de connaissances définie au niveau de la variante du produit.

5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La méthodologie proposée, ainsi que l'outil KrossRoads de gestion des configurations de connaissances sont actuellement en cours de développement au sein du laboratoire M3M de l'UTBM, les premiers résultats obtenus semblent prometteurs. Une première version de l'outil KrossRoads existe et a été testée en entreprise. Elle intègre une partie des deux premières étapes de notre méthodologie : formalisation et utilisation des configurations de connaissances en contexte projet.

Les objectifs à court terme sont de finaliser les développements concernant les différents liens avec les outils de PDM et de CAO qui constituent l'avantage principal de notre méthodologie afin de valoriser le gain de temps et de coût. En ce qui concerne les gains au niveau de la qualité, nous pouvons d'ores et déjà remarquer un gain considérable, dans la mesure où les utilisateurs ont accès aux règles métier nécessaires pour concevoir leur produit, et ceci dès les premières phases du processus de conception. Ce résultat est validé par les premiers retours du déploiement industriel qui a été réalisé mais n'a pas pu, à ce jour être réellement quantifié. Actuellement, nous sommes également en phase de spécification pour améliorer la première étape de formalisation. En effet la base de connaissances actuellement disponible est applicable dans le cadre de notre cas industriel. Elle sera améliorée afin de la rendre paramétrique et adaptable aux spécificités d'une entreprise.

A plus long terme, nous envisageons différents couplages avec d'autres outils. Par exemple, des outils d'optimisation sont proposés afin de mieux définir les valeurs des paramètres en fonction des règles sélectionnées lors du projet, et ceci dans le but de proposer des valeurs optimales dès les premières phases de conception. De plus, grâce aux outils de type recherche 3D par similarité géométrique il sera possible de minimiser la diversité des produits en favorisant la réutilisation de solutions validées et éprouvées.

6 REFERENCES

- Davenport, T., (1998) How organizations manage what they know, Harvard Business Scholl Press.
- Fichett, J., Managing your organization's key asset: knowledge. In Heath forum Journal. A. A. Meeting. Atlanta
- Monticolo, D., (2008) Une approche organisationnelle pour la conception d'un système de gestion des connaissances fondé sur le paradigme agent. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Belfort – Montbéliard, Laboratoire Système et Transport, pp 37.
- Bender, S., (2000) The transfer of knowledge and the retention of expertise: the continuing need for global assignments. Journal of Knowledge, Vol 4, N°2, pp125-137
- Ermine, J.L., (2000) La Gestion des Connaissances, un levier stratégique pour les entreprises." IC'2000 Ingénierie des connaissances, Toulouse.
- Ermine, J.L., (2002) La gestion de connaissances, Hermès Sciences publications, ISBN.
- Serrafero, P., (2002) Vers la mesure de la qualité de connaissance et compétence industrielle : le modèle Knova" Conférence invitée, 1 er Séminaire International en Gestion des Connaissances et Compétences, Nante.
- Toussaint, L., (2010) Modèles et méthodes pour une conception hautement productive orientée vers la fabrication : application à l'ingénierie routinière de pièces plastiques. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Laboratoire Mécatronique Méthodes, Modèles et Métiers. 188 p, 2010.
- Bekhti, S., (2003) DYPKM : Un processus dynamique de définition et de réutilisation de mémoires de projets. Réseaux, Connaissances et Organisations, Thèse de doctorat, Université de Technologie de Troyes, Troyes.
- Monticolo, D., (2008) Une approche organisationnelle pour la conception d'un système de gestion des connaissances fondé sur le paradigme agent. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Laboratoire Systèmes et Transports, 2008, 179 p.
- Benmahamed, D., Ermine, J.L., (2009) Une démarche Knowledge Management, de la stratégie au Système d'information d'Information de l'entreprise
- Bissay, A., (2009) Knowledge integration through a plm approach, Conference on new technologies and product in machine manufacturing technologies, Romania
- Jose, A., Tollenaere, M., (2005) Modular and platform methods for product family design: literature analysis, Journal of Intelligent Manufacturing, 16, pp 371-390.
- Eppinger, S.D., Whitney, D.E., Smith, R.P., Gebala, D.A., (1994) A Model-based Method for Organizing Tasks in Product Development. Research in Engineering Design, 6 pp 1-13.
- Browning, T., (2001) Applying the Design Structure Matrix to System Decomposition and Integration Problems: A Review and New Directions. IEEE Trans Eng Manage, 48, pp 71-74
- Trousse, B., (1989) "Coopération entre systèmes à base de connaissances et outils de CAO : l'environnement multi-agent ANAXAGORE", Thèse de doctorat de l'Université de Nice Sophia Antipolis.
- Monceyron, E. (1991) Sur les problèmes de conception intelligente en ingénierie: EXPORT, un exemple de système coopératif multi-experts, Thèse de Doctorat, Université Technologique de Compiègne.
- Thoraval, P., (1991) Systèmes intelligents d'aide à la conception : ARCHIX et ARCHIPEL", Thèse de doctorat,

- Université de Compiègne.
- Bourne, A., Clément, A., Foussier, A., Saulais, J., Sicard, M., (1990) JADE: un jeu d'outils d'aide à la décision technologique", Outils et applications de l'intelligence artificielle en CFAO, Yvon Gardan, Hermès, pp 148-161.
- Degirmenciyan, I., Foussier, A., Chollet, P., (1994) Un conciliateur/coordonateur pour une conception simultanée", Revue de CFAO et d'informatique graphique, pp 889-911, CADX1 : manuel de référence, (1991) Kadetech recherche.
- Jung, J.P., (1994) Un nouveau modèle pour la représentation de contraintes complexes en CAO, Revue Internationale de CFAO et d'infographie, Vol 9.1-2, pp 9-23.
- Shen, W., Barthes, J.P., El Dashan, K., (1994) Propagation de contraintes dans les systèmes de CAO en mécanique", Revue internationale de CFAO et d'infographie, Vol 9.1-2, pp 25-40.
- Gomes, S., Sagot, J.C., (2001) A concurrent engineering experience based on a cooperative and object oriented design methodology, In Best papers book from 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering.
- Eynard, B., Lombard, M., Mata, N., Renaud, J., (2004) Gestion dynamique des connaissances industrielles", Cachan, Hermes – Lavoisier, 378p.