



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



FACULTE DES SCIENCES & TECHNIQUES

U.F.R. Sciences et Techniques Mathématiques, Informatique et Automatique
Ecole Doctorale IAEM Lorraine
Département de Formation Doctorale Automatique

Thèse

présentée pour l'obtention du titre de

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy-I

en Automatique, Traitement du Signal, Génie Informatique

par **Bertrand ROSE**

***Proposition d'un référentiel support à la conception collaborative :
CO²MED (COLlaborative CONflict Management in Engineering Design),
Prototype logiciel dans le cadre du projet IPPOP.***

Soutenue le 21 Décembre 2004 devant le jury composé de :

Président :	M. Patrick MARTIN	Professeur, ENSAM de Metz
Rapporteurs :	M. Abdelaziz BOURAS M. Dominique DENEUX	Professeur, Université Lumière, Lyon2 Professeur, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Examineurs :	M. Philippe GIRARD M. Gabriel RIS Mme. Muriel LOMBARD	Maître de Conférences HDR, IUFM d'Aquitaine Professeur, Université Henri Poincaré, Nancy I (Directeur de thèse) Maître de Conférences, Université Henri Poincaré, Nancy I (Directeur de thèse associé)
Invités :	M. Pierre-Antoine CLAUDON M. Patrice LEBOEUF	Ingénieur, Alstom Moteurs Nancy Ingénieur, Alstom Moteurs Nancy

« A mes parents et grands-parents »

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en tout premier lieu **Muriel Lombard** et **Gabriel Ris** qui ont dirigé cette thèse. Tout au long de ces trois années, ils ont su orienter mes recherches aux bons moments en me faisant découvrir la conception avec un regard à la fois de mécanicien et de modélisateur, tout en tirant partie de ma formation d'ingénieur. Merci **Muriel** pour ces longues et intenses discussions passées à noircir les tableaux, pour ton dynamisme et tes compétences qui m'ont permis de mener à bien ces travaux.

Je remercie les rapporteurs de cette thèse **Abdelaziz Bouras** et **Dominique Deneux** pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail ainsi que pour leurs remarques constructives et pertinentes qu'ils ont émises. Merci également à **Patrick Martin** pour avoir accepté de présider ce jury de thèse ainsi qu'à **Philippe Girard**, chef de file du projet **IPPOP**, d'avoir accepté de venir examiner ce travail. Je tenais également à exprimer toute ma gratitude à **Patrice Leboeuf** et **Pierre-Antoine Claudon** pour avoir accepté de participer à ce jury, mais aussi pour m'avoir accordé de leur temps précieux en m'accueillant chez **Alstom**. Les différents besoins et les orientations qu'ils ont pu exprimer par rapport aux spécifications initiales de CO²MED ont grandement contribué à ce travail. De plus, les nombreuses visites que j'ai pu leur rendre m'ont permises de prendre conscience du fonctionnement réel d'un Bureau d'Etude au sein d'une PME et des problèmes quotidiens inhérents à la conception de produits dans un contexte industriel.

Pour reprendre un ordre plus chronologique, je voudrais remercier deux de mes enseignants qui ont joué un rôle clef dans ma formation et dans ma décision d'entamer ce travail de recherche. Tout d'abord **Benoit Iung** qui m'a permis de partir en Suède en ERASMUS lors de ma dernière année à l'ESIAL et de prendre ainsi indirectement contact avec le monde de la recherche. Merci à **Alain Bernard** pour les nombreux échanges que nous avons pu avoir et en particulier pour cette discussion que nous avons eu un certain Jeudi de l'Ascension 2001, qui m'a définitivement convaincu d'entamer ce travail de thèse.

Un grand merci à tous les membres du consortium **IPPOP**, et tout particulièrement aux doctorants pour les nombreux échanges que nous avons pu avoir (un peu trop longtemps au téléphone peut être !). Merci donc à **Vincent, Pierre, Laurent, David, Sabeur et Jérôme** pour ces riches échanges durant et en dehors des réunions, mais aussi pour ces franches parties de rigolade pendant les repas notamment.

Ces trois années n'auraient certainement pas été les mêmes si je n'avais pas partagé ce bureau 511 du 5^{ième} étage au CRAN avec mes deux collègues. Merci à **Seb** pour sa poésie légendaire, et merci à **William** pour son éternelle bonne humeur et son inaltérable « patate ».

Merci à **Luc Lossent** pour ces conseils tant « immobiliers » lorsque je suis arrivé à Nancy, que scientifiques tout au long de ces trois années.

Merci à **Sébastien** et à **Mathieu** pour leur aide lors du développement de CO²MED. Leur bonne humeur et leur disponibilité m'ont grandement aidé dans les derniers mois de ce travail.

Une pensée pour tous les doctorants avec qui j'ai partagé une salle, un thé au BSR, un repas ou un PC, mais aussi et avant tout de bons moments durant ces trois années : **David, Alex, Thomas, Khaled, JP, Ramy, Fabien, Mike, Raïd, Zied, Delphine**,... et toute la troupe de la « CRAN Academy ».

Merci aux secrétaires et au personnel technique du **CRAN** et de l'**AIP** pour leur gentillesse et leur aide salutaire lors de problèmes logistiques ou matériels.

Un mot également pour **Eric** et **Nicolas** qui m'ont fait confiance en me confiant des heures d'enseignement ainsi qu'à tout le personnel de l'AIP Lorrain pour leur soutien logistique.

Merci à mes parents et amis pour m'avoir, malgré l'éloignement, soutenu et encouragé pendant certaines périodes difficiles.

Enfin un grand merci à Christelle pour m'avoir soutenu et supporté durant la phase de travail terminale passionnante mais néanmoins vampirissante qu'est la rédaction de cette thèse.

Table des Matières

TABLE DES MATIERES	5
TABLE DES ILLUSTRATIONS	8
INTRODUCTION	10
1. CHAPITRE 1 : ETAT DE L'ART SUR LA CONCEPTION COLLABORATIVE	18
1.1. LES DIFFERENTS TYPES D'INTERACTIONS EN SITUATION DE TRAVAIL COLLECTIF – POSITIONNEMENT TERMINOLOGIQUE	19
1.2. ENJEUX DE LA COLLABORATION EN CONCEPTION	26
1.2.1. <i>Typologies de la collaboration en conception</i>	28
1.3. APPROCHES PREALABLEMENT ETUDIEES	29
1.3.1. <i>Approche expérimentale</i>	29
1.3.2. <i>Approche par les outils de collaboration</i>	31
1.3.3. <i>Outils d'organisation et d'évaluation du travail collaboratif</i>	41
1.3.4. <i>Approches transversales</i>	41
1.4. LES CONNAISSANCES COLLABORATIVES MISES EN ŒUVRE DANS L'ACTIVITE DE CONCEPTION	45
1.4.1. <i>Typologies des connaissances</i>	45
1.4.2. <i>Qu'est-ce qu'une connaissance collaborative ?</i>	48
1.4.3. <i>Différents types des connaissances collaboratives</i>	49
1.5. UN MANQUE DE REFERENTIEL AVERE	54
1.5.1. <i>Un besoin de référentiel commun permettant de gérer la collaboration multi-métiers</i>	54
1.5.2. <i>Manques et inadaptations des méthodes et outils existants</i>	55
1.5.3. <i>Nécessité d'intégration des points de vue Produit-Processus-Organisation</i>	61
1.6. CONCLUSION : DES BESOINS FORTS EN TERME DE COLLABORATION MAIS PAS DE SOLUTIONS SUPPORTS ADAPTEES.....	64
2. CHAPITRE 2 : SPECIFICATIONS DU REFERENTIEL DE COLLABORATION	68
2.1. SPECIFICITES DE LA GESTION DE CONFLITS EN CONCEPTION COLLABORATIVE DE PRODUITS	68
2.1.1. <i>La notion de conflit</i>	69
2.1.2. <i>Différentes typologies de conflits</i>	70
2.1.3. <i>Différentes approches et outils de résolution de conflit existants</i>	72
2.2. LA BOUCLE DE LA SYSTEMIQUE APPLIQUEE A LA GESTION DE CONFLIT : DESCRIPTION DU CYCLE OBSERVATION-DECISION-INFORMATION (ODI)	76
2.2.1. <i>Génèse du cycle ODI</i>	76
2.2.2. <i>Pourquoi la capitalisation au sein d'un référentiel?</i>	77
2.2.3. <i>Concepts clefs du référentiel de gestion de conflits</i>	78
2.2.4. <i>Démarche de raisonnement suivi afin de construire un référentiel de gestion de conflits</i>	80
2.2.5. <i>Les cas d'utilisation du système</i>	82
2.3. REFERENTIEL DE COLLABORATION D'UN POINT DE VUE DYNAMIQUE.....	89
2.3.1. <i>Indexation des conflits en vue de leur saisie</i>	89
2.3.2. <i>Choix de l'ontologie</i>	90
2.3.3. <i>Qu'est ce qu'une ontologie ?</i>	90
2.3.4. <i>Cycle de vie des activités de collaboration</i>	95
2.3.5. <i>Cycle de vie des itérations</i>	99
2.4. FORMALISATION DE LA DEMARCHE SOUS FORME DE PATRONS	106
2.4.1. <i>L'approche « patrons »</i>	106
2.4.2. <i>Patrons définis pour la gestion de conflits</i>	107
2.5. INTEGRATION DANS UN ENVIRONNEMENT PRODUIT-PROCESSUS-ORGANISATION.....	111
2.5.1. <i>Position du référentiel de gestion de conflits par rapport à l'objectif « Processus »</i>	112
2.5.2. <i>Position du référentiel de gestion de conflits par rapport aux objectifs « Produit »</i>	114
2.5.3. <i>Position du référentiel de gestion de conflits par rapport aux objectifs « Organisation »</i>	116
2.6. CONCLUSION : UNE VISION DYNAMIQUE ET ENGLOBANTE DU PROCESSUS COLLABORATIF DE GESTION DE CONFLITS.....	126

3. CHAPITRE 3: CO²MED (COLLABORATIVE CONFLICT MANAGEMENT IN ENGINEERING DESIGN): UN REFERENTIEL DE COLLABORATION EN CONCEPTION COLLABORATIVE DE PRODUITS.....	130
3.1. LA NOTION DE « MEMOIRE » DANS UN REFERENTIEL DE COLLABORATION	130
3.2. CAHIER DES CHARGES DU LOGICIEL	131
3.2.1. Critères techniques	131
3.2.2. Critères matériels	132
3.2.3. Critères financiers	132
3.3. CHOIX DES TECHNOLOGIES.....	132
3.3.1. Solutions envisageables	132
3.3.2. Choix du modèle d'architecture.....	135
3.3.3. Choix du langage de développement	135
3.4. METHODE DE DEVELOPPEMENT.....	138
3.4.1. Organisation générale du travail.....	138
3.4.2. Architecture logicielle.....	138
3.4.3. Développement et implémentation des ontologies dans CO ² MED	139
3.4.4. Définition du modèle de données	143
3.5. FONCTIONNALITES ET UTILISATION DU LOGICIEL	144
3.5.1. Principe de base du logiciel.....	144
3.5.2. Ergonomie du logiciel.....	145
3.5.3. Mise à jour et cycle de vie des ontologies suite à la résolution d'un conflit.....	153
3.6. APPORTS ET ENJEUX DE L'UTILISATION DE CO ² MED DANS LA CONCEPTION DE PRODUITS.....	155
3.6.1. Enjeux de la structuration et de la réutilisation.....	155
3.6.2. Best practices	156
3.7. CO ² MED ET LA DEMARCHE QUALITE	156
3.7.1. CO ² MED et les normes internationales ISO 9000 :2000.....	156
3.7.2. CO ² MED et les normes françaises.....	159
3.8. LIMITES DE CO ² MED.....	160
Nécessité d'un accompagnement des pratiques	160
3.9. CONCLUSION : UNE SOLUTION LOGICIELLE FACILITANT LA GESTION DE CONFLITS EN COLLABORATION	161
4. CHAPITRE 4 : UTILISATION DE CO²MED DANS UN CAS INDUSTRIEL.....	164
4.1. PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE	164
4.1.1. Présentation de l'entreprise.....	164
4.1.2. Présentation du contexte industriel et des besoins associés	165
4.1.3. Cas typique d'un conflit nécessitant une capitalisation.....	170
4.2. DEVELOPPEMENT DES ONTOLOGIES UTILISEES DANS LE CAS DE L'ETUDE INDUSTRIELLE	178
4.2.2. Ontologie « Produit »	180
4.2.3. Ontologie « Cycle de Vie »	181
4.2.4. Ontologie « Organisation »	182
4.3. VALIDATION DE CO ² MED SUR UN CAS INDUSTRIEL ALSTOM : CAS DE L'AFFAIRE 934 ARZ	184
4.3.1. Contexte de l'étude	184
4.3.2. Scénario de gestion de conflits.....	185
4.4. CONCLUSION : APPORTS DU LOGICIEL POUR L'ENTREPRISE	197
CONCLUSION GENERALE	198
BIBLIOGRAPHIE.....	201
ANNEXES	221
ANNEXE 1 : OBJECTIFS ET MODELE PRODUIT IPPOP	222
1. OBJECTIF PRODUIT 1 : ASSURER UNE REPRESENTATION MULTI-POINTS DE VUES SUR LE PRODUIT	222
Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit.....	222
2. OBJECTIF PRODUIT 2 : IDENTIFIER LES CONNAISSANCES PERMETTANT UNE COLLABORATION ENTRE METIERS	225
Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers	225
3. LE MODELE DE PRODUIT IPPOP.....	226
ANNEXE 2 : OBJECTIF ET MODELE PROCESSUS IPPOP	229

1. OBJECTIF PROCESSUS : FORMALISER LA COLLABORATION DES ACTEURS ET LES PROCESSUS METIER SUR LA BASE D'UNE TYPOLOGIE D'ACTIVITES.....	229
<i>Formaliser la collaboration des acteurs et les processus métier sur la base d'une typologie d'activités ..</i>	<i>229</i>
2. LE MODELE DE PROCESSUS DE CONCEPTION IPPOP	232
ANNEXE 3 : OBJECTIFS ET MODELE ORGANISATION IPPOP	235
1. OBJECTIFS ORGANISATION 5 : METTRE EN PLACE DES ENVIRONNEMENTS DE CONCEPTION	235
2. OBJECTIF ORGANISATION 6 : FAVORISER UNE SITUATION COOPERATIVE DE CONCEPTION	237
3. LE MODELE D'ORGANISATION IPPOP	239
ANNEXE 4 : L'ENTREPRISE ALSTOM MOTEURS NANCY	241
ANNEXE 5 : MATRICES DE COMPETENCES UTILISEES LORS DE LA CONSTITUTION DE LISTES D'ABONNES	245
1. LA MATRICE DE COMPETENCES D'UN POINT DE VUE « METIER »	245
2. LA MATRICE DES COMPETENCES D'UN POINT DE VUE « PRODUIT »	246

Table des illustrations

FIGURE 1 : MODELE DE COLLABORATION SELON [CROW, 2002].....	24
FIGURE 2 : LES DIFFERENTS TYPES DE TRAVAIL COLLABORATIF.....	26
FIGURE 3 : TYPOLOGIE DE LA COLLABORATION [GIRARD ET AL., 2003].....	29
FIGURE 4 : TYPOLOGIE DU TRAVAIL COLLABORATIF [ROSE ET AL. 2003C].....	29
FIGURE 5 : MATRICE ESPACE/TEMPS ELABOREE PAR [ELLIS ET AL., 1991].....	33
FIGURE 6 : TAXONOMIE DU TRAVAIL COLLABORATIF [DIX ET AL., 1993].....	34
FIGURE 7 : LE MODELE DU TREFLE [SALBER, 1995].....	35
FIGURE 8 : COMMUNICATION, COORDINATION, COLLABORATION ET OUTILS ASSOCIES.....	40
FIGURE 9 : LES DEUX CATEGORIES DE CONNAISSANCES EN ENTREPRISE, [GRUNDSTEIN 1995].....	47
FIGURE 10 : CONNAISSANCES COLLABORATIVES ENTRE ACTEURS.....	53
FIGURE 11 : UTILISATION DES DIFFERENTS TYPES DE CONNAISSANCES COLLABORATIVES AU SEIN DU PROCESSUS DE CONCEPTION.....	54
FIGURE 12 : MEMOIRE DE PROJET SELON [MATTA ET AL., 1999A].....	58
FIGURE 13 : ACCES A LA MEMOIRE DE PROJET SELON UNE TYPOLOGIE DE PROBLEME OU VIA LE MODELE DE TACHES DE CONCEPTION [MATTA ET AL. 1999A].....	59
FIGURE 14 : INTEGRATION PRODUIT, PROCESSUS ORGANISATION DANS LE PROJET IPPOP.....	64
FIGURE 15 : TYPOLOGIE DE CONFLITS PROPOSEE PAR [MATTA ET AL., 1996].....	71
FIGURE 16 : TAXINOMIE PARTIELLE DES CONFLITS SELON [KLEIN., 2000].....	71
FIGURE 17 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET ORGANISATION DE SAMOVAR [GOLEBIEWSKA, 2002].....	75
FIGURE 18 ADAPTATION DE LA BOUCLE DE LA SYSTEMIQUE A LA RESOLUTION DE CONFLITS.....	76
FIGURE 19 : OBJECTIFS DE LA CAPITALISATION AU SEIN DU REFERENTIEL DE GESTION DE CONFLITS.....	78
FIGURE 20 : VISION GLOBALE DE LA DEMARCHE UML.....	80
FIGURE 21 : PRINCIPAUX CAS D'UTILISATION DE L'APPLICATION.....	82
FIGURE 22: DIAGRAMME DE SEQUENCES DU CAS D'UTILISATION « OBSERVATION ».....	83
FIGURE 23 : DIAGRAMME DE SEQUENCES DU CAS D'UTILISATION « INITIALISATION ».....	84
FIGURE 24 : DIAGRAMME DE SEQUENCES CORRESPONDANT AU DEBUT DU CAS D'UTILISATION « DECIDER ».....	86
FIGURE 25 : DIAGRAMME DE SEQUENCES DU CAS D'UTILISATION « INFORMATION ».....	87
FIGURE 26 : DIAGRAMME DE CLASSES UML DE GESTION DE CONFLIT ISSUE DE L'ANALYSE PRECEDENTE.....	88
FIGURE 27 : CONFLIT INTRA-PROJET.....	96
FIGURE 28 : CONFLIT INTER-PROJETS.....	97
FIGURE 29 : CONFLIT INTER-PROJETS ET CONFLIT INTRA-PROJET SURVENUS LORS DE LA CONCEPTION DU MOTEUR AIRBUS A340-600 (D'APRES [IPPOP 2004]).....	97
FIGURE 30 : PROCESSUS DE GESTION DE CONFLIT EN COLLABORATION.....	99
FIGURE 31 : REPRESENTATION TEMPORELLE DES ITERATIONS DE RESOLUTION.....	102
FIGURE 32 : DEVELOPPEMENT DU PROCESSUS DE RESOLUTION DE CONFLIT EN COLLABORATION SANS PROPOSITION DE NOUVELLE SOLUTION.....	102
FIGURE 33 : DEVELOPPEMENT DU PROCESSUS DE COLLABORATION AVEC PROPOSITION DE NOUVELLE SOLUTION.....	103
FIGURE 34 : REPRESENTATION ARBORESCENTE DU PROCESSUS GLOBAL DE RESOLUTION DE CONFLITS.....	106
FIGURE 35 : DIFFERENTS PATRONS UTILISES DANS LE SYSTEME DE GESTION DE CONFLITS.....	108
FIGURE 36 : OBJECTIFS PRODUIT, PROCESSUS, ORGANISATION ET INTERACTIONS AU SEIN DU PROJET IPPOP.....	111
FIGURE 37 : VUE INTEGREE DE L'ENVIRONNEMENT PROCESSUS-ORGANISATION AUTOUR DU MODELE DE GESTION DE CONFLITS.....	113
FIGURE 38: LIEN ENTRE MODELE DE GESTION DE CONFLITS ET LE MODELE DE PRODUIT IPPOP.....	116
FIGURE 39 : PROCESSUS GLOBAL DE RESOLUTION DE CONFLIT REPRESENTE SOUS FORME ARBORESCENTE.....	124
FIGURE 40 : AUTONOMIE DE LA GESTION DE CONFLITS AU SEIN DU PROCESSUS GLOBAL DE CONCEPTION.....	125
FIGURE 41 : ARCHITECTURE LOGICIELLE DE CO ² MED.....	137
FIGURE 42 : PROTOCOLE DE DEVELOPPEMENT UTILISE.....	138
FIGURE 43 : MODULES LOGICIELS DU PROTOTYPE.....	139
FIGURE 44 : DEVELOPPEMENT D'UNE ONTOLOGIE SOUS LE LOGICIEL PROTÉGÉ-2000.....	143
FIGURE 45 : MODELES DE DONNEES DE CO ² MED.....	144
FIGURE 46 : ACTIVITES DE COLLABORATION DE L'ACTEUR.....	146
FIGURE 47 : CREATION DE L'ACTIVITE DE COLLABORATION ET RATTACHEMENT A UN ELEMENT DE L'ONTOLOGIE.....	147
FIGURE 48 : ARBORESCENCE DES ITERATIONS D'UNE ACTIVITE DE COLLABORATION.....	149
FIGURE 49 : CREATION D'ITERATIONS.....	149
FIGURE 50 : FENETRE DE VOTE.....	150

FIGURE 51 : INDICATEURS DE PERFORMANCE GENERAUX ET PERSONNALISES	152
FIGURE 52 : MODELE D'UN SYSTEME DE MANAGEMENT DE LA QUALITE ORIENTE PROCESSUS	157
FIGURE 53 : METTRE EN COLLABORATION PLUSIEURS ACTEURS	167
FIGURE 54 : METTRE EN EXERGUE POUR LES CAPITALISER LES CONNAISSANCES COLLABORATIVES UTILISEES LORS DE LA CONCEPTION DE LA CARCASSE D'UN STATOR	169
FIGURE 55 : TOLE STATOR DU GENERATEUR POUR EOLIENNE.....	171
FIGURE 56 : VUE D'ENSEMBLE CAO DE LA CAGE ET DU REFROIDISSEUR	173
FIGURE 57 : TUBE DE TRANSPORT DU LIQUIDE CALOPORTEUR	173
FIGURE 58 : DIAGRAMME DE SEQUENCE UML DE LA CONCEPTION DE LA TOLE STATOR E 64	174
FIGURE 59 : VUE D'ENSEMBLE CAO DU STATOR ASSEMBLE	175
FIGURE 60 : DIAGRAMME D'ACTIVITE DE LA RESOLUTION DU CONFLIT « RESONANCE » DE LA TOLE STATOR.....	177
FIGURE 61 : DEMARCHE SUIVIE POUR ELABORER LES ONTOLOGIES	180
FIGURE 62 : ONTOLOGIE PRODUIT ALSTOM	181
FIGURE 63 : ONTOLOGIE CYCLE DE VIE PRODUIT	182
FIGURE 64 : ONTOLOGIE ORGANISATION.....	183
FIGURE 65 : GEOMETRIE 3D DE LA CARCASSE ET DU STATOR ASSEMBLE	185
FIGURE 66 : MAILLAGE 3D AVEC LE LOGICIEL ANSYS.....	185
FIGURE 67 : INITIALISATION DU CONFLIT	186
FIGURE 68 : ABONNEMENT DES ACTEURS AU CONFLIT	187
FIGURE 69 : CONSULTATION DES IP POUR SELECTIONNER LES ABONNES	188
FIGURE 70 : PREMIERE ITERATION SUR LE CONFLIT	189
FIGURE 71 : DEUXIEME ITERATION SUR LE CONFLIT PAR LE RESPONSABLE QUALITE BE	190
FIGURE 72 : LE CHEF DE PROJET JUSTIFIE L'ERREUR COMMISE	191
FIGURE 73 : RESULTATS OBTENUS APRES ESSAIS	191
FIGURE 74 : SOLUTION EMISE PAR L'ACTEUR "CONCEPTEUR BE."	192
FIGURE 75 : ELEMENTS DE REPONSE SUITE AUX ESSAIS MENES APRES MODIFICATION.	193
FIGURE 76 : PROPOSITION DE MODIFICATION VIA REEQUILIBRAGE DYNAMIQUE	194
FIGURE 77 : RECHERCHE D'ECHANGES PASSES PAR RAPPORT A UN CAS DE L'ONTOLOGIE.....	195
FIGURE 78 : PROPOSITION D'UNE SOLUTION FIABLE ET PERENNE	196

Introduction

Contexte

Les nouvelles exigences en terme de qualité et de performances liées à une réduction des cycles de développement et des coûts ont signé le glas de l'ingénierie séquentielle et l'avènement d'un nouveau type d'organisation en conception de produits.

Sur un plan scientifique et technique, ces exigences, de plus en plus pointues dans des domaines précis, conduisent à une augmentation du *patrimoine des connaissances* des acteurs en leur proposant un panel de solutions nouvelles qui pourront être réutilisées ou réadaptées dans des conceptions futures.

Subséquentement, dans le souci constant d'améliorer les phases de conception, les différents services de l'entreprise se réorganisent au profit d'une organisation concurrente et collaborative de l'ingénierie. Cette mise en commun de connaissances très diverses, détenues par des acteurs provenant de différents métiers a très vite mis en évidence la nécessité de structurer ce patrimoine de manière à pouvoir le réutiliser à bon escient tout au long du cycle de vie du produit.

Cependant, il existe aujourd'hui une carence admise [Franck *et al.*, 2002] en terme d'outils support à ces nouvelles formes de conception. Sans repère ni outil de support efficace, des discordances ou conflits peuvent apparaître entre les concepteurs. Ces conflits sont amplifiés par la multiplicité des expertises et points de vue des acteurs rassemblés autour du projet de conception, corrélés avec l'abondance de connaissances circulant autour des projets en question. Dans ce contexte, notre travail propose une solution à la gestion et la résolution de conflits apparaissant autour des problèmes de conception. Nous nous intéressons plus spécifiquement à la résolution des conflits techniques qui résultent souvent de contraintes antagonistes (par exemple, faire léger mais résistant) et des conflits managériaux résultants de l'organisation projet mise en oeuvre. L'arbitrage de tels conflits est laissé ici à la charge des protagonistes du travail collaboratif ; notre propos est de leur fournir un système améliorant l'efficacité et préservant la mémoire de l'entreprise.

Contribution

Ce mémoire présente nos travaux menés au sein du projet **NUMCOP²** (**NUM**érisation et **CO**ncception **CO**llaborative **P**roduits **P**rocessus)¹ du thème **SYMPA** (**S**ystèmes de **P**roduction **A**mbiants) au **CRAN²**. Ces travaux s'intègrent dans l'action « Gestion intégrée des

¹ www.numcop2.com

² www.cran.uhp-nancy.fr

connaissances en conception collaborative de produit et de processus organisationnel » du projet et font suite à un certain nombre de travaux réalisés au sein du laboratoire :

- le projet **DMMS** (*Design Management and Manufacturing System*) [Lombard, 1994] proposait un référentiel informationnel pour l'échange de données intra et inter-métiers, sans prendre en compte l'aspect humain s'y rattachant,
- l'expérience des **CMAOÏSTES** [Ris, 1999], visait à étudier au travers d'expériences de conception distribuée l'échange d'informations entre les acteurs. Une analyse quantitative des messages échangés a pu être menée sans corrélation toutefois avec leurs contenus sémantiques,
- le programme **DSPT 8** « Scénario d'ingénierie communicante pour les systèmes intégrés de production » [Crestani *et al.*, 2001], dont l'objectif était l'étude du processus de conception d'un système de production dans un contexte d'ingénierie concurrente à partir de compétences réparties dans différents laboratoires de recherche. Ceci fut notamment réalisé en proposant une tentative de structuration des informations échangées à travers la messagerie électronique.

et s'intègrent dans :

- le projet **IPPOP**³ (Intégration **P**roduit **P**rocessus **O**rganisation pour l'amélioration des **P**erformances en ingénierie), déposé dans le cadre de l'appel d'offre 2001 du **Réseau National des Technologies Logicielles**. Ce projet s'inscrit dans une démarche d'intégration des dimensions **Produit-Processus-Organisation** et d'extension des logiciels de CFAO existants en prenant en compte les aspects technologiques liés à la conception et à l'emploi de solutions de **Gestion de Données Techniques**. Les principaux objectifs de ce projet visent notamment à faire évoluer les outils de représentation du produit et du processus afin de supporter la capitalisation des connaissances technologiques et leur exploitation lors de nouveaux projets, tout en s'intégrant, d'un point de vue Organisation, dans un environnement de travail adapté pour la conception collaborative.

Le prolongement de ces différents travaux nous permet de poser les bases d'un référentiel pour la conception collaborative de produits permettant une capitalisation et une réutilisation efficaces des connaissances mises en œuvre lors des conflits survenant en conception de produits. Ce référentiel doit en outre nous permettre une traçabilité totale des connaissances utilisées, de manière à cibler les connaissances critiques à mettre en œuvre et d'améliorer ainsi la performance globale du processus de conception.

³ www.opencascade.fr/IPPOP

Les spécifications statiques et dynamiques des connaissances, leur implémentation, ainsi que la validation expérimentale de ce référentiel s'articulent autour des quatre chapitres qui constituent la trame de ce manuscrit.

Le **Chapitre 1** de ce document nous permet de situer les différentes spécificités de ce type de conception en parcourant notamment les différents types d'interactions en situation de travail collectif ainsi que les différentes approches préalablement étudiées sur le sujet dans la littérature. Nous nous penchons ensuite sur le concept de *connaissances collaboratives* mises en œuvre dans la conception, et mettons en évidence le manque avéré de référentiel en conception collaborative capable de capitaliser ces connaissances. Nous montrons ainsi la nécessité d'une intégration des points de vue **Produit-Processus-Organisation** ainsi que le fossé entre les modèles de Systèmes d'Information actuels et les besoins réels en conception en général et en gestion de conflits en particulier.

Ainsi, à partir d'une adaptation de la boucle de la cybernétique [Wiener, 1948] et de la systémique [Lemoigne, 1977], l'originalité du **Chapitre 2** est de proposer des spécifications statiques et dynamiques du référentiel collaboratif pour la gestion de conflits. Nous montrons comment nous avons développé un modèle statique pour la gestion de conflit puis nous présentons le protocole d'instanciation et d'utilisation dynamique de ce référentiel pour la gestion de conflits. Nous étudions également comment ce référentiel peut s'intégrer dans un environnement global de conception en regardant son impact avec les objectifs **Produit, Processus** et **Organisation** du projet *IPPOP*.

Les spécifications précédentes nous amènent à présenter, dans le **Chapitre 3, CO²MED** (**C**ollaborative **C**onflict **M**anagement in **E**ngineering **D**esign), l'implémentation logicielle de ce référentiel dédiée à la gestion de conflits en conception.

Nous présentons l'architecture technologique ainsi que les différentes fonctions réalisées par cette application à travers les différents écrans de navigation utilisés lors de la résolution d'un conflit. CO²MED permet en outre de gérer le recrutement et l'abonnement d'acteurs ainsi que l'implémentation d'indicateurs de performance permettant d'obtenir de façon dynamique des informations sur l'environnement de conception requis. Nous montrons également l'intérêt d'utiliser un tel outil dans le but de répondre aux exigences normatives.

Nous validons dans le **Chapitre 4** l'utilisation de CO²MED sur un exemple industriel chez Alstom Moteurs. A partir d'un audit des besoins industriels en terme de formalisation et de réutilisation des connaissances manipulées, nous proposons une particularisation de CO²MED et nous analysons quels sont les leviers d'actions intéressants pour l'entreprise afin

d'ériger des ontologies de domaine spécifiques à leurs problèmes. Nous examinons ensuite le processus de résolution d'un conflit survenu lors de la conception d'un moteur électrique tel qu'il fut mené avec l'aide de l'application logicielle chez Alstom Moteurs. Nous déroulons les différentes étapes de la négociation et de l'adoption d'une solution et démontrons l'intérêt de **CO²MED** tant dans la gestion d'un conflit, que dans l'aide à la conception ou que dans la génération de nouvelles connaissances.

Nous terminons en présentant des *perspectives* ouvertes par ces travaux, d'un point de vue conceptuel et technique. En effet, le référentiel collaboratif proposé met en œuvre le concept de *mémoire de collaboration* spécifiquement axé sur les interactions se déroulant lors des conflits de conception. Il propose un modèle statique et un protocole d'utilisation qui peuvent néanmoins être appliqués dans un champ d'application beaucoup plus large que la gestion de conflits, en intégrant différents aspects de l'environnement de conception.

Pour nos travaux, nous avons suivi d'une part une démarche ascendante⁴, en utilisant des connaissances de collaboration récoltées à partir d'études de terrains via des interviews chez les partenaires industriels du projet IPPOP et plus spécifiquement chez Alstom Moteurs, afin de définir les manques et les objectifs auxquels le référentiel et sa solution informatique proposés doivent répondre. Cette action a été d'autre part corrélée par une démarche descendante, en associant Alstom Moteurs comme terrain d'expérimentation de nos propositions.

⁴ Cette démarche est inspirée de la « Grounded Theory », [Taylor *et al.*, 1984], afin de découvrir des concepts, hypothèses ou propositions directement à partir des données de terrain plutôt qu'en partant de suppositions ou cadres théoriques existants.

Chapitre 1

Chapitre 1 : Etat de l'art sur la conception collaborative

La conception est et a toujours été une activité « noble » pour l'homme, notamment par le caractère hautement conceptuelle qu'elle revêt.

Néanmoins, parallèlement au concept de création récurrent pour mener à bien ce type d'activité, les notions de rentabilité économique à court terme, de performance et de productivité en réduisant les cycles de développement et de mise sur le marché des différents produits sont venues s'ajouter au simple caractère innovatif répondant uniquement à des critères techniques et scientifiques qui spécifiaient initialement cette activité. De plus, la concurrence effrénée que se livrent les entreprises sur un segment de marché donné ainsi que les pressions économiques exercées par des consommateurs de plus en plus demandeurs en terme de réactivité et de renouvellement de gammes de produits accentuent la complexification de cette activité. Ainsi, ces nouvelles exigences en terme de délais, risques, coûts et performances se sont directement répercutées sur les processus de recherches [Prasad, 1996] en signant le glas de l'ingénierie séquentielle et l'avènement d'un nouveau type d'organisation en conception de produits. Ainsi est né le Concurrent Engineering [Sohlenius, 1992], défini comme étant une solution à la complexité de l'organisation productique qui résulte de la nécessité de mettre en relation dans le temps et dans l'espace des acteurs dont chacun possède un métier nécessaire à la définition, à la réalisation ou à l'intégration de tel ou tel aspect du produit.

Ainsi, poursuivant les mutations vers une rationalisation des moyens de production entamée dans les années 1980, d'une vision purement séquentielle et mono-métier, la conception s'est vue transformée peu à peu en une activité intégrée, fortement contextualisée par son environnement et les acteurs qui la conduisent et y prennent part, autorisant une certaine flexibilité et réversibilité par rapport à la vision rigide dont il en retournait précédemment. La mise en place de ces nouveaux contextes a mené à l'organisation d'équipes transfonctionnelles et transmétiers [Garon, 1999] impliquant une dimension collective et humaine beaucoup plus forte que précédemment. Les interactions entre les différents acteurs intervenant au sein du processus de conception se sont ainsi complexifiées, tant d'un point de vue organisationnel, managérial, social, économique ou stratégique que technique, permettant de couvrir tous les aspects et les étapes du cycle de vie du produit à concevoir tout en répondant aux besoins de performance dictés par les nouvelles règles de concurrence. Ainsi, la conception n'est plus uniquement considérée comme une activité de résolution de problèmes, mais bien comme une activité complexe devant répondre à toutes ces considérations. La conception de produit est alors vue comme la rencontre et l'interaction entre deux principaux processus [Merlo *et al.*, 2002], [Legardeur *et al.*, 2003] :

- un processus technique dédié au développement du produit, actionné par les différents acteurs disposant de ressources techniques, économiques, organisationnelles et des contraintes associées afin de mener à bien le projet. Ce processus apparaît alors comme un processus de résolution de problèmes multi dimensions, multi compétences sous contraintes intra et inter expertises,
- un processus organisationnel concernant la gestion de projet.

Cette approche permet de prendre en compte la dimension collective du travail, en développant et en utilisant des outils informatiques adéquat pour instrumenter la partie technique de la conception tout en supportant l'organisation de cette collaboration [Boujut, 2001]. Cependant, nous nous restreignons ici à l'aspect collaboration et nous nous contentons de considérer les liens avec l'organisation sans pour autant entrer dans des politiques stratégiques liées au déploiement de cette organisation afin de supporter l'activité de conception.

Après avoir étudié les différentes formes de travail collaboratif existant dans l'activité de conception, nous montrons quels sont les enjeux de la collaboration en conception. Nous étudions ensuite les différentes approches traitant de la collaboration en conception pour nous focaliser sur les connaissances collaboratives mises en œuvre dans cette activité. Nous proposons alors une typologie de ces connaissances collaboratives. Nous nous penchons ensuite sur les besoins existants quant à l'utilisation d'un référentiel destiné à les capitaliser et nous passons en revue les différents outils et méthodes actuellement disponibles. Ce bilan nous permet alors de rebondir sur la nécessité de promouvoir un référentiel capable de répondre aux attentes des concepteurs.

2.1. Les différents types d'interactions en situation de travail collectif – Positionnement terminologique

Il est établi que les différents acteurs d'un projet se regroupent dans le but d'améliorer l'efficacité globale du groupe : le travail collectif est un moyen de surclasser les performances réalisées individuellement : **la somme des résultats du groupe est supérieure à la somme des résultats individuels que chaque acteur aurait pu obtenir individuellement**, [Barnard 1938], [Shea *et al.*, 1987] (traduit par l'Équation 1 en théorie des ensembles), et les interactions permanentes permettent ainsi de dépasser les limites du travail individuel [Simon, 1991].

Équation 1: Travaux individuels et travaux du groupe

$$W_g \geq \prod_{i=0}^N W_i$$

avec

- W_g le résultat des travaux du groupe,
- W_i les travail de chaque acteur du groupe comprenant N personnes.

Cependant, quelles sont les différentes situations de travail collectif ? Comment nommer les différentes interactions existantes ? Même si les termes sont souvent indifféremment employés, il nous apparaît néanmoins important de préciser avant toute chose la terminologie liée au concept de collaboration utilisée dans différentes communautés liées notamment aux **Sciences Humaines** et **Sociales**. Nous rappelons ici quelques définitions employées dans le domaine et en soulignons les différences afin de positionner notre travail.

2.1.1.1 Communication

Elle est communément définie comme étant l'« action de transmettre quelque chose à quelqu'un, un résultat ». C'est le premier niveau dans le processus de coopération. On peut le voir comme étant un échange simple d'informations, concernant par exemple ce qui est à réaliser ou l'état d'avancement d'un travail. Par ailleurs, certains scientifiques stipulent qu'on ne peut pas réduire la communication à l'échange d'informations, mais qu'on doit y inclure les échanges de connaissances [Roche, 2000].

2.1.1.2 Coordination

« Agencement de choses, d'activités dans un but déterminé » dans un sens général. [Bareigts, 2000] voit la coordination comme un « ensemble de règles de fonctionnement établies par un ou plusieurs acteurs en vue de réaliser une tâche en commun ». Ceci s'adapte parfaitement dans le cadre de l'organisation en conception. La coordination est ainsi l'ensemble des règles et procédures qui assurent le fonctionnement d'un groupe de concepteurs (gestion de tâches), c'est à dire l'affectation des ressources nécessaires aux différents acteurs et la facilitation de l'accès aux différentes informations et connaissances pouvant les aider à atteindre plus rapidement leur but. Appliquée au domaine de la conception, elle peut être définie comme étant l'organisation de la « concourance » des actions pour assurer non seulement la cohérence, mais l'optimisation globale de leurs résultats [Jeantet *et al*, 1998]. Pour [Mattessich *et al*, 1992], la coordination est caractérisée par des relations formelles et le suivi de missions compatibles. Il est nécessaire de mettre en

oeuvre une planification et une division des rôles afin de pouvoir obtenir cette coordination, mais ceci est facilité par des canaux de communications déjà établis. Cependant, l'autorité reste dans le giron de chaque participant. [Mintzberg, 1982] distingue cinq types de coordination :

- L'ajustement mutuel : les individus coordonnent leur travail en communiquant de façon informelle les uns avec les autres. tous les acteurs participent à la tâche de manière réciproque et autonome. Une communication continuelle est alors requise entre les participants, ce qui est requis dans le cadre de l'ingénierie simultanée.
- La supervision directe : une personne (en général un cadre) donne des ordres spécifiques aux autres et de cette manière coordonne leur travail, travail dont il a la responsabilité.
- La standardisation des procédés : la coordination du travail est assurée par l'imposition, généralement par la technostructure, de normes et standards qui en guident la réalisation, ce qui ne nécessite pas ou peu de communication
- La standardisation des résultats : la coordination du travail se fait par la mise en place de mesures d'évaluation de la performance standardisée ou de spécifications précises des objectifs.
- La standardisation des qualifications : la coordination du travail est alors assurée par l'acquisition pour les employés d'habiletés et de connaissances spécifiques, habituellement avant qu'ils ne commencent leur travail.

2.1.1.3 Coopération

Le terme souvent employé de façon générique afin de définir une action collective organisée autour d'un ensemble d'acteurs partageant un but commun [Monsarrat *et al.* 2004], peut regrouper plusieurs situations d'actions coopératives complémentaires (coordination, collaboration, co-décision) [Sposito 2000], [Camalot 2000]. Cependant, [Belkadi *et al.* 2003] notent l'utilisation « abusive » du terme afin de définir différentes formes d'interactions possédant chacune leurs spécificités.

Les premiers écrits concernant la coopération au sein des organisations industrielles ont été proposés par [Taylor, 1911]. Le terme coopération trouve son origine étymologique dans l'association de la racine « *operare* » et du préfixe « *co* », ce qui signifie travailler ensemble, conjointement. Au sens le plus général, selon [De Terssac *et al.*, 1996], la coopération serait ainsi une « action collective orientée selon un même but, à travers laquelle des sujets contribuent au même résultat ». Cette notion de travail conjoint peut être précisée à l'aide du dictionnaire Le Robert [Robert, 2004] pour lequel « la coopération implique dépendance et solidarité vis-à-vis d'un groupe », tandis que Le Larousse [Larousse, 2004] ajoute une autre dimension, téléologique, par le fait de « concourir à une oeuvre commune ». Austin et

Baldwin [Austin *et al.*, 1991] la définissent comme étant certes un travail en commun mais orienté vers un objectif pré-établi. Cette situation faible de coopération [Béguin, 1994], correspond pour les ergonomes cogniticiens à une situation de « conception distribuée », c'est à dire quand les concepteurs travaillent simultanément, non conjointement mais en parallèle, sur un projet de conception. Selon [Matessich *et al.* 1995], la coopération est caractérisée par des relations informelles dans lesquelles l'information est partagée si besoin est alors que l'autorité reste entière et du ressort de chaque partie participant à l'interaction. Les ressources et bénéfices sont de mêmes totalement séparés, si bien qu'il n'existe virtuellement aucun risque de conflit.

En faisant l'analogie avec les travaux en sociologie de [Durkheim, 1930] ou encore de [Boudon *et al.* 2002], [Dameron, 2002] différencie deux types de coopération : la coopération complémentaire et la coopération communautaire. L'auteur applique la dichotomie réalisée entre le paradigme holiste (la société est considéré comme un tout) et le paradigme individualiste (la société est une collection d'individus autonomes). L'auteur définit la coopération complémentaire comme se générant dans le partage d'une tâche commune, entre deux individus guidés par une stratégie individuelle de gain de pouvoir pour l'accès à des ressources complémentaires; la congruence des intérêts individuels, et ainsi la réciprocité des rapports étant assurée par des engagements interindividuels.

La coopération communautaire est quant à elle guidée par la recherche d'une homogénéité, celle-ci étant le fondement du groupe. Ce groupe, qualifié d'équipe par [Anzieu, *et al* 1997] est caractérisé comme étant « un ensemble d'individus dont l'effectif est tel qu'il permet à ceux-ci des communications explicites et des perceptions réciproques, dans la poursuite de buts communs ». Ainsi, la construction identitaire, à travers l'appartenance à une communauté et le besoin de reconnaissance s'oppose au calcul instrumental individualiste. Selon [Dameron 2002], la coopération communautaire s'instaure ainsi dans le partage d'une tâche commune au sein d'un groupe restreint entre des individus soucieux d'être reconnus par les autres membres comme faisant partie d'un même groupe, désirant préserver et développer cette identité commune, autour notamment d'objectifs partagés, dans un espace d'interactions avec d'autres groupes.

2.1.1.4 Différences entre la coordination et la coopération

Aux vues de ces définitions, la coordination apparaît ainsi comme le fil rouge à suivre par la coopération : la coordination relève de l'instrumentalité alors que la coopération de l'opérationnalité [Legardeur *et al.*, 2003]. La coordination n'apporte ainsi qu'une structuration du champ de travail, une répartition des tâches et actions à mener ainsi qu'une ventilation

des différentes ressources allouées pour réaliser ces tâches. Dans le contexte de la conception de produits, elle n'est donc qu'un concept instrumental permettant d'ordonner et d'orchestrer les actions à effectuer. C'est alors uniquement la coopération qui permet de mener à bien toutes ces actions. Cependant, la conception se révélant être une activité de nature complexe, aucun schéma générique de coordination ne peut être directement importé pour se calquer sur une situation donnée. Il est donc nécessaire d'entrelacer ces deux modes de travail. De ce fait, la coordination d'une action collective reviendrait à coordonner la coopération. [Maggi, 1996] définit par ce fait la coordination comme étant « l'ordre de la coopération ». Poursuivant la même idée, [Sardas *et al.* 2002] se sont penchés sur les différents modes de coordination favorisant la coopération, en analysant les différents leviers organisationnels susceptibles d'influencer l'accroissement de la coopération.

2.1.1.5 Collaboration

Le terme collaboration a son origine étymologique dans les racines latines « *com* » et « *laborare* » (« Action de travailler avec d'autres, à une œuvre commune »). La collaboration implique la création d'une vision commune des questions à traiter ainsi qu'un espace commun pour stocker et partager les informations. Elle s'appuie sur un engagement mutuel des participants dans un effort coordonné pour résoudre ensemble le problème posé [Dillenbourg *et al.*, 1996]. [Gray, 1989] partage ce point de vue en affirmant que la collaboration se définit comme étant l'état « à travers lequel les différentes parties participantes, voyant les différents aspects d'un problème, peuvent explorer de façon constructive leurs différences et chercher des solutions allant au-delà de leur propre vision limitée du domaine du possible ». Cependant, ce même auteur insiste bien sur le fait que la notion de collaboration prend toute son ampleur si tous les participants sont interdépendants: dans la collaboration, les actions sont imbriquées les unes aux autres. [Darses *et al.*, 1996] introduisent ainsi le concept de « co-conception » lorsque les concepteurs travaillent conjointement sur un projet de conception en partageant un but commun identique, à l'atteinte duquel chacun contribue selon ses compétences spécifiques, qualifiant cette situation de conception collective de coopération forte. Elle est en général connotée comme étant une relation durable et persuasive, ce qui implique un certain risque concernant la relation [Matessich *et al.* 1995], et requiert un sens du travail en commun poussé dans le but d'atteindre un résultat créatif holistique [Kvan, 2000]. Pour [Belkhadi *et al.*, 2004], la collaboration requiert un processus de coordination qui émerge au cours de l'action dans le dessein d'organiser l'intervention de chaque acteur dans la tâche à réaliser. Cependant, il existe des myriades de définitions [Wood *et al.* 1991]. La collaboration peut notamment être

prise dans une acceptation plus large de la définition des interactions entre des individus ou des structures, lorsque le processus de conversation est moins structuré [Beuscart, 1998].

Assumant le fait que la collaboration nécessite un travail d'équipe effectif de même qu'une confiance mutuelle [Granovetter *et al.*, 1985] et un respect ainsi qu'une ouverture d'esprit des uns envers les autres, [Crow 2002] propose le modèle suivant afin de spécifier et situer la collaboration (Figure 1):

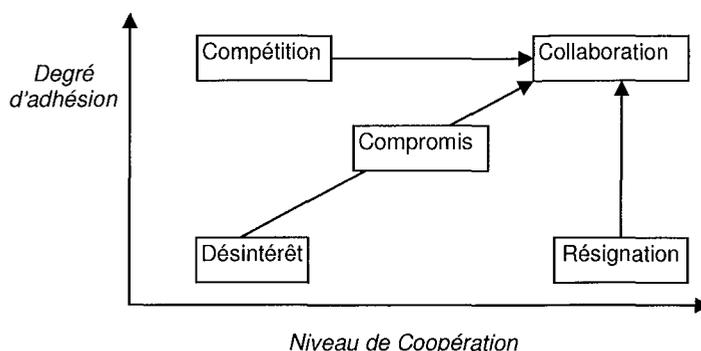


Figure 1 :Modèle de collaboration selon [Crow, 2002]

La collaboration se révèle ici comme étant une meilleure solution que le compromis. Ce dernier étant une vision modérée en ce qui concerne le niveau de coopération ainsi que le degré d'adhésion. La collaboration est en ce sens supérieure selon Crow car elle implique des personnes ayant une croyance et une ambition de réussir beaucoup plus forte. La clef de cette « win-win » approche, est de chercher de façon créative des solutions pouvant mutuellement satisfaire les besoins de l'équipe plutôt que de s'attacher uniquement à deux solutions concurrentes qui impliquent des marchés ou sont mutuellement exclusives.

2.1.1.6 Différences entre les notions de coopération et de collaboration

La distinction entre la notion de coopération et celle de collaboration n'est pas forcément évidente. Les deux concepts permettent de converger collectivement vers un résultat, en prenant en compte l'avis, la compétence et la personnalité de chacun. Ils correspondent donc à une démarche humaine dynamique qui peut s'organiser autour d'objets intermédiaires (croquis, dessins, prototypes), d'objets virtuels (maquette numérique) ou notions partagées par tous les acteurs de l'activité de conception [Garon, 1999]. Néanmoins il est important de noter que c'est surtout la façon dont les tâches sont divisées qui importe afin de distinguer les deux concepts. Dans la coopération, le travail est découpé en sous-tâches indépendantes, division du travail dans laquelle chaque personne est responsable

d'une partie de la résolution du problème et la coordination intervient lors de l'assemblage des résultats partiels [Dillenbourg *et al.*, 1996] alors que dans la collaboration, l'activité est synchronisée et coordonnée de manière à construire et à maintenir une conception partagée d'un problème [Roschelle *et al.*, 1995]. Parallèlement, [Brna, 1998] parle d'état de collaboration et de processus de coopération, reprenant ainsi la notion de position synchrone et de processus asynchrone synchronisé. Sur la même idée, [Panitz 1996] parle de la collaboration comme étant une véritable philosophie de vie et d'interactions alors que la coopération ne serait qu'une structure d'interactions, érigée de façon à faciliter l'accomplissement d'un objectif ou encore d'un produit.

[Myers, 1991] note que la définition étymologique de la collaboration, dérivée des racines latines latines « *com* » et « *laborare* » se focalise sur le processus de travail en commun en lui-même, les racines étymologiques de la coopération mettant en valeur le résultat d'un tel travail.

[Puleo 2003] dresse les caractéristiques clés des deux concepts en tentant de les confronter point à point. Le Tableau 1 résume cette comparaison.

Coopération	Collaboration
Objectifs organisationnels non pris en compte.	Des objectifs communs sont créés
Interaction entre individus si besoin est uniquement	Interactions permanentes entre les participants.
Relations informelles, chaque groupe/individu fonctionne de façon séparée.	Nouvelles structure organisationnelle avec des rôles corrélés
Pas de définition commune du planning ou des objectifs à atteindre.	Un ou plusieurs projets sont créés avec une perspective de résultats à long terme.
Leadership unilatéral.	Chaque chef de projet est totalement engagé et convaincu de l'intérêt du projet. Le leadership est partagé et distribué entre les participants.
L'information est échangée si besoin est.	Différents niveaux de communication sont établis. La communication est vue comme un élément clef du succès.
Les ressources restent séparées	Les ressources sont partagées dans une perspective d'effort à long terme tout en étant gérées par la structure collaborative.

Tableau 1 : comparaison entre les notions de coopération et collaboration, d'après [Puleo 2003].

On peut donc voir que globalement, la collaboration est une forme d'interaction beaucoup plus forte que la coopération, nécessitant un esprit de groupe et une adhésion aux objectifs et aux résultats beaucoup plus importants [Kvan, 2000]. En ce sens, ce concept se rapproche de la coopération communautaire définie par [Dameron, 2002].

Cependant, il n'y a pas de définition et de consensus unique autour de ces concepts, et différents auteurs n'intègrent pas la distinction entre ceux-ci et considèrent que la réalisation

des actions de manière commune ou de façon séparée peut être chapeauté par le terme Coopération au sens global [Sardas *et al.* 2002].

On peut toutefois noter l'importance du niveau de granularité retenu quant à l'emploi de ces différents termes. En effet, à partir d'un certain niveau de détail, le travail devient toujours coopératif dans le sens qu'une seule personne peut réaliser la tâche qui lui est impartie [Fernandes, 2001]. La Figure 2 propose une synthèse des différents types de travail collaboratif.

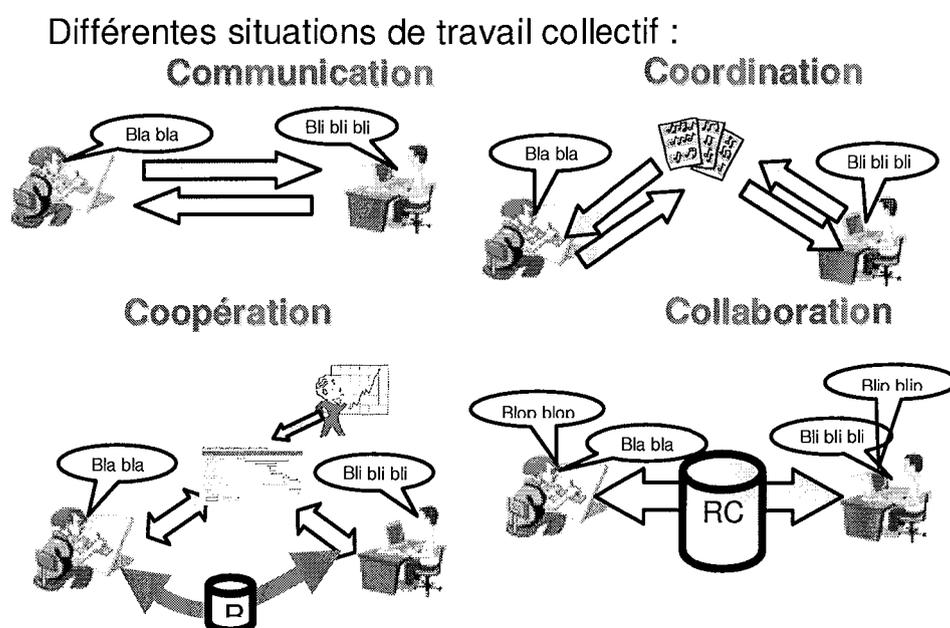


Figure 2 : Les différents types de travail collaboratif

2.2. Enjeux de la collaboration en conception

Quelque soit la nature du processus étudié, les logiques d'interaction collectives répondent avant tout à un besoin de partage [Campagne *et al.* 2001]. Ces derniers auteurs précisent que ce partage peut exister à différents niveaux (partage d'objectifs et d'intérêts communs, partage de compétences et de points de vue, partage de ressources...). Néanmoins, alors qu'on pouvait se suffire d'une organisation simple basée sur la séquentialité des actions dans les processus de conception et de production jusqu'au milieu des années 80, le développement de collaborations favorisant l'intégration entre les différents métiers intervenant sur le processus de conception semble désormais inévitable dans la perspective d'une amélioration globale du processus de conception. Cet enjeu peut être décliné selon deux facettes différentes et complémentaires :

- L'amélioration de la coordination entre des acteurs ayant des rôles différents pour gagner en pertinence et en cohérence sur les solutions élaborées, les décisions prises ainsi que sur la façon de les mettre en œuvre, en intégrant par exemple la notion de prise de risque afin de préciser comment et pourquoi ces décisions sont prises [Gidel *et al.*, 2000]. La maîtrise des risques concernant l'utilisateur final [Hasan 2002] et la conception participative [Kuuti, 1995] s'intègrent aussi dans cet enjeu. Cette facette implique en outre des critères économiques touchant notamment à l'analyse de la valeur.
- Le développement de nouveaux savoirs intra et inter-métiers permettant à chacun d'apporter au collectif des solutions au problème de conception de façon innovante, pertinente et cohérente. Cet enjeu est corrélé avec des perspectives de génération d'innovations [Campagne *et al.* 2002]. En effet, à la différence des processus de production, les processus de conception ne peuvent se satisfaire d'une trop forte structuration, celle-ci pouvant se révéler un frein à l'innovation. Ainsi, les courants de recherche normatifs en conception [Pahl *et al.* 1996], les différentes normes édictées ([AFNOR X50-127, 2002] en France) et les différentes logiques de projet [Midler 93], [Giard 91] sont des réponses nécessaires à la complexité de l'activité de conception, notamment en ce qui concerne la génération d'idées, mais ne doivent être énoncées que dans un contexte d'objectifs de résultats idéaux, stables et définis. Cette situation se révèle extrêmement difficile en ce qui concerne l'innovation, d'où de nombreuses critiques quant à ces théories normatives de la conception [Günther *et al.* 1999]. Pour palier à ce problème, la flexibilité inhérente à la collaboration se révèle ainsi une réponse efficace.

La collaboration se révèle en outre un tournant incontestable en considérant les nouveaux enjeux de la conception; à savoir la prise en compte globale du cycle de vie du produit en parallèle avec la prise en compte des différents points de vue des acteurs de la conception intervenant successivement au cours du cycle de vie du produit [Poveda, 2001]. La notion de cycle de vie regroupe les évolutions que subit un produit au cours du temps, à savoir les états successifs que peut prendre le produit durant son existence, depuis sa définition, sa formalisation et ses différentes phases de conception en passant par sa fabrication, son utilisation, sa maintenance éventuelle et son recyclage. Ce large spectre de vie doit être pris en compte dès la première étape de création du produit, à savoir lors de sa conception, et fait appel à de nombreuses expertises afin de couvrir tout ce spectre. Le point de vue d'un expert agissant dans un domaine donné auquel est rattaché la conception du produit est un regard spécifique porté sur le produit. Il est fonction de sa connaissance, des contraintes du domaine et de la projection des objectifs à atteindre pour le produit en regard du domaine

particulier en question. Cependant, le point de vue peut aussi être influencé par l'environnement dans lequel est plongé l'acteur, notamment en ce qui concerne les acteurs avec qui il interagit. Les notions de multi-expertise et multi-point de vue sont intimement liées [Dieng *et al.*, 2001]. Ainsi, il est nécessaire de prendre en compte la notion de point de vue (défini notamment dans [Darses, 1997], [Salau, 1995], [Million 1998], [Tehari, 1999]) lorsqu'on traite de la collaboration.

2.2.1. Typologies de la collaboration en conception

La collaboration en conception peut être favorisée, selon [Lang *et al.*, 2002], en focalisant l'action sur les aspects de :

- Participation,
- Partage d'espaces de travail,
- Remerciements de la part de l'organisation,
- Responsabilités et rôles assumés par les acteurs.

En se basant sur ces facteurs et en les combinant avec les différents aspects du processus de pensée des équipes de conception [Stempfle, 2002], [Girard *et al.* 2003] proposent une typologie du travail (Figure 3) collaboratif basée sur :

- La définition du processus de collaboration, à savoir le caractère prédéfini de la collaboration (dans le cas où le chef de projet décide de la façon dont il crée l'architecture d'un réseau d'acteurs, les paramètres et règles de collaboration) ou non-prévu (dans le cas où le chef de projet ne peut anticiper la collaboration et doit prévoir une structure organisationnelle qui permettra de promouvoir et d'encourager la collaboration entre les concepteurs);
- Le degré de liberté au sein de la collaboration entre acteurs de la conception ; c'est-à-dire le niveau d'influence laissé aux acteurs concernant leur possibilités de collaboration : collaboration libre, collaboration encouragée ou collaboration forcée.
- L'expérience collaborative de l'équipe de conception, ce facteur se référant au passé des acteurs, à savoir s'ils se sont déjà rencontrés lors d'un projet précédent ou non. Dans le premier cas, la collaboration est déjà amorcée et la synergie à mettre en œuvre afin de collaborer efficacement est beaucoup moins lourde que dans le second cas où il est parfois nécessaire de déployer tout un arsenal de solutions afin de gagner la confiance des autres acteurs dans le but de créer un véritable « réseau » [Hakansson *et al.*, 1992] autour du projet de conception.

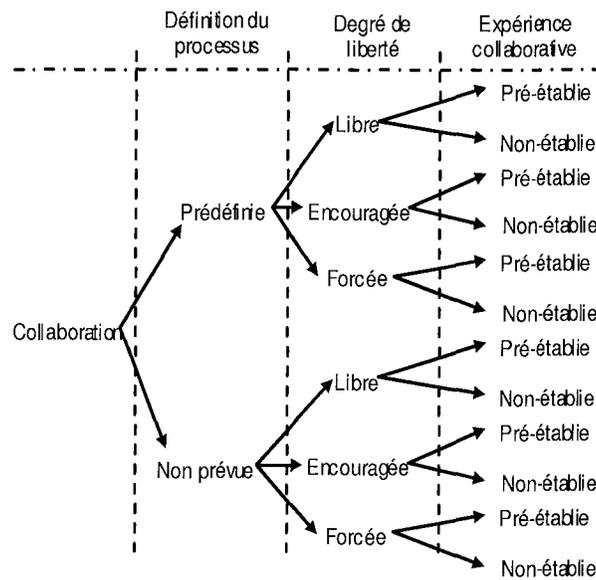


Figure 3 : Typologie de la collaboration [Girard et al.,2003].

Une autre taxinomie proposée dans [Rose et al. 2003c] (Figure 4) situe le travail collaboratif en conception en fonction des activités de conception, en se focalisant plus précisément sur la gestion de conflits en collaboration.

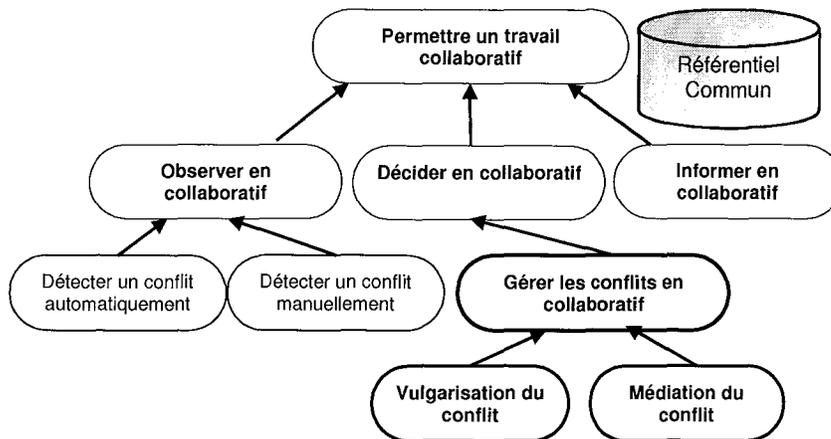


Figure 4: Typologie du travail collaboratif [Rose et al. 2003c]

2.3. Approches préalablement étudiées

2.3.1. Approche expérimentale

Un certain nombre d'études expérimentales concernant la conception concurrente ont été menées ces dernières années. On peut notamment citer les travaux du consortium GRACC (**G**roupe de **R**echerche sur l'**A**ctivité de **C**onception **C**ollaborative) regroupant quatre équipes

de recherches françaises travaillant dans le domaine du génie mécanique (IRCCYN Nantes, Laboratoire 3S (Pôle Conception Intégrée) Grenoble, CRAN Nancy et UTBM Belfort) réalisant des expériences de conception collaborative multi-sites. Se basant sur les prédicats que la conception est à la fois un processus de décision collectif, émergent, collaboratif, mais aussi un support pour la production conjointe de connaissances, les objectifs de leurs expériences sont triples [Gracc, 2001]:

- Tester la co-conception à distance et notamment étudier l'activité de conception de différents participants répartis sur plusieurs sites distants, et utilisant des outils de communication et de partage de données,
- Etudier la pertinence de ces outils et leur impact sur l'activité des concepteurs et de manière plus globale sur le processus,
- Spécifier, à partir des analyses précédentes, des outils fonctionnellement adaptés à cette activité de co-conception à distance.

Les analyses des différentes expériences spécifiées ont permis de dresser un certain nombre de propriétés propre à la conception collaborative en environnement distribué, balancées par rapport à des propriétés de conception collaborative en situation présentielle. Ces expériences ont également donné lieu à la caractérisation des différents outils d'aide à la conception de produits (Tableau 2). En outre, en amont parallèle de ces objectifs, ce groupe s'est attaché plus particulièrement à définir des protocoles de recherche sur des corpus issus d'expériences de conception de manière à proposer une classification de cas types pour valider des modèles d'organisation ou de comportement. C'est dans ce contexte que l'étude effectuée par [Ris, 1999] montre que les messages échangés entre les acteurs de la conception peuvent être classés en trois catégories :

- Socio-émotionnel, en fonction des affinités des acteurs,
- Question-réponse à un problème de communication,
- Question-réponse/proposition/suggestion sur la tâche de conception, ayant pour objet du message :
 - ✓ Action individuelle (ex : un acteur explique ce qu'il fait),
 - ✓ Action de coordination (ex : un acteur donne une information permettant de coordonner des activités, des rôles ou des acteurs),
 - ✓ Action collective (ex : un acteur propose une action à un autre, une aide ponctuelle),
 - ✓ Stratégie (ex : un acteur donne une astuce),
 - ✓ Moyens utilisés,
 - ✓ Produit (ex : un acteur donne une information propre au produit, refus ou validation de solution, avis, évaluation, état du produit),
 - ✓ Gestion administrative et technique de projet (ex : un acteur donne, rappelle une contrainte technique en rapport avec le cahier des charges).

		Téléphone	Chat	Tableau blanc	Partage d'application	Transfert de fichier
Critères (objectif)	<i>Création de documents</i>	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
	<i>Stockage de la chronologie</i>	Non	Oui (nom, date, heure)	Non (résultats finaux uniquement, pas de cheminement)	Non (comme le tableau blanc)	Non
	<i>Disponibilité</i>	Inconditionnelle	Conditionnelle	Conditionnelle	Conditionnelle	Conditionnelle
	<i>accès</i>	Multi-utilisateur	Multi-utilisateur	Multi-utilisateur	Mono-utilisateur	Multi-utilisateur
	<i>Information</i>	Sonore	Textuelle	Graphique	Dépend du logiciel partagé	Tout fichier
	<i>Public/privé</i>	Public	Public/privé	Public	Public	Public/privé
Caractéristiques (subjectif)	<i>Taux d'ouverture</i>	100%	100%	10%	10%	1%
	<i>Taux d'utilisation</i>	100%	10%	80%	80%	100%
		Communication orale	Pour mémoriser les décisions validées -Compte rendu en ligne	Support visuel pour les débats	Idem que tableau blanc -Partage du travail réalisé en asynchrone (privé)	Pour faire parvenir des documents en cours de réunion
Utilisation dans le cadre de l'expérience		- Indispensable pour la conversation publique - Flux d'information important	- Nécessite une méthode d'utilisation au préalable - Indispensable en consultation (mémoire de la réunion) - « Tableau de bord » version 0.0	- utile pour illustrer les discussions - Fonctionnalités de dessins adaptées en conception mécanique	- permet d'utiliser des applications de conception mécanique - temps de réaction inadapté lors du partage	- Même fonction que le mél., mais transfert instantané

Tableau 2 : Caractérisation des outils d'aide à la conception [Gracc,2001]

Les travaux de [Garon, 1999] s'appuient sur ces expériences, en s'articulant plus précisément autour des quatre principes directeurs de l'ingénierie simultanée (intégrer, capitaliser, coopérer, animer) [Micaëlli, 1998] de manière à répondre aux différentes questions relatives aux stratégies développées par les concepteurs, à leur comportements individuel et collectif, aux media de communications utilisés ainsi que les messages véhiculés, au rôle managérial du chef de projet.

En amont de ces expériences, on peut situer les différents travaux menés par les chercheurs en Sciences pour l'Ingénieur orienté génie logiciel, c'est à dire les développeurs de ces solutions de travail collaboratif. Ces travaux sont basés sur une approche par les outils de collaboration.

2.3.2. Approche par les outils de collaboration

Dans le but de mettre en place une organisation d'ingénierie concurrente, il est nécessaire de disposer d'outils ad hoc. Dans un contexte d'entreprise étendue, le but des outils de CSCW (Computer Supported Cooperative Work) (en français TCAO : Travail Coopératif

Assisté par Ordinateur) est de fournir notamment aux acteurs de la conception un environnement informatique, de réseaux et télécommunications capable d'aider ces acteurs à travailler ensemble dans un but commun en prenant en compte la dimension sociale de ce travail.

Bannon et Schmidt [Bannon *et al.*, 91] ont défini le TCAO comme étant le domaine de recherche répondant aux questions suivantes :

Quelles sont les caractéristiques spécifiques du travail coopératif comme opposé au travail effectué par des individus isolés? Comment l'informatique peut-elle être appliquée pour soutenir les problèmes logistiques du travail coopératif ? Comment les conceptions abordent-elles les délicats et complexes problèmes des systèmes qui façonnent les relations sociales ?

Cette collaboration réalisée à l'aide d'outils et moyens informatiques a pour objectif final d'améliorer la productivité et/ou la fonctionnalité des processus personnes à personnes. Ce type d'applications informatiques est appelé application coopérative ou collecticiel. Une application coopérative est un logiciel qui permet à un groupe d'utilisateurs de travailler ensemble et d'interagir entre eux dans le but de réaliser une tâche commune [Kanawati, 1997].

2.3.2.1 Les différents outils de travail coopératif

Différentes taxonomies existent dans la littérature en terme d'outils de TCAO. La plus courante repose sur les caractéristiques Espace/Temps, à savoir où une action est exécutée par un utilisateur et à quel moment celle-ci est exécutée. Cette classification fut initialement proposée par [Ellis *et al.*, 1991] puis complétée par [Grudin, 1994]. Cette classification Espace/Temps (Figure 5) s'organise selon deux axes caractérisant l'usage du collecticiel: le premier axe Espace considère la distance spatiale entre les utilisateurs (même lieu et lieux différents) et le deuxième axe Temps considère la distance temporelle entre les utilisateurs (même moment et Moments différents).

	Synchrone	Asynchrone
Même lieu	Aide à la réunion : Rétro-projections d'écrans Tableaux blancs	Aide mémoire : Base de documents Data warehouse
Lieux différents	Réunion virtuelle : Vidéo/visioconférences Vottrôle d'applis à distance Editeurs synchrones	Courrier électronique Intranet Workflow Editeurs asynchrones

Figure 5 : Matrice Espace/Temps élaborée par [Ellis et al., 1991]

Une autre approche proposée dans [Laurillau, 2002] classe les différentes solutions selon les types d'applications finales :

- Communication : les applications dédiées à la communication homme-homme médiatisée (CHHM, ou CMC pour Computer-Mediated Communication) où sont regroupés les messageries électroniques, les forums de discussion, les systèmes de vidéoconférence et les mediaspace,
- Production : les applications d'édition où sont classées les éditeurs de texte et les tableaux blancs partagés,
- Coordination : les applications pour la coordination où sont intégrées les systèmes de workflow, les systèmes d'aide à la décision et les calendriers partagés,
- les applications de jeux en réseau.

[Benali et al., 2002] apportent une classification différente relative au degré de liberté laissé aux usagers engagés dans une activité coopérative pour intervenir sur leur environnement, soit, du plus spécifique au plus générique en ce qui concerne les fonctionnalités. On retrouve ainsi :

- Les outils élémentaires qui répondent à des besoins de communication primitifs entre acteurs (mail, forum, chat, tableau blanc...)
- Les collecticiels centrés « tâches » construits autour d'une tâche particulière (les éditeurs collaboratifs, les outils de mutualisation de documents type BSCW⁵)

⁵ <http://bscw.cnst-bretagne.fr/>

- Les collecticiels centrés « modèles » qui reposent sur un modèle de l'activité conjointe à réaliser. Ces modèles sont inspirés de travaux en sciences humaines. Ils fournissent des concepts permettant de décrire ce qu'est une activité de groupe et par là même de la construire.

Enfin [Dix *et al.*, 1993] présentent une classification de ces applications (Figure 6) reposant sur un modèle du travail coopératif. Ce modèle se base sur deux items du travail collaboratif: les participants (P) et les artefacts du travail (A), c'est-à-dire les entités manipulées permettant aux participants d'interagir entre eux et avec le système. Ces artefacts peuvent être des outils à disposition des utilisateurs telles une note apparaissant sur les écrans de tous les acteurs connectés.

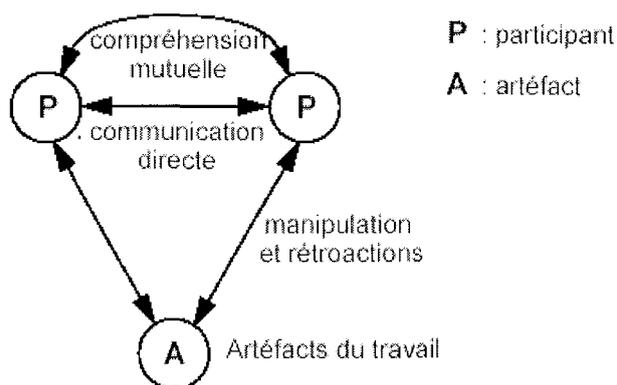


Figure 6 : Taxonomie du travail collaboratif [Dix *et al.*, 1993]

Suite à l'élaboration de ce modèle, [Dix *et al.*, 1993] ont identifié *trois* types de relations :

- La communication directe entre les participants au cours d'une activité,
- L'établissement d'une compréhension mutuelle pour mener à bien des actions,
- La manipulation des artefacts.

Parallèlement, ils ont donné naissance à une classification basée sur ces trois types de relation :

- Les systèmes de Communication Homme-Homme Médiatisés (CHHM),
- Les systèmes de réunion et d'aide à la décision,
- Les systèmes d'espaces partagés.

Le terme « collecticiel » ou « Groupware » qui signifie littéralement « outil de travail en groupe » est généralement utilisé de façon générique pour nommer les applications de

TCAO. Le terme de « synergiciel » est parfois employé pour nommer ce type d'application. Dans un contexte informatique, les collecticiels regroupent les systèmes informatiques qui assistent un groupe de personnes engagées dans une tâche commune et qui fournissent une interface à un environnement partagé [Ellis *et al.*, 1991] [Karsenty 1994].

[Lynch *et al.*, 1990] affirment que tandis que la plupart des autres logiciels cherchent à cacher et à protéger les utilisateurs les uns des autres, les collecticiels font prendre conscience à l'utilisateur qu'il fait partie d'un groupe. Par consensus, un collecticiel est défini comme étant une application qui assiste un groupe d'individus impliqués dans une tâche commune. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte quant au modèle conceptuel de ce type d'application [Ellis *et al.*, 1994]:

- La fonction de communication qui permet l'échange direct de connaissances entre les individus coopérants.
- La fonction de partage d'un espace d'information.
- La fonction de coordination, qui définit les règles d'interaction entre les différents participants entre eux ainsi qu'au sein de l'espace de travail partagé.

Ce modèle fut modifié par [Salber, 1995] pour donner le modèle du trèfle, qui organise les fonctionnalités d'un collecticiel selon trois espaces (Figure 7).

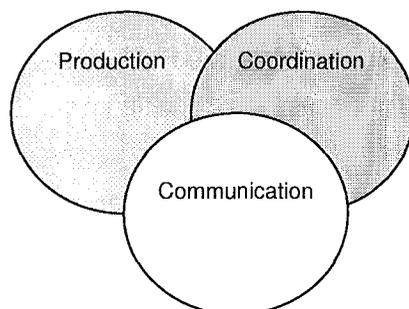


Figure 7 : Le modèle du trèfle [Salber, 1995]

L'espace de production concerne ici l'ensemble des fonctionnalités de production d'objets partagés tels que des documents communs et la gestion des accès à ces données partagées. Par exemple, les éditeurs partagés sont dédiés à la production.

[Laurillau, 2002] souligne cependant que ces trois espaces étant définis, il convient néanmoins de noter qu'ils peuvent avoir des intersections les uns avec les autres, et que l'importance de ces différents espaces peut évoluer au cours du temps.

Les collecticiels correspondent aux applications de type Instant Messenger, outils de coopération synchrones, outils ciblé Intranet/Entreprises, outils Webs. Les outils de collaboration synchrone type Netmeeting permettent d'avoir un espace de travail partagé

grâce au partage synchrone d'applications (dessin, notes, agenda...). Les outils ciblés Intranet/Extranet, outre les fonctionnalités de mails et agenda/gestion de listes de tâches qui constituent le cœur de leurs applications, permettent le partage de documents, l'interfaçage avec des Bases de données.

Les collecticiels dans leur ensemble se focalisent sur le support du travail de groupe. Un des plus gros points faibles de ce type d'outils réside dans les problèmes liés au contrôle [Kanawati, 1997]. Le contrôle (d'accès aux données, le contrôle sémantique, le contrôle de cohérence...) se pose principalement au niveau de l'interaction entre les différents acteurs impliqués dans l'activité coopérative. Selon [David *et al.*, 2001], ce problème de contrôle de la coordination provient essentiellement du fait d'un manque général qu'ont les collecticiels en ce qui concerne la description des règles de fonctionnement du groupe, de la manière dont les actions doivent se dérouler. Parallèlement, la contextualisation des actions, des informations et des différents objets manipulés par les différents utilisateurs du système n'est pas à l'heure actuelle prise en compte par les logiciels existants sur le marché [Pinelle *et al.*, 2002].

2.3.2.2 Outils de Workflow

Ce type de procédé a pour objectif de permettre l'optimisation, l'automatisation et la gestion des processus métiers des entreprises ainsi que la coordination des acteurs qui y sont impliqués [David *et al.*, 2001] dans l'optique de besoins d'adaptation de plus en plus rapide au changement. Le workflow est ainsi une aide au travail de groupe car il prend en charge la coordination et la synchronisation des différents acteurs et des ressources impliqués dans le processus et s'assure de la mise à disposition de toute l'information nécessaire à la réalisation de leurs tâches, en utilisant un formalisme rigoureux et précis afin de donner une explicitation complète du modèle de tâche [Benali *et al.* 2002].

La WfMC⁶ définit le workflow comme l' "automatisation de tout ou partie d'un processus d'entreprise au cours duquel l'information circule d'une activité à l'autre, c'est-à-dire d'un participant (ou d'un groupe de participants) à l'autre, pour action en fonction d'un ensemble de règles de gestion".

On peut classer ces outils en catégories :

L'approche la plus utilisée est basée sur des critères fonctionnels qui établiront une classification centrée sur le workflow dépendant de la fonction que requiert de lui le processus.

⁶ Wfmc, the Workflow Management Coalition, <http://www.wfmc.org/>

Cette typologie différencie les applications workflow devant automatiser des procédures de production, dont les règles peuvent être définies à l'avance, de celles devant automatiser des procédures d'exception, dont il n'est pas toujours possible de définir les règles à l'avance.

- Le *workflow administratif* : ces outils sont orientés vers la gestion des processus administratifs auxquels ils lient l'information et les documents nécessaires à l'accomplissement des tâches de chaque acteur impliqué. Par ailleurs, ils prennent en charge le routage de formulaires électroniques (via messagerie souvent). Chaque utilisateur ayant accès à un certain nombre de formulaires (demande d'achat,...) qui seront acheminés automatiquement vers le destinataire approprié pour accord ou refus. Ils sont généralement mis en œuvre sur des procédures simples et stabilisées dans le temps.
- *Le workflow de production*. Ce type de workflow gère les processus directement liés aux services que l'organisation propose et dont son efficacité dépend (la gestion des sinistres pour une compagnie d'assurance par exemple). Les procédures concernées sont généralement plus complexes que dans le cas d'un workflow administratif.
- Les workflows coopératifs : Ces applications se focalisent sur la capacité des participants à travailler ensemble. Les processus sont moins rigides et la capacité de changer dynamiquement la définition du processus est essentielle.
- Les workflows ad hoc: Ils s'appliquent aux procédures d'exception, qui n'arrivent qu'occasionnellement ou même qu'une seule fois dans la vie de l'entreprise (par exemple workflow mis en place pour la fusion de deux entreprises).

Cette classification a été proposée par [Levan, 1999]. Les travaux de [Frey, 2000] proposent d'autres classifications basées sur des critères techniques qui établiront une classification selon la technologie dominante: messagerie ou base de données, ou encore sur des critères d'usage qui établiront une classification centrée sur les conditions d'utilisation imposées par les systèmes pour accomplir certains processus.

Les organisations semblent aujourd'hui avoir compris que leur problème fondamental est la difficulté de formaliser et de contrôler efficacement leurs procédures de travail. Face aux limites de la coordination sociale, le Workflow apparaît donc comme une réponse technologique à la gestion des processus. Cependant, comme le souligne [Benali *et al.*, 2002], si ce type d'outils est facilement utilisable dans des processus très rigides, il n'en va

pas de même dans les processus plus aléatoires soumis à de fréquents changements imprévisibles dans les activités. La souplesse et la flexibilité font alors cruellement défaut à ce type d'outils actuellement disponibles. Les systèmes de Workflow adaptatifs [Grigori, 2002], [Klein *et al.*, 2000] présentent en ce sens une tentative de réponse. Ces systèmes se basent sur le postulat que durant l'exécution de processus coopératifs, les acteurs de ces processus échangent de façon informelle des brouillons ou des résultats primaires de leurs travaux dans l'objectif d'anticiper les changements ou ajustements éventuellement requis. Cette méthode de travail classique permet d'avoir une meilleure boucle de retour et des commentaires intéressants durant les premières phases des activités, évitant par là même une perte de temps et des travaux inconsistants réalisés à travers de multiples boucles de retour en arrière inutiles. Cette méthode présente de plus l'avantage de stimuler la communication au sein du groupe de travail. En se basant sur ce type de méthode pour orchestrer les flux de données au sein des workflows, on peut ainsi obtenir une certaine flexibilité en relâchant certaines contraintes sur le flux de données et sur les dépendances existantes à l'exécution du workflow sans pour autant changer le processus actuel. Ainsi, les acteurs ont plus de liberté quant à l'échange des données et l'initialisation de certaines activités, ce qui leur permet de mieux anticiper les évolutions éventuelles que l'objet de leurs travaux devrait subir.

2.3.2.3 Concept d'Awareness

Lorsque les personnes travaillent en « face-à-face », les participants travaillent pour établir et maintenir une compréhension partagée appelée base commune [Clarck, 1996]. Un certain nombre d'indices leur permettent de se « percevoir mutuellement » [Zacklad, 2000]. Quand les personnes travaillent dans une situation de collaboration mais pas en face à face, les ressources utilisées lors des interactions sont altérées [Tang, 1991]: le champ de vision est restreint, la possibilité d'utiliser la gestuelle ainsi que les expressions faciales sont limitées, les différents outils et artefacts normalement à disposition sont plus limités et l'échange d'information est décompté en secondes voire minutes afin d'avoir un degré de compréhension suffisant [Carroll *et al.* 2003]. Ainsi, la notion de « conscience de groupe » ou « awareness », définie originellement par Dourish et Belloti [Dourish *et al.*, 1992] comme étant « la compréhension des activités des autres, qui permet de donner un contexte à sa propre activité » apparaît importante à mettre en œuvre dans les outils de TCAO. Cette notion permet donc à chaque membre du groupe de :

- Comprendre et mesurer l'activité et la dynamique du groupe (être tenu au courant des changements importants dans les activités des autres membres du groupe) en fournissant des informations adéquates et en adaptant la diffusion et la

représentation de ces informations suivant le contexte de chaque acteur au sein du groupe;

- De situer sa propre action au sein du groupe, et ainsi de coordonner ses propres activités avec celles des autres [Benali *et al.* 2002].

[Faerber, *sd*] définit ce terme comme désignant la perception que possède chacun de la présence, de la localisation, de l'identité, de la disponibilité de l'autre à un moment donné, lors de la connexion. De plus le concept d' « awareness » s'étend à la perception de ce qui a été réalisé entre deux connexions successives, à l'historique de l'activité du groupe. Lorsque les acteurs d'un groupe travaillent en « co-présence », un certain nombre des informations censés être échangés sont donc appauvries voire détruites, détruisant ou altérant cette « conscience de groupe » qui permet d'envoyer des informations pertinentes sur ce que font les autres membres du groupe [Bouthier *et al.*, 2001], créant de ce fait une certaine divergence entre sa vision du sujet et la vision réelle du problème [Molli *et al.*, 2002]. Bouthier et Canals [Bouthier *et al.*, 2001] expriment cette notion de pertinence par :

- L'utilité des informations : elles doivent être compréhensibles par le receveur ; mais ni redondantes, ni superflues.
- La richesse des informations pour permettre la «compréhension des activités des autres», soit la construction de la conscience de groupe.

2.3.2.4 La TCAO et les sciences humaines

L'importance de la prise en compte des sciences humaines dans la conception des outils de TCAO a été mise à jour par [Suchman, 1987]. Il mit en avant les bénéfices résultant de la prise en compte de la flexibilité liée à la sensibilité des utilisateurs dans un processus organisationnel. L'argument clé de son exposé est qu'il ne peut exister de plans d'actions prédéfinis sachant que les actions sont situées et correspondent à des comportements improvisés en regard des circonstances locales dans lesquelles les acteurs évoluent.

La prise en compte de la description du cadre de l'interaction, des règles régissant le groupe et des événements imprévisibles observés dans le cadre d'une étude ethnographique serait également souhaitable dans la conception d'outils de TCAO selon [Dourish *et al.*, 1998].

D'autres approches telles la technométhodologie, le modèle Denver, la théorie de l'intégration, la théorie de la structuration adaptative, les modèles situés ou plus récemment la Théorie de l'Activité sont quelques unes des méthodes et théories qui ont été étudiées pour la définition et la conception de collecticiels. Les travaux de thèse de [Bourguin 2000] présentent ces théories et leur impact sur les applications de TCAO. Néanmoins, on peut noter que ces nombreuses théories issues des sciences humaines sont aujourd'hui difficiles à implémenter dans la conception de systèmes de TCAO.

2.3.2.5 Tendances actuelles de la TCAO

Les tendances actuelles concernant l'évolution de la TCAO penchent vers une prise en compte de la mobilité des acteurs afin d'obtenir une plus grande disponibilité et réactivité de leur part. C'est ce que proposent [David *et al.*, 2003] à travers le concept de la TCAO capillaire: intégrer la notion de nomadisme (capacité de pouvoir accéder à l'information voulue à partir d'un poste « mobile », indépendamment de la plate-forme, pouvant se connecter ou se déconnecter aux différentes sources d'information). La TCAO capillaire pose de nouveaux problèmes concernant notamment :

- La gestion de la collaboration,
- La cohérence des informations,
- L'accès aux clients mobiles et l'interfaçage avec les clients mobiles.

Le concept de malléabilité au sein des collecticiels [Morch *et al.* 2000], c'est-à-dire le fait de proposer un certain degré de flexibilité et d'adaptabilité dans l'utilisation de ce type de logiciel est aussi un challenge à relever. Cette malléabilité peut s'expliciter sous plusieurs formes (utilisation de composants et frameworks, paramétrage des applications, intégration de greffons ou extension du code de l'application). Ces solutions ne sont néanmoins pas orientées vers l'utilisateur final comme le préconisent les sciences humaines mais vers des développeurs agissant en terme de « maintenance » sur le système.

Une autre approche de la malléabilité a été implémentée au travers du concept de co-évolution (les systèmes coopératifs doivent pouvoir s'adapter aux besoins émergents et être continûment évolutifs en fonction des besoins et attitudes de chaque utilisateur). Cette approche a notamment été étudiée dans les travaux relatifs au système DARE [Bourguin 2000]. On peut donc observer que les développements concernant les différentes solutions de TCAO du futur devront se prévaloir de flexibilité, de robustesse et de généricité de façon à répondre de façon satisfaisante aux problèmes posés [Benali *et al.*, 2002]. Ce constat est particulièrement vrai quant aux problèmes s'attachant aux outils utilisés lors de l'activité de conception de produits (Figure 8).

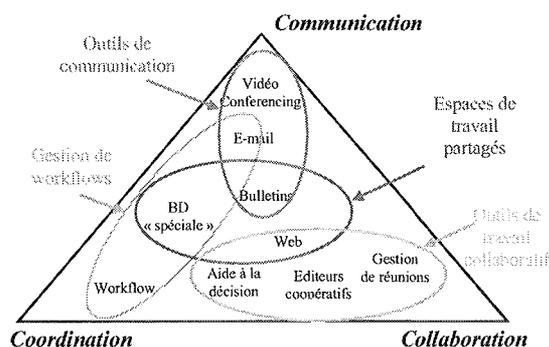


Figure 8: Communication, coordination, collaboration et outils associés.

2.3.3. Outils d'organisation et d'évaluation du travail collaboratif

Différents outils existent quant à l'organisation de la collaboration au sein d'un groupe, c'est-à-dire, suivant la notion exprimée au paragraphe 2.1.1.2, la coordination. Les travaux de [David, 2004] s'attachent à décomposer en quatre axes une activité de collaboration. Ces quatre axes correspondant aux actions progressives à mettre en œuvre pour définir une organisation adéquate des activités coopératives (structuration des activités ; caractérisation des activités en fonction des interactions dans les groupes de travail ; évaluation d'une organisation de travail en fonction d'une estimation des durées, charges et coûts ; optimisation d'une organisation de travail en fonction des résultats d'évaluation). En vue de supporter ces différents axes, des méthodes principalement issues de la théorie des graphes et des techniques de partitionnement et d'évaluation de performance (Design Structure Matrix, Work Transformation Matrix, graphes de coopération, théorie du calcul réseau) sont utilisées. Dans le cadre de la conception collaborative de produits, ces outils peuvent s'avérer utiles en vue de préparer le processus à mettre en œuvre, en phase amont de la conception.

2.3.4. Approches transversales

De nombreux modèles issus de différentes méthodologies ont été présentés ces dernières années afin de répondre au besoin de modélisation d'un point de vue technique du Concurrent Engineering (une étude synthétique de ces modèles est notamment proposée dans [Bernard, 2000]). Afin d'obtenir une vision beaucoup plus globale du processus de conception, il est désormais nécessaire d'adopter une approche allant au delà d'une vision purement technique de la conception. Une dynamique de recherche pluridisciplinaire et transversale apparaît aujourd'hui comme une réelle nécessité, tant du point de vue de la haute technicité des moyens et processus employés dans les activités de conception aujourd'hui que dans l'ambition d'une plus grande compréhension et maîtrise des différentes interactions au sein du processus de conception. De nombreuses études multidisciplinaires ont ainsi été menées autour de cette perspective interactive et collective du travail de conception, sur des acteurs travaillant à partir d'expertises similaires ou non.

Ainsi, les sciences de l'ingénieur s'intéressent aux concepts ayant attiré à la modélisation des processus de conception, à l'intégration des différents points de vue ou solutions permettant un pilotage efficace des processus, dans l'objectif global de fournir des solutions logicielles capables de supporter ces différents concepts. Les sciences humaines et sociales sont de plus en plus associées à cette problématique afin de répondre au besoin de compréhension lié à la dimension multidisciplinaire voire parfois multi-sites, distante et multi-culturelle du concurrent engineering. Parallèlement, des études de psychologie sont menées

dans le but de comprendre et décrypter les processus mentaux se produisant lors de l'activité de conception.

2.3.4.1 L'approche psycho-cognitive

Cette approche est basée sur le travail de psychologues, de cognitivistes et d'ergonomes avec l'ambition de s'intéresser aux actes de conception en eux même. La définition de la conception généralement donnée dans cette approche renvoie à un « type d'activités de résolution de problèmes » [Visser, 2001], [Darses *et al.* 2001a].

Cette discipline, vise à améliorer la compatibilité entre les opérateurs et leur système de travail en s'intéressant tout particulièrement aux aspects cognitifs des situations de travail [Green *et al.*, 1991]. Elle a pour objectif l'étude des comportements et des réactions d'un concepteur dans les différentes situations de travail auquel il est confronté lors du processus de conception.

Ainsi, chez certains auteurs, la démarche relève d'une clinique de la conception en ce sens où il s'agit d'observer la dynamique de construction des cognitions dans des situations captées à l'aide d'outils vidéos notamment sur leurs lieux naturels d'occurrence [Grégori *et al.*, 2001]. L'angle d'attaque de ces situations étudiées, nécessairement à des moments de co-présence des acteurs afin d'en capter la signification la plus naturelle, relève de l'analyse des conversations, en ce basant sur le postulat qu'il est possible d'« atteindre » les processus cognitifs humains en analysant les productions langagières des sujets en situation interlocutoire. Différentes thèses dialogistes d'une part (approche socio-constructiviste expliquée dans [Dillenbourg *et al.* 1996], approche socio-culturelle influencée par [Vygotsky 1978]) et paradigmes de la conception située et distribuée d'autre part sont alors confrontées à ces analyses afin de proposer une méthode fiable de mise à jour de la cognition humaine en conception de produits et de proposer des modèles de ces mécanismes [Brassac, 2000]. Le courant d'étude basé sur l'ergonomie cognitive de cette approche (développé notamment au sein du projet EIFFEL de l'INRIA) s'applique aussi à développer des modèles cognitifs des mécanismes de collaboration mis en jeu dans les situations de conception collective. Ceci est notamment réalisé en faisant référence aux notions de « co-conception » (les concepteurs travaillent conjointement sur le projet de conception en partageant un but identique, à l'atteinte duquel chacun contribue selon ses compétences spécifiques en faisant appel à des processus de synchronisation cognitive) [Visser, 2001] et de « conception distribuée » (lorsque les concepteurs travaillent simultanément, non-conjointement en accomplissant une des différentes tâches dans lesquelles le projet a été décomposé en faisant appel à des processus de synchronisation tempo-opératoire [Darses *et al.*, 2001a],

[Darses *et al.*, 1996] [Béguin 1994]) afin de préciser la nature des interactions entre les différents concepteurs dans un projet de conception collective.

Cette approche se base sur le prédicat que, d'un point de vue cognitif, un processus de conception devrait favoriser [Darses *et al.* 2001b]:

- L'explicitation, la confrontation et la convergence des différents points de vue lors du développement de solutions, du fait de la diversité des acteurs impliqués (grâce à l'éclatement des filières métiers),
- La dissociation entre le phasage contractuel et la nature des solutions produites, au profit de l'élaboration de solutions intégrant différents niveaux d'abstraction.

L'un des défis de l'ergonomie psycho-cognitive est aujourd'hui de proposer des outils d'assistance aux concepteurs capables de répondre à ses prédicats, en offrant une assistance effective à la collaboration, en se basant sur l'analyse des activités des concepteurs et en prenant en compte et en explicitant les différents points de vue des acteurs afin d'obtenir plus rapidement des compromis [Cahour *et al.*, 2001].

2.3.4.2 L'approche socio-technique

L'approche socio-technique consiste à aborder le processus de conception en suivant les différentes composantes techniques mais aussi sociales qui influent sur ce processus. L'étude de l'importance du rôle des acteurs dans le processus [Clermont *et al.*, 2002], de la dimension humaine née des relations et des échanges ayant eu lieu entre les différents acteurs ainsi que les différentes méthodes utilisées par chacun pour faire part de leur point de vues sont ainsi examinées selon un point de vue sociologique ou parfois même ethnographique [Jeantet *et al.*, 1988]. Dans cette approche, le processus de conception peut être détaillé selon [Guttierrez, 2003] :

- L'intervention de l'homme dans l'exécution de certaines activités et le contrôle du processus,
- La notion de responsabilité vis-à-vis de l'exécution des activités et des processus,
- Les besoins d'information et de communication, conjugués à la question des outils de conception et de leur utilisation dans un processus industriel [Laureillard *et al.*, 2000]. [Mer, 1998] [Blanco, 1998].

Cette approche en France est notamment représentée par le consortium L3S-CRISTO. En partant du constat que les concepteurs passaient le plus clair de leur temps à créer ou manipuler différents objets (textes, diagrammes, graphiques, feuilles de calculs, fichiers CAO...), les chercheurs de ce consortium ont décidé de mettre ces objets au centre de leur recherche et ont proposé de créer le concept *d'objets intermédiaires de la conception* (concept initialement issu des travaux en sociologie et sociologie des techniques). Ces

objets sont produits ou utilisés dans les différentes phases de conception et retracent les hypothèses adoptées ou encore les compromis ou décisions prises lors du processus. Ainsi, ils peuvent être positionnés en véritable analyseurs du processus de conception [Jeantet *et al.*, 1988], et introduisent à la fois et indissociablement aux outils, au contenu technique et aux rapports sociaux qui définissent le cours de la conception [Laureillard *et al.*, 1997].

Les travaux de [Salau, 1995] et [Garro *et al.*, 1995] appartiennent aussi à cette mouvance en présentant les bases d'une méthodologie de conception distribuée orientée vers l'étude du comportement, de la répartition du travail à effectuer et les échanges des acteurs. Dans le modèle de conception distribuée, ils considèrent l'ingénierie du produit comme le fruit des échanges entre trois modules : fonctionnel, structurel et de fabrication. Ils étudient les enchaînements communicationnels entre les trois modules et la répartition (distribution) des activités de conception entre les acteurs (en fonction de leur domaine de compétence).

Les travaux de J.C Moisdon et B. Weil [Moisdon *et al.*, 1992] ainsi que ceux de A. Hatchuel, [Hatchuel, 1994], [Hatchuel, 1996] ont également contribué à ouvrir le spectre de la recherche en conception de produits aux disciplines des Sciences Humaines et Sociales.

Ainsi, la diversité et la prolifération des approches aujourd'hui disponibles afin de mener une analyse efficace du processus de conception de produit pose la question de la légitimité de toutes ces approches face à un problème précis de conception. Cependant, la prolifération de ces méthodes peut être elle-même vue comme une réponse à la complexité des produits conçus. Ainsi, [Suh, 1990] affirme que la diversité des modèles et des méthodes de conception est due à la diversité des produits à concevoir, et que leur complémentarité est un atout effectif d'analyse précise. Néanmoins, quelque soit le point d'entrée d'analyse choisi, il faut tenir compte de l'adéquation de l'organisation avec les nouvelles contraintes des nouvelles formes de conception et adapter ces organisations afin de favoriser au mieux la définition du produit à travers un travail collaboratif. Cette définition passe notamment par l'étude et la prise en compte des différentes connaissances manipulées par les différents acteurs du processus de conceptions. Ces connaissances, de plus en plus nombreuses, ne doivent pas noyer les concepteurs mais au contraire apparaître comme un moyen essentiel dans le processus de conception. Nous proposons de resituer le concept de connaissances et de définir une typologie des connaissances collaboratives mises en œuvre dans l'activité de conception.

2.4. Les connaissances collaboratives mises en œuvre dans l'activité de conception

2.4.1. Typologies des connaissances

Différentes typologies et points de vue peuvent être envisagés lors de l'étude des connaissances mises en œuvre en entreprise. Cette section présente un bref paysage des points de vue couramment employés.

2.4.1.1 Point de vue de Nonaka et Takeuchi

Dans la notion de connaissance, Nonaka et Takeuchi [Nonaka *et al.*, 1995] font la différence entre 2 types différents de connaissances :

- les connaissances tacites (personnelles, ce sont les compétences, les expériences, l'intuition, les secrets de métiers, les tours de mains qu'un individu a acquis et échangés lors de relations à l'intérieur et à l'extérieur de son organisation. Elles sont spécifiques en regard d'un contexte donné et par là même difficiles à spécifier et à communiquer aux autres personnes [Polyani, 1966]),
- les connaissances explicites (elles peuvent être codifiées, formalisées et transmissibles sous forme de documents réutilisables. Ce sont les informations contextualisées concernant les processus, les projets, les clients, les fournisseurs, etc. En d'autres termes, ce sont les documents qui peuvent être capturés, c'est-à-dire collectés et/ou numérisés et partagés par un système d'information.

Nonaka et Takeuchi considèrent que les connaissances d'un acteur sont construites à partir des différentes interactions entre les connaissances tacites et les connaissances explicites.

Pour ce faire, ils ont identifié 4 modes de transfert (référencés dans le Tableau 3) :

- la socialisation est un processus de partage d'expériences et qui permet ainsi la création de connaissances tacites comme des modèles mentaux partagés et des expertises techniques,
- l'externalisation est un processus d'articulation des connaissances tacites en concepts explicites,
- l'intériorisation est un processus de conversion des connaissances explicites vers des connaissances tacites. C'est typiquement un processus d'apprentissage basé sur des documents, des manuels...

- la combinaison est un processus de création de connaissances explicites par le biais d'une restructuration d'un ensemble de connaissances explicites acquises par différents moyens de communication.

Du	Vers →	Tacite	→	Explicite
Tacite		<p>Socialisation</p> <p>Par interaction forte, la connaissance tacite d'une personne peut devenir la connaissance d'autres personnes : apprentissage, imitation, intégration.</p>		<p>Externalisation</p> <p>Des pratiques jugées efficaces sont explicitées dans un discours formalisé ; les difficultés dues à l'absence de concepts partagés sont partiellement surmontées par le recours aux métaphores et au raisonnement par analogie.</p>
Explicite		<p>Intériorisation</p> <p>Par répétition, on enracine la connaissance explicite dans les séquences pouvant atteindre le stade du réflexe en adaptant le schéma explicite aux conditions spécifiques de l'exécution.</p>		<p>Combinaison</p> <p>Par le biais d'un langage commun et de mécanismes de communication variés, les connaissances explicites de plusieurs personnes sont rapprochées, combinées pour produire, par induction et déduction de nouvelles connaissances explicites.</p>

Tableau 3 : Connaissances tacites, explicites et modes de transformation (selon [Nonaka et al., 1995])

2.4.1.2 Point de vue de Grundstein et Barthès

En prenant une décomposition comparable à celle exprimée dans [Nonaka et al., 1995], [Grundstein, 1995] propose de s'intéresser aux connaissances cruciales et stratégiques (par rapport aux connaissances techniques) (Figure 9), c'est à dire les savoirs et savoirs-faire strictement nécessaires au déroulement des processus essentiels qui constituent le cœur des processus de l'entreprise (méthode GAMETH [Grundstein, 2000], [Pachuski et al., 2000]). Cette spécification permet en outre de distinguer les savoirs de l'entreprise (c'est-à-dire les connaissances explicites, spécifiques à l'entreprise, stockées dans des archives, armoires de l'entreprise) des savoir-faire individuels et collectifs (c'est-à-dire les connaissances tacites, stockées dans des éléments immatériels ou dans la mémoire des personnes), ces deux catégories se révélant tout à fait différentes dans leur contenu comme dans leur mode d'acquisition [Grundstein et al., 1996].

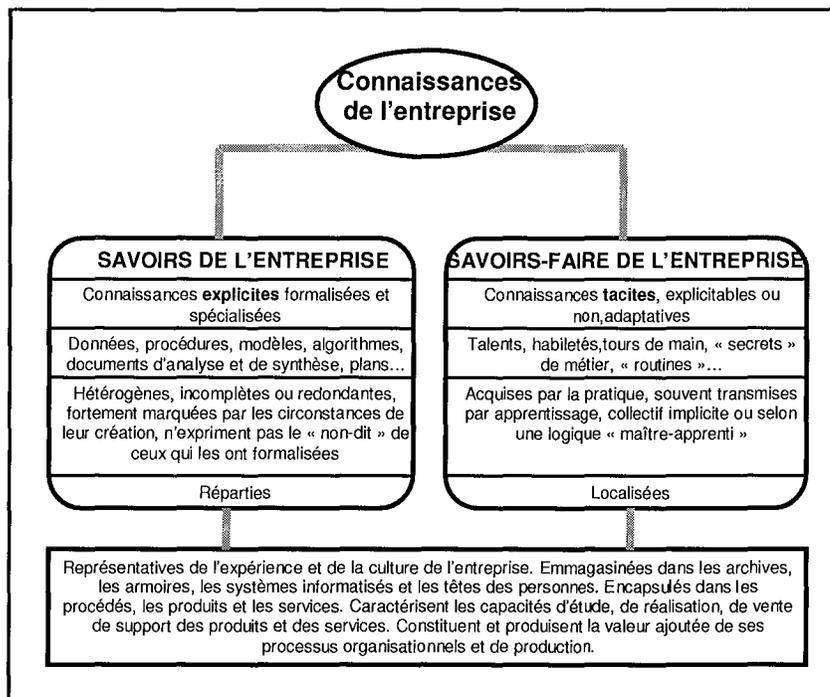


Figure 9 : Les deux catégories de connaissances en entreprise, [Grundstein 1995]

2.4.1.3 Point de vue d'Ermine

Les notions de connaissances tacites et explicites se retrouvent également chez [Ermine 2000]. Elles font l'objet de toute une école de pensée (venant du Japon, dont c'est la culture de base), basée sur l'idée que « nous savons plus que ce que nous pouvons dire ».

Selon l'auteur, ces connaissances tacites, donc non formalisables, sont le cœur de la richesse cognitive d'une entreprise. Le partage des connaissances tacites (fortement liées à la « culture d'entreprise ») est l'enjeu de cette gestion des connaissances. Ces connaissances se diffusent par des outils de travail partagé, où les nouvelles technologies de l'information et des réseaux interviennent fortement (intranet, collecticiels...) mais peuvent également se transmettre par le compagnonnage, de plus en plus rare et coûteux.

Au sein des connaissances explicites, l'auteur distingue les connaissances explicitables (pas encore explicitées, que l'auteur qualifie d'implicites, à savoir les savoirs et savoir-faire difficiles à exprimer car propres aux experts) et les connaissances « enfouies » dans des documents. Par ce fait, l'explicitation de ces connaissances ne peut jamais être complète car elle sera toujours limitée par la barrière du tacite. Cette explicitation peut en revanche être menée via une transcription (sous forme de fiche d'expérience ou procédures qualité) ou via l'utilisation d'outils de modélisation.

D'autres typologies de connaissances sont proposées dans [Boboc, 2002], basées notamment sur les assertions de [Hatchuel, 1994], en faisant la distinction entre les savoirs individuels composés de savoir-faire, savoir-comprendre et savoir-combiner et les savoirs collectifs relevant des savoirs appartenant à l'organisation, à des groupes et lieux stables ou à des communautés informelles. On peut également citer les travaux de [Malglaive 1990] visant à distinguer des savoirs théoriques, procéduraux et des savoir-faire.

Nous avons vu que la collaboration est un pré-requis nécessaire à l'ingénierie intégrée. Ce besoin d'échange et de relations peut être vu comme une réponse aux soucis de l'industrie, comme un besoin latent des organisations à vouloir communiquer [Midler, 1996]. Mais, au delà de cet aspect communicatif qu'est l'échange d'informations, le travail collectif implique un besoin d'échange de connaissances. Ainsi, Roche [Roche, 2000] affirme que si la communication est le premier point clef du développement collaboratif de produits, le partage des connaissances entre acteurs en est assurément le second. De même, certains remplacent la triptyque « Communication – Coordination – Collaboration » par le modèle « Communication – Coordination – Connaissances partagées » [Steinheider, 2000], assumant que le passé professionnel des différents acteurs est plus prépondérant que la synergie de collaboration qui existe entre les acteurs. Nous préférons à ce concept celui de connaissances collaboratives, car elles s'appliquent à une situation de conception précise et ne doivent pas recouvrir une masse trop importante d'informations et d'expertises [Rose *et al.*, 2002]. En effet, alors que la logistique de l'information peut être vue comme une question de capture de l'information et de livraison de cette information à la bonne personne et au bon moment, la gestion des connaissances ajoute à ce point de vue la livraison de cette information dans un contexte précis, sous une forme qui est facilement compréhensible et réutilisable par la personne intéressée. Ainsi, les connaissances collaboratives s'inscrivent dans un contexte de groupe, ce qui implique le développement de synergies et de dynamiques de collaboration au sein de ce groupe. De plus, ces connaissances qui constituent un atout prépondérant dans la définition de la performance globale du processus doivent être distribuées, partagées, reçues et acceptées en regard du contexte de l'acteur.

2.4.2. Qu'est-ce qu'une connaissance collaborative ?

En suivant la proposition de [Bond, 1990] distinguant les modèles partagés et les modèles privés et le point de vue de [Matta *et al.*, 1996], nous pouvons définir la connaissance générale d'un acteur comme étant la réunion des connaissances pointues de l'acteur et des connaissances collaboratives possédées par cet acteur. Les connaissances pointues de l'acteur regroupent toute son expertise dans un ou plusieurs domaines donnés. Ces

connaissances peuvent être globalement assimilées aux connaissances tacites au sens de Nonaka et Takeuchi exposées au paragraphe 2.4.1.1.

Nous définissons alors les connaissances collaboratives comme étant *le support d'un échange partiel et superficiel de connaissances entre différents acteurs et outils informatiques impliqués dans un projet, autorisant la collaboration entre ces différents participants provenant d'horizons professionnels divers avec chacun un passé différent, en partageant des modèles ou des références communes afin d'avoir une vision globale du problème* [Rose et al., 2002]. Ces connaissances sont distribuées dans l'environnement dans lequel évoluent les acteurs, se présentant sous forme hétérogène, imprécise, incomplète [Brisseaud et al., 1998]. Tous les participants sont censés emmagasiner ces connaissances de « vulgarisation » dans le domaine d'application du projet, permettant une cohérence commune entre les différents métiers impliqués dans la réflexion. De la sorte, on aboutit plus efficacement et rapidement à de meilleures solutions aux problèmes posés. Ces connaissances peuvent être explicites, ou encore tacites, nécessitant alors une externalisation afin d'être communiquées aux autres acteurs. Dans une optique de conception routinière, la réutilisation de ce « patrimoine de conception » [Micaelli, 1998] propre au groupe, qui sera forgé à travers ces connaissances collaboratives est aussi un atout fort afin de gagner du temps et de l'expérience pour la conception de produits futurs ou pour la mise en place de projets similaires. Sous un angle logique, on peut distinguer la *connaissance commune* (qui est détenue par tous les acteurs) de la *connaissance distribuée* (détenue par au moins un des acteurs) [Deneux et al., 2002].

2.4.3. Différents types des connaissances collaboratives

2.4.3.1 Connaissances collaboratives pré requises à la collaboration

Les connaissances collaboratives ne sont pas uniquement et purement techniques. Elles concernent certes le produit à concevoir, mais aussi les métiers [Bourne, 1997], l'activité et le processus de conception et les ressources mises en œuvres ou encore les règles générales de l'organisation (connaissances managériales voire connaissances sur l'entreprise au sens de [Deneux et al., 2002]). Ainsi, plusieurs composantes peuvent les caractériser :

- La première composante s'apparente à un lexique et une culture de projet communs aux différents métiers intervenant dans le projet. En effet, comme le souligne Midler [Midler, 1998], la « querelle des doctrines, ou les difficultés de l'intercompréhension sont un frein à la création d'une vision commune et ainsi à la concourance des activités de conception ». Cette incohérence peut provenir de problèmes de

synonymie (termes différents et représentant le même concept) ou encore de polysémie (un même terme ayant des significations différentes selon l'expertise de l'acteur). Les connaissances collaboratives sont ici un langage véhiculaire pour les différents métiers représentés, permettant une compréhension globale et rapide de chaque point posant problème. Ceci peut s'inscrire dans un contexte plus large de « design culture », qui rassemble toutes les connaissances et méthodes habituellement utilisées pour mener à bien un projet inter-disciplinaire.

- La seconde composante est de rassembler les briques de connaissances basiques inhérentes aux autres disciplines intervenant dans le projet. Ceci implique notamment un certain nombre de pré-requis dans les différents domaines intervenants ; afin d'atteindre un degré de compréhension raisonnable. En fonction des problèmes posés, ces pré-requis peuvent être des modèles spécifiques à une discipline, mais aussi des règles et des propriétés particulières ou des outils propres au domaine. A ce titre, on peut remarquer que la complexité du problème va de paire avec le volume des connaissances partagées : plus le problème à traiter est pointu et plus les connaissances collaboratives mises en jeu avec les autres métiers environnants doivent être importantes.
- La troisième composante est un paramètre propre à chaque participant, mais qui nécessite néanmoins d'être distribué aux autres acteurs. Ainsi, l'expérience commune d'acteurs ayant déjà travaillé ensemble doit se retrouver dans ces connaissances, afin que les différentes allégories ou métaphores précédemment utilisées soient réutilisées dans ce nouveau contexte de collaboration. Ces savoirs très fins, spécifiques à ces regroupements d'acteurs, leur permettent de saisir rapidement le raisonnement de l'action et éventuellement les connaissances à mettre en œuvre par la suite pour réaliser l'activité de conception en cours. Ceci leur permet en outre de gagner beaucoup de temps dans leur travail en utilisant ces formes d'expressions par « ellipses ». Cette composante renvoie à la notion d'intercompréhension, aidant les acteurs à communiquer et ainsi collaborer plus efficacement. Cette composante se rapproche de la définition des « savoirs appartenant à des communautés informelles » déclenchés dans les interactions au niveau des formes « non-cadrées » de collaboration [Boboc, 2002].
- Enfin, la quatrième composante trouve naissance dans la capitalisation des informations propres au projet en cours. Ceci regroupe les informations concernant le problème de conception à traiter, les ressources mises à disposition, l'organisation et la structure du projet mais aussi l'historique décisionnel du projet. Celui-ci contient la traçabilité de l'activité de conception au sein du projet effectuée par la mémorisation chronologique des différents choix technologiques adoptés ainsi que les différentes

démarches suivies par les concepteurs. Intégrer ces informations concernant le cycle de développement même du projet en cours dans les connaissances collaboratives nous paraît nécessaire car cela permet à chaque participant d'avoir en mémoire la justification des différentes options validées ainsi que celles qui ont été écartées.

Afin de pouvoir participer au mieux dans une activité collaborative, un acteur se doit de détenir un maximum de ces connaissances, qu'elles soit communes (composantes n° 1, 2 et 4) ou même si possibles distribuées (composante n°3).

2.4.3.2 Connaissances collaboratives utilisées en collaboration

Les connaissances collaboratives utilisées lors de la phase effective de collaboration peuvent être structurées en :

- connaissances de vulgarisation en provenance des autres membres du groupe acquises par l'acteur,
- connaissances de vulgarisation dispensées aux autres acteurs du projet de conception,
- connaissances de *savoir-être*, que chaque participant doit mettre en œuvre afin d'initier la communication avec les autres acteurs. Elles peuvent être vues comme des ports d'interface pour accéder aux autres acteurs du milieu environnant.
- connaissances de *synergies*, mises en place dans un premier temps pour réaliser ces échanges de connaissances inter-groupes ou inter-individus pour les maintenir et les dynamiser en adoptant une attitude et des moyens ad hoc.

On peut ainsi définir la connaissance générale d'un acteur A comme étant la somme (Équation 2 Équation 1):

Équation 2 : Connaissance générale d'un acteur

$$K_g(A) = K_A \cup \left(\bigcup_{i=B}^N K_{i \rightarrow A} \right) \cup \left(\bigcup_{i=B}^N K_{A \rightarrow i} \right) \cup K_{SE} \cup \xi_{syn}$$

où :

- K_A est l'expertise propre de A que lui seul utilise,
- $\bigcup_{i=B}^N K_{i \rightarrow A}$ est l'union des connaissances de vulgarisations qu'il a accaparées des autres acteurs oeuvrant dans le projet de conception,
- $\bigcup_{i=B}^N K_{A \rightarrow i}$ est l'union des connaissances de vulgarisation que A a dispensé aux autres acteurs pour qu'ils comprennent son action,
- K_{SE} représente les connaissances de savoir-être inhérentes au groupe et à la culture dans lesquels est menée l'activité,

- ξ^{syn} représente la connaissance de synergie nécessaire à la mise en place de cette vulgarisation des connaissances entre les différents acteurs.

On serait tenté d'assimiler l'union des connaissances de vulgarisation qu'un acteur a dispensé aux autres acteurs comme faisant partie intégrante des connaissances pointues de cet acteur. Ceci n'est pas réellement vrai car le problème de ces connaissances de vulgarisation est qu'elles doivent être formulées et énoncées de façon à être facilement assimilées par les autres acteurs, sans insister trop profondément sur tous les aspects de l'expertise de l'acteur (connaissances tacites): elles sont alors nécessairement passées par un processus d'externalisation chez l'acteur qui les détient. En fonction du destinataire et du contexte dans lequel l'activité de conception est effectuée, ces connaissances doivent donc être présentées et objectivées différemment. Ces connaissances apparaissent de façon dynamique dans les processus de négociation, au sein de discussions notamment. Elles se situent à la frontière entre les deux « mondes » [Mer, 1998] qui discutent et peuvent être rapprochées des « *connaissances d'interface* » telles qu'elles sont présentées par Moisdon et Weil [Moisdon *et al.*, 1992]. Ces connaissances d'interface sont également mises en évidence dans d'autres travaux tels que ceux de [Troussier, 1999] ou encore dans [Laureillard, 2000]. Ces connaissances contribuent à l'intégration des différents métiers dans la conception. Ce sont des connaissances qui émergent de la coopération entre différents mondes, apparaissent de façon évanescence et font évoluer les connaissances propres à chaque acteur. Leur création fait appel à des processus « *d'apprentissages croisés* » telles qu'ils ont été étudiés dans les Sciences Humaines et Sociales [Hatchuel, 1994]. La Figure 10 représente la ventilation de ces connaissances collaboratives entre deux acteurs.

Les connaissances propres des acteurs mettent en jeu des capacités pointues dans leur domaine d'expertise qui leur permettent de juger les travaux de ce domaine mais aussi de dynamiser les connaissances du domaine. Cette aptitude leur confère une compétence qui ne peut être reconnue que s'ils mettent en jeu ces connaissances de vulgarisation. En effet, comme le souligne [Grundstein *et al.*, 2000], outre le savoir et le savoir-faire, la compétence fait appel à un processus de savoir-être. Les connaissances de vulgarisation apparaissent alors comme l'outil nécessaire à l'établissement de ce savoir-être inhérent à la compétence individuelle mais aussi collective, car elles permettent non seulement de mobiliser et divulguer ces propres savoirs, mais aussi ceux qui sont capitalisés dans des réseaux de ressources environnants et de participer à l'actualisation de ces derniers [Le Boterf, 2001]. Ces connaissances de vulgarisation sont le fondement d'un véritable « savoir-coopérer », et la compétence collective n'existe que s'il y a mise en commun pour co-agir ou co-produire grâce à ce savoir-coopérer [Cedip, 1998].

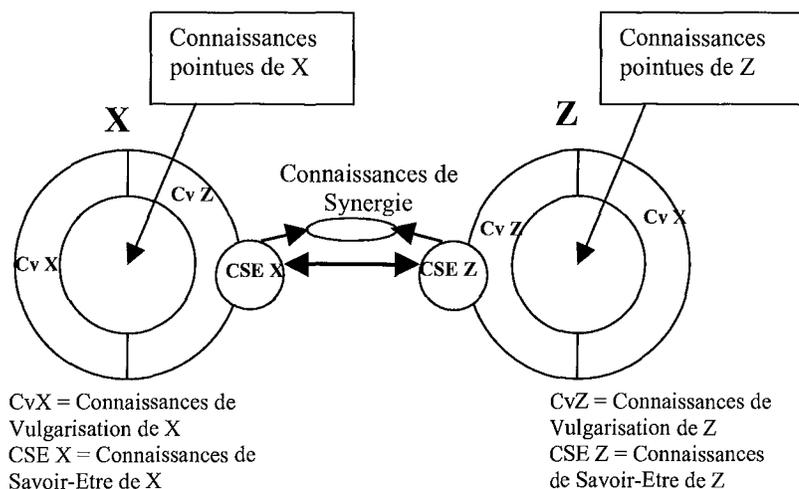


Figure 10 : Connaissances collaboratives entre acteurs

2.4.3.3 Exemple de collaboration en conception

Un exemple d'étude de collaboration acteur/acteur a été menée autour du « jeu des Cmaoïstes » [Garon, 1999], [Ris, 1999]. L'objectif principal de cette étude était l'observation puis l'analyse d'une expérience de conception coopérative et simultanée via l'outil informatique. Réalisée sur plusieurs équipes, elle a permis à trois acteurs (deux ingénieurs sous la responsabilité d'un chef de projet) de concevoir ensemble et simultanément le même produit (implantation de composants ronds et carrés dans un boîtier). Ils travaillent et communiquent grâce à une application informatique qui mémorise toutes les actions et tous les messages échangés. Par analyse de ceux-ci et des différentes observations réalisées (dialogue, observation visuelle, débriefing), plusieurs résultats concernant principalement les stratégies mises en œuvre, la communication, le comportement individuel et collectif des acteurs (leur collaboration), l'apprentissage et l'acquisition de savoir-faire ont été obtenus. Les connaissances collaboratives accumulées tout au long de l'expérience sont identifiées ici comme étant l'acquisition du savoir-faire particulier permettant de répondre au problème de conception posé. Ceci est matérialisé notamment par la maîtrise de l'outil (connaissances pointues améliorées), mais aussi par une diminution du nombre de messages échangés entre les participants au fil des expériences. Ainsi, tant d'un point de vue technique que managérial, les connaissances collaboratives se sont amplifiées. Un autre témoignage en est le passage des connaissances de coordination détenues par le chef de projet aux ingénieurs qui désormais se coordonnent implicitement par l'action. Cette situation correspond à l'intégration des composantes n°1 (consensus dans le vocabulaire utilisé) et 4 (mémorisation des informations projets) définies précédemment. D'un point de vue

technique, il a été observé que les ingénieurs échangent aussi beaucoup moins de messages après un certain temps. Ceci correspond aux composantes n°1, 2 et 3 des connaissances collaboratives : ils se comprennent mieux, de plus en plus vite car ils se connaissent mieux, d'un point de vue vocabulaire, expérience, vécu technique et réactions, ce qui permet parfois d'anticiper les réactions de l'autre.

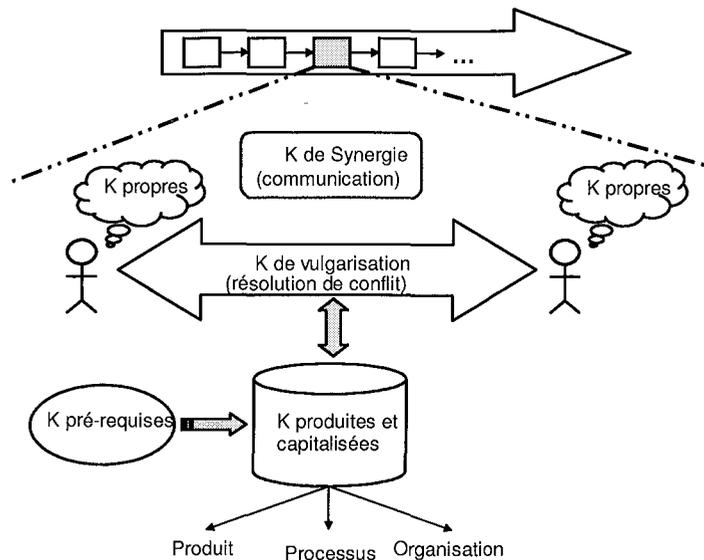


Figure 11 : Utilisation des différents types de connaissances collaboratives au sein du processus de conception

Cependant, il convient d'utiliser un support ad hoc afin de pouvoir exploiter pleinement les richesses de ces connaissances collaboratives (Figure 11). La prochaine section nous permet d'appréhender ce besoin et de voir qu'il n'est pas comblé par les méthodes et outils existants à l'heure actuelle.

2.5. Un manque de référentiel avéré

2.5.1. Un besoin de référentiel commun permettant de gérer la collaboration multi-métiers

Selon [O'Leary, 1998], la principale motivation qui conduit une entreprise à mettre en place des solutions de gestion des connaissances est la perte des informations, du savoir-faire et des connaissances cruciales qu'elle possède, quand cette perte, faute de solutions et référentiels ad hoc mis en œuvre risque d'entraîner une diminution de sa compétitivité. De plus, dans des processus aussi complexes que ceux de conception de produit, les acteurs ont constamment le besoin de faire converger leurs représentations partielles de l'objet à concevoir, de trouver un compromis entre leurs logiques partielles afin de pouvoir sortir le

produit [Boboc, 2002]. Ainsi, comme dans tout travail collectif, il est important que les différents acteurs d'un projet donné participant à l'activité de conception synchronisent leur représentation. Pour Falzon [Falzon, 1994], cette synchronisation cognitive a pour objectif de s'assurer que chacun a connaissance des faits pertinents pour le but à atteindre et des savoirs nécessaires à la compréhension de la situation. De Terssac et Chabaud [De Terssac *et al.*, 1990] montrent ainsi que les acteurs d'un groupe de travail doivent se mettre d'accord sur les buts laissés implicites par le management et sur les procédures à mettre en place, mettre en commun leurs compétences et enfin établir une compréhension commune, un contexte partagé [Cahour *et al.*, 1996] ; l'ensemble de ces opérations formant un référentiel opératif commun essentiellement basé sur la communication verbale et intentionnelle. A l'instar du projet DMMS (Design Management and Manufacturing System) [Lombard, 1994], les relations intra-métiers sont régulées par un référentiel stable et bien défini voire normalisé (BASE-PTA pour les automaticiens par exemple) [Afnor, 1996], et ne présentent pas de problème. Ainsi, [De Terssac et Chabaud, 1990] définissent la notion de « référentiel opératif commun », héritée de celle de « référentiel commun », comme une représentation commune partagée par ceux qui ont à réaliser le même objectif, et élaborée pour servir la réalisation de cet objectif. A la différence de [Boboc, 2002], nous considérons que ce référentiel doit reposer sur un modèle formalisé et générique pour les activités de conception [Araujo *et al.*, 2003], et ne doit pas être considéré comme « éphémère » et « transitoire ». Cependant, ce référentiel doit pouvoir mettre en commun les connaissances que chacun détient et qui sont requises pour réaliser un travail de conception donné, mais aussi permettre l'échange des connaissances de vulgarisation en ce sens qu'il officialise la transmission et la capitalisation des différents « trucs et astuces » que les acteurs utilisent de façon isolée pour atteindre les objectifs fixés. Ce référentiel, véritable temple du savoir partagé, tire sa validité de la fiabilité et de l'intérêt des connaissances qu'il doit héberger et capitaliser.

Le véritable manque de la situation d'ingénierie collaborative actuelle est qu'il n'existe aujourd'hui aucun référentiel commun pour formaliser les relations inter-métiers. Cet « espace d'intersubjectivité » [Zarifian, 1996], à l'intérieur duquel les stratégies identitaires devront s'ajuster en direction d'un projet de connaissance commun, n'est pas aujourd'hui défini [Rose *et al.*, 2002].

2.5.2. Manques et inadaptations des méthodes et outils existants

2.5.2.1 Inadaptation des méthodes

Les différents travaux sur les mémoires d'entreprise peuvent être vues comme une réponse potentielle à ce besoin. Selon [Grunstein 1995], « capitaliser les connaissances de

l'entreprise, c'est considérer les connaissances utilisées et produites par l'entreprise comme un ensemble de richesses constituant un capital, et en tirer des intérêts contribuant à augmenter la valeur de ce capital ». Ainsi, la capitalisation des connaissances et des savoir-faire aboutit à la construction d'une mémoire collective d'entreprise [Dieng *et al.*, 2001]. Les définitions de cette notion apparue depuis plus d'un quart de siècle la caractérisent par la persistance de la connaissance dans une organisation, indépendamment de la façon dont cette persistance est assurée [Golebiowska, 2002]. Différentes classifications de ces mémoires d'entreprises existent selon les connaissances contenues dans la mémoire. Ainsi [Pomian, 1996] propose de subdiviser ces mémoires en :

- Mémoire technique, orientée métier, contenant les connaissances spécifiques d'un domaine précis afin d'assurer la pérennité de ces connaissances.
- Mémoire de projet, pour capitaliser l'expérience issue d'un projet, afin de contrer la volatilité des différentes solutions et hypothèses émises lors du projet.
- Mémoire organisationnelle (ou managériale), contenant les structures organisationnelles de l'entreprise.

[Tourtier, 1995] préconise une décomposition en une mémoire métier (récapitulant les différents référentiels, documents, outils et méthodes d'un métier donné), une mémoire société (se rapprochant de la mémoire managériale de la typologie de [Pomian, 1996]), une mémoire individuelle (relatant le statut, les compétences et les connaissances d'une personne donnée appartenant à l'entreprise) et une mémoire de projet (comportant la définition du projet, son historique et les différents résultats issus de ce projet). [Van Heijst *et al.*, 1996] proposent également une autre classification en partant d'un point de vue moins tourné vers le contenu mais plus orienté vers la manière dont l'information est collectée et exploitée, une classification en fonction des attributs actifs ou passifs de collecte et de distribution des éléments de la mémoire. Différentes méthodes et processus afin de définir et nourrir ces mémoires d'entreprises sont notamment expliqués en détail dans [Dieng *et al.*, 2001].

La composante relative à la mémoire de projet est particulièrement intéressante lorsqu'il s'agit de s'intéresser à la collaboration au sein du processus de conception car elle permet, notamment par l'historique de conception, de capter le raisonnement (« Design Rationale ») ayant mené aux différentes solutions, c'est-à-dire situer les problèmes ayant eu lieu au cours des projets « afin de comprendre les raisons (choix) qui ont amené à choisir ou rejeter certaines solutions » [Matta *et al.*, 1999a]. Ainsi, cette « mémoire des connaissances et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets » [Matta *et al.*, 1999b] doit donner accès aux informations décrivant aussi bien les caractéristiques d'un projet que celles relatives à la résolution des problèmes rencontrés lors de la réalisation du projet.

Le modèle présenté par [Matta *et al.*, 1999a] propose une décomposition en deux parties (Figure 12) :

- Mémoire caractéristique de projet, regroupant les données relatives au contexte (méthodes, directives de conception...), à l'organisation (tâches et participants) et aux résultats (maquettes, matériels, documents, essais). Dans un contexte de conception routinière, cette mémoire représente un intérêt relatif puisque les paramètres et l'organisation mise en place ne sont pas appelés à changer.
- Mémoire de logique de conception, se concentrant sur les connaissances liées aux décisions prises et aux problèmes rencontrés en se focalisant sur la définition des problèmes, la résolution de ces problèmes (en se penchant sur les personnes impliquées et les méthodes et choix potentiels afin de mener à bien la résolution), l'évaluation des solutions (avantages/inconvénients de chaque solution et justifications) ainsi que la décision (solution retenue avec ses justificatifs, avantages/inconvénients).

L'intérêt majeur de cette mémoire de projet orientée retour d'expérience est de fournir une organisation des informations dans l'optique d'une exploitation au cours d'un projet de conception, en proposant aux concepteurs l'accès ponctuel aux expériences passées (Figure 13) en fonction de leurs besoins. Chaque élément de la mémoire peut ainsi pointer vers différentes sources d'informations, l'accès à ces éléments se faisant via une typologie de problèmes ou via les tâches du modèle de conception.

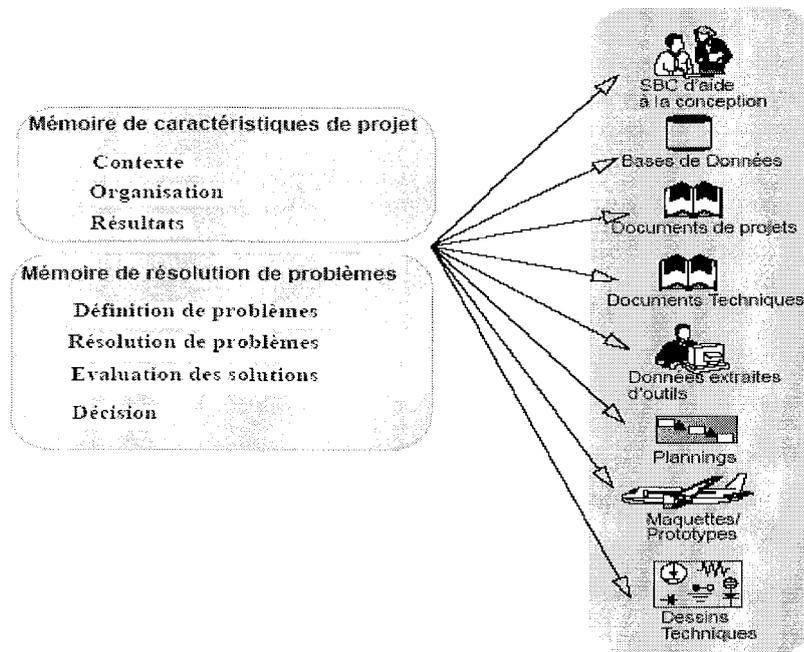


Figure 12 : Mémoire de projet selon [Matta et al., 1999a]

L'inconvénient de ce type de mémoire de projet réside dans sa difficulté d'intégration au sein des processus de conception, en prenant en compte la dimension organisation de la conception mais surtout en arrivant à corréliser de façon ergonomique l'accès en consultation et en écriture aux différentes sources d'information disponibles et utilisées au sein de l'entreprise. Ce modèle fut confronté avec les travaux réalisés à l'Aérospatiale dans le but de participer à la création et l'enrichissement d'un manuel de conception, afin d'enrichir les instructions et les règlements de conceptions via des exemples des expériences passées. Cependant, aucune implémentation dans un contexte de collaboration immédiate et directe n'a été déployée.

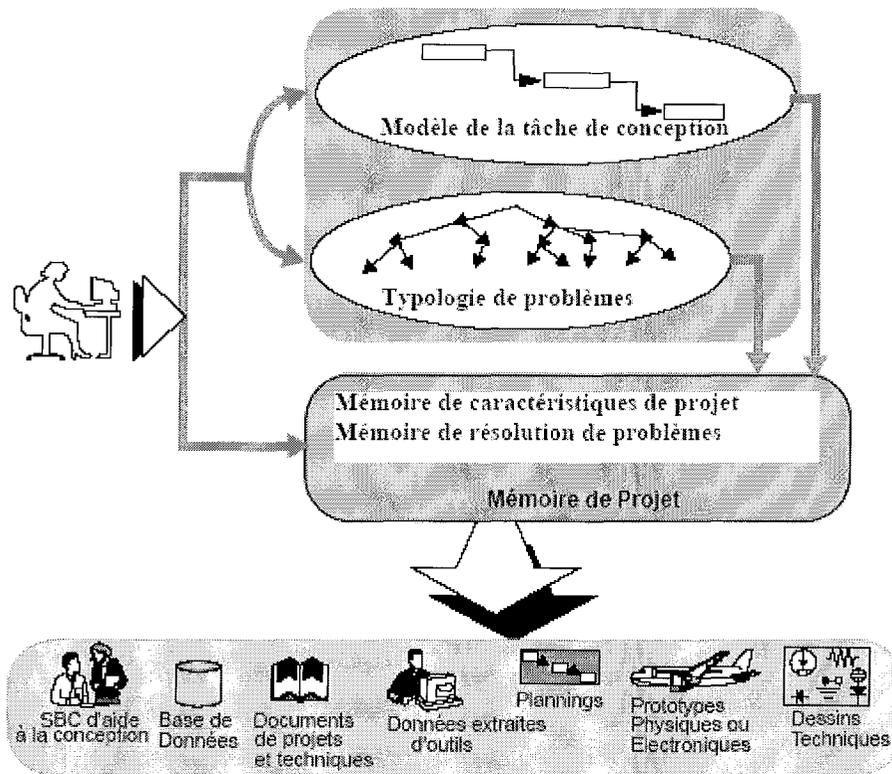


Figure 13 : Accès à la mémoire de projet selon une typologie de problème ou via le modèle de tâches de conception [Matta et al. 1999a]

[Ouazzani, 1999] propose la méthode SAGEP pour l'acquisition et la sauvegarde d'historiques ainsi que pour la gestion du processus d'ingénierie. C'est une représentation multi-niveaux du processus d'ingénierie à des fins de constitution d'historiques de conception pour ré-exploitation ultérieure et de gestion du processus. L'originalité de l'approche tient dans la progression de la conception par un traitement successif des objectifs et de la sémantique associée à leur statut. Ce dernier, rattaché aux états du processus contribue à la dimension dynamique du modèle.

Cependant, on n'observe aucune considération temporelle effective dans cette méthode. De plus, l'aspect dynamique du processus y est présenté, mais on déplore un lien explicitement formalisé avec les éléments du modèle Produit.

2.5.2.2 Inadaptation des outils

Si on s'intéresse aux outils en eux-mêmes, différentes approches de conception de systèmes d'information pour capitaliser les connaissances en entreprise ont été proposées dans le passé. Durant les années 1970 et le début des années 1980, les développement des systèmes experts, fondés notamment sur les principes théoriques des systèmes d'aide à la

décision (souvent appelés par l'acronyme anglais DSS) furent les premiers résultats de ce domaine en ouvrant de nouveaux domaines de recherche scientifique [Grundstein *et al.*, 2003]. Ces systèmes experts se sont ensuite améliorés par l'apport de solutions d'intelligence artificielle (logique floue, système à base d'agents [Shen *et al.*, 1996] au cours des années 1990. Différentes approches centralisées ont également été proposées, puis avec la démocratisation des solutions mobiles, des systèmes distribués, plus ergonomiques et faciles à mettre en œuvre ont également été proposés, notamment sous la forme de middleware [Gandon *et al.*, 2000]. Ces outils sont la plupart du temps basés sur des méthodes générales de gestion des connaissances (CommonKads, KOD), des méthodes dédiées (CYGMA, MEREX, MKSM et son extension MASK, REX, ou issues des travaux de CSCW et plus dédiées à la mémoire d'entreprise (IBIS, QOC, DRCS, EMMA, SAGACE...). Ces méthodes ont abondamment été décrites et étudiées dans la littérature. Une synthèse et une comparaison de toutes ces méthodes sont notamment proposées dans [Matta *et al.* 1999] et [Dieng *et al.* 2001]. Cependant, le gros reproche qui peut être fait à ces méthodes est qu'elles nécessitent des logistiques financières, organisationnelles et matérielles très importantes et sont par conséquent dédiées à des projets de grandes envergures [Golebiowska, 2002] pour des grands comptes et des grandes entreprises. Leur implémentation s'en retrouve donc extrêmement restreinte et ne convient pas à n'importe quel support. Elles ne constituent pas une réponse ad-hoc au besoin d'aide à la collaboration en conception de produits dans une PME-PMI notamment.

Nous avons vu qu'il est nécessaire d'offrir des mécanismes supportant la collaboration d'un point de vue dynamique et en temps réel. En effet, nous avons vu qu'il est essentiel que les acteurs de la conception collaborent souvent par d'autres moyens que leur environnement de conception usuel (emails, informations externes à leur domaine d'expertise...). Même si les outils de TCAO peuvent être vus comme une réponse à ce besoin, il n'en demeure pas moins qu'ils ne sont qu'un substitut partiel à celui-ci. Les différents travaux portant sur les outils de TCAO quant à la description comportementale des activités et des acteurs en conception de produits dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales et dans les Sciences pour l'Ingénieur décrits en paragraphe 2.3.2 semblent en effet répondre aux besoins évoqués dans le paragraphe précédent. Cependant, si les fonctions de coordination et de communication sont globalement couvertes par les outils actuellement disponibles sur le marché, la notion de collaboration est faiblement supportée [Lombard *et al.* 2004] ou parfois même purement et simplement négligée [Frank *et al.*, 2002]. Les outils actuels peuvent être des réponses ponctuelles aux problèmes et manques relevés mais ne présentent pas la possibilité de modéliser la collaboration tout au long du processus de conception [Frank *et al.*, 2002] ni l'opportunité de disposer au sein d'un référentiel des

informations et des connaissances adéquates au bon moment. Nous pouvons ainsi noter que les outils de types « workflow », même s'ils s'orientent vers des utilisations plus souples (cf paragraphe 2.3.2.5) ; restent à l'heure actuelle relativement rigides et se concentrent sur des activités modélisées et prédéfinies, ce qui restreint la créativité. De même, les outils « groupware » sont plus orientés vers la collaboration, mais chaque type de collaboration est assuré de façon différente et le tout n'est pas intégré. D'autre part, on déplore peu de travaux interdisciplinaires s'intéressant au rôle des outils de TCAO dans le développement de produit en *Concurrent Engineering* [Monplaisir, 1999].

De plus, [Tacla et al., 2004] traduisent l'inadaptation des systèmes actuellement disponibles par rapport à la nature même des connaissances capitalisées. En effet, selon ces auteurs, les différentes bases documentaires permettent de gérer des connaissances métiers, c'est-à-dire les savoirs techniques associés au domaine de l'application. Cependant, ces systèmes ne constituent pas une solution optimale en ce qui concerne la conception de produits car ils ne favorisent pas l'innovation par la combinaison et la mise à disposition de ces connaissances métiers ainsi que les connaissances liées au processus ou à l'organisation.

2.5.3. Nécessité d'intégration des points de vue Produit-Processus-Organisation

Un autre manque des méthodes et outils disponibles pour aider les acteurs à collaborer dans l'activité de conception concerne la prise en compte des différents points de vue (technologique, acteur, métier, ...) dans le cadre d'un travail collaboratif. Ces fonctionnalités ne sont que très rarement supportées [Roucoules, 1999], [Wallace et al., 2001]. Plus spécifiquement, la dimension produits, processus et organisation intégrée n'est pas traitée dans la plupart des solutions existantes [Monplaisir, 1999]. Les aspects produits sont en général largement couverts, de par le développement des outils de Systèmes de Gestion des Données Techniques.

Les aspects produits de ces outils sont aujourd'hui caractérisés par les fonctionnalités de gestion de documents ainsi que la gestion des structures « produit ». Aujourd'hui, un SGGT gère des objets (ou documents) de plusieurs types, et des fichiers sont associés à ces objets (comme par exemple des fichiers CAO). Cette gestion est rendue possible grâce à un stockage centralisé dans une base de données des objets correspondants aux fichiers permettant de conserver l'unicité de l'information, son accessibilité, sa validité, ainsi que sa sécurité. Les fonctionnalités de base de ces logiciels concernent la gestion des entrées-sorties (évolution) des objets et donc des fichiers associés, la gestion des versions et des états, la gestion des liens entre objets et fichiers joints. Des fonctionnalités de gestion de la structure produit permettent en outre de gérer la configuration du produit à travers sa

nomenclature, en permettant, outre la gestion des évolutions, de voir les incidences sur la nomenclature et la gestion des variantes et alternatives en fonction d'un point de vue ou service donné de l'entreprise.

Les aspects processus sont intégrés dans les solutions actuelles, par l'intermédiaire des outils de workflows (voir le paragraphe 2.3.2.2), qui peuvent être utilisés notamment pour la gestion des processus associés à chaque nouveau document ajouté à la base de données du SGDT. Ces systèmes de workflows permettent ainsi une supervision des différentes étapes que le produit doit suivre lors de son cycle de développement, en intégrant également les contraintes de sa vie future. Ainsi, de l'appellation SGDT (ou Product Data Management dans son appellation anglaise), est apparue l'appellation de PLM (Product Lifecycle Management) afin de nommer ces produits.

Néanmoins, la mise en place progressive d'une logique de collaboration au sein de l'activité de conception est un besoin inhérent et dépendant de l'organisation [Jeantet *et al.* 1998]. Cependant, un certain manque réside dans la prise en compte de la dimension organisation. L'étude menée par [Haque *et al.*, 2003] met notamment en avant le manque de focalisation sur la dimension organisation de la recherche sur les processus de conception, et sur les structures de ces activités. Ces auteurs notent le besoin d'un référentiel dans lequel les dynamiques liées au contexte de Concurrent Engineering et les travaux sur le développement de nouveaux produits pourraient être pleinement et explicitement exploités. En effet, même si certaines tentatives au niveau de la prise en compte du concept d'organisation de l'activité de conception et de l'environnement global de l'activité de conception ont été engagées dans des travaux de recherche et chez les éditeurs de solution logicielles, il n'en demeure pas moins que les résultats restent faibles dans ce secteur. Ainsi, des modules de gestion de projet sont en cours d'émergence dans les solutions de SGDT/CAO par exemple. Ainsi, la déclaration des utilisateurs, des groupes et des droits notamment via des interfaçages avec des annuaires référençant les personnes d'une entreprise ou d'un service sont aujourd'hui possibles, mais les aspects de planification et suivi des projets sont pour l'instant abordés via l'ajout d'outils externes. D'autre part, les outils issus des méthodes de TCAO et gestion de mémoire de projet prévoient le rattachement de personnels via des accès à des informations touchant au contexte et à l'organisation du projet (accès au domaine de compétence des personnes via une base de donnée dédiée, intégration éventuelle avec des ERP...), il n'existe pas à proprement dit d'applications informatiques opérationnelles permettant de supporter les besoins d'acteurs collaborant en conception et prenant en compte les influences mutuelles entre la connaissance du produit, l'évolution de celle-ci et le contexte dans lequel cette évolution est réalisée [Robin *et al.*, 2004b].

On peut aussi noter une sérieuse négligence quant à la conduite de la conception. Cette fonctionnalité, utile dans une phase prévisionnelle en amont de l'activité de conception en elle-même mais aussi et surtout en situation de façon à moduler dynamiquement l'activité de conception et les différentes informations données aux concepteurs est souvent inexistante. La conduite de l'activité de conception doit s'appuyer sur la prise en compte des multiples facteurs venant influencer les activités des concepteurs : définition des objectifs, décomposition en sous-problèmes, organisation des hommes, modes de coordination, modes de pilotage, définition d'indicateurs de performance, planification mais doit aussi et surtout permettre et organiser la collaboration entre ces concepteurs. Au niveau du suivi des réalisations, elle doit s'appuyer sur les activités associées à un état du modèle de produit pour caractériser les indicateurs et établir des diagnostics [IPPOP, 2002]. D'autre part, la prise en compte de cette dimension de l'organisation doit permettre la définition et la gestion des environnements de conception⁷. Selon [Robin *et al.*, 2004a], un environnement de conception a pour but d'améliorer le cadre de travail des acteurs afin d'optimiser les performances relatives aux attentes du client et de l'entreprise en favorisant notamment la collaboration. Ceci se traduit par une phase d'allocation des ressources humaines plus efficiente et la création de groupes de travail performants, en adéquation avec les objectifs assignés. Ainsi, au cours du déroulement du projet, le responsable du projet peut promouvoir la collaboration entre tous les acteurs en leur proposant des environnements de conception adéquats (de par l'allocation de moyens, ressources, cadres et objectifs par exemple).

Le projet IPPOP se propose de répondre à ces manques en proposant de fournir une application informatique pour l'aide à la conduite de la conception collaborative et à la prise de décision par le biais d'un suivi en continu de la conception, qui intégrera les trois dimensions produit, processus et organisation. La Figure 14 présente le contexte dans lequel IPPOP s'insère, et le processus de transformation de la connaissance technologique qu'il doit opérer. Le prototype informatique issu de ce projet devra en outre favoriser la génération dynamique de nouveaux concepts et leur prise en compte afin de structurer le produit ainsi que la gestion des interactions entre les acteurs via la détection des besoins de synchronisation des informations *Produit, Processus ou Organisation*.

Une autre facette de cette intégration produit, processus et organisation corrélée avec une ambition de collaboration entre acteurs réside dans la gestion des conflits survenant tout au long du processus de conception. La prise en compte de la capitalisation par standardisation de « fonctionnements » performants issus de conflits passés, par exemple lors d'un projet

⁷ La notion d'environnement de conception est plus précisément détaillée en Annexe 3 de ce mémoire.

innovant en conservant les « bonnes pratiques » pour le projet suivant, n'est pas traitée par les outils aujourd'hui disponibles sur le marché.

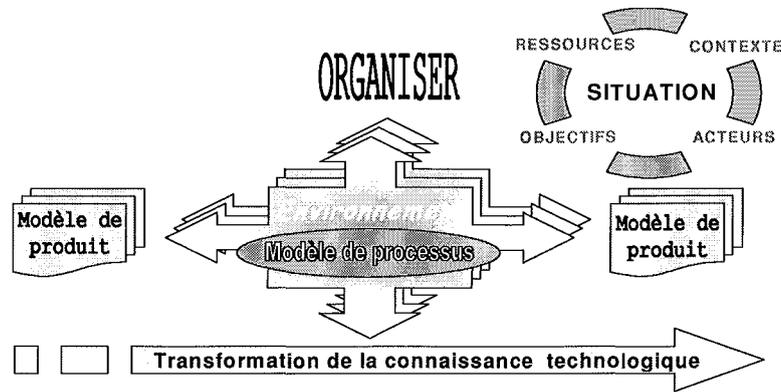


Figure 14 : Intégration Produit, Processus Organisation dans le projet IPPOP

2.6. Conclusion : des besoins forts en terme de collaboration mais pas de solutions supports adaptées

Parmi les différentes formes d'interactions existantes entre les acteurs travaillant sur un projet de conception, la collaboration apparaît comme étant la forme imposant le plus de liens entre ces acteurs de la conception. Différents enjeux importants sont corrélés à la mise en place d'une collaboration efficace au sein des « Design Team » [Darses *et al.*, 2001b]. Différentes approches se sont penchées sur la question, avec des points de vue divers, provenant des domaines des sciences pour l'ingénieur comme des sciences humaines et sociales. Corrélée à cet objectif de collaboration, la mise en œuvre de connaissances collaboratives, partagées par les différents acteurs intervenant sur le projet de conception apparaît comme un élément clef de la performance de cette collaboration et par là même, du processus global de conception. Cependant, en regard de ces connaissances à mettre en œuvre, il n'existe pas de solution support à la conception capable d'assister l'acteur de la conception dans la mise en œuvre d'un environnement adapté à son travail collaboratif, en proposant notamment une capitalisation et une gestion de ces connaissances collaboratives employées. Un référentiel supportant ces fonctionnalités apparaît dès lors comme un manque avéré.

En prenant en compte le prédicat de [Visser, 2001] considérant que l'activité de conception renvoie à un cadre de *résolutions de conflits*, nous avons tenté de combler ce manque effectif de référentiel en nous intéressant au cadre particulier de collaboration qu'est la gestion de conflits au sein de l'activité de conception. Dans la suite de ce document, nous allons nous focaliser sur cette forme particulière de collaboration afin de l'étudier et de

proposer des solutions permettant de palier les manques que nous avons évoqués dans cette partie.

Chapitre 2

Chapitre 2 : Spécifications du référentiel de collaboration

Ce chapitre nous permet d'aborder le cas spécifique des situations de conflits en conception collaborative de produit. Après avoir précisé la notion de conflit existant à travers différents travaux ainsi que les outils et méthodes actuellement disponibles concernant cet aspect particulier de la collaboration, nous proposons les spécifications d'un référentiel dédié à la gestion de conflit en conception collaborative. Nous étudions quels sont les objectifs d'un tel référentiel et la méthode utilisée afin de générer ses spécifications statiques. Dans une troisième partie nous aborderons les spécifications dynamiques de ce référentiel en expliquant son utilisation. Nous synthétisons ensuite ses spécifications dans des patrons de conception avec l'ambition de redéployer ses patrons dans des situations similaires. La dernière partie de ce chapitre nous conduira à observer la position de ce référentiel par rapport aux attentes d'un environnement complet de conception, gérant les aspects Produit, Processus et Organisation telles qu'elles ont été définies dans les objectifs du projet IPPOP, et nous montrerons l'intégration du modèle issu de notre référentiel avec les modèles Produit, Processus et Organisation fournis par le projet IPPOP.

3.1. Spécificités de la gestion de conflits en conception collaborative de produits

La gestion de conflits est une activité récurrente en *Concurrent Engineering*. Ces conflits, liés en partie à la complexité des produits et à la multiplicité des savoirs mis en jeu représentent en moyenne entre 20 et 30% du temps global d'un projet [Klein, 2000], [Badke-Schaub et al., 2003]. De même, d'après [Schulz-Hardt *et al.*, 2002], les difficultés et remparts à la collaboration dans les activités de conception peuvent aussi provenir des différents conflits apparaissant entre les individus lors de ces activités.

Cependant, la résolution de ces conflits ne peut être réalisée par un seul acteur et nécessite le brassage et la mise en commun des différents domaines d'expertises ainsi que des connaissances collaboratives nécessaires à la compréhension mutuelle pour définir une ou plusieurs solutions acceptables en réponse à un conflit donné.

Ainsi, la gestion de conflits est une activité purement collaborative, nécessitant l'intervention de différents acteurs. En examinant les typologies de travail collaboratif proposées à la section 2.2.1, on s'aperçoit que la gestion de conflits est un type particulier de collaboration, se situant aux niveaux les plus bas des hiérarchies proposées. Par exemple, dans [Girard *et al.*, 2003], la gestion de conflits relève d'une collaboration de type *prédéterminée* et *forcée*

puisque les acteurs de la gestion de conflits se voient imposer un groupe de collègues défini au préalable afin de mener à bien la résolution du conflit. Ceci correspond ainsi au cas le plus contraint de la collaboration en conception de produits, de même que la position occupée par la gestion de conflits dans la taxinomie de [Rose *et al.*, 2004]. Ainsi, l'étude de cette forme particulière de collaboration peut se révéler particulièrement intéressante dans le but d'appliquer les résultats trouvés à des formes moins contraintes de collaboration. La suite de cette partie présente les différents travaux existants en gestion de conflits en conception.

3.1.1. La notion de conflit

Différentes définitions de la notion de conflit ont été proposées dans la littérature. Cependant il n'y a pas de consensus général autour de ces définitions [Thomas, 1992], [Wall *et al.*, 1995] [Barki *et al.*, 2001]. De manière générale, "il y a conflit lorsqu'une décision ne peut être prise par les procédures habituelles", selon la définition de March et Simon qui reste la plus simple et la plus communément admise [March, 1958].

Thomas [Thomas, 1976] considère deux types de conflits: le conflit intra-individuel qui correspond à la tendance d'un individu à fournir des réponses incompatibles entre elles, et le conflit "dyadique", entre deux entités (deux groupes, deux personnes...), qui selon l'auteur doit être vu comme un processus qui englobe la perception, les émotions, l'humeur des deux parties. Le conflit se déclenche lorsqu'une des deux entités perçoit un état de frustration chez l'autre ou si elle se sent elle-même en état de frustration vis-à-vis de l'autre entité. On peut alors employer le terme de conflit entre participants [Matta *et al.*, 1996] dans un contexte multi-expertises, inter-personnes, inter-groupes ou inter-organisations. C'est cette deuxième utilisation que nous retenons dans le cadre de nos travaux.

[Wall *et al.*, 1995] présentent un conflit comme étant le processus dans lequel une partie s'aperçoit que ses intérêts sont opposés ou affectés négativement par ceux d'une autre partie. [Pruitt, 1981] définit quant à lui un conflit comme étant un désagrément entre deux ou plusieurs points de vue à propos de décision ou valeurs proposées en cours de conception. [Harrington *et al.*, 1995] reprend le point de vue de Pruitt en remarquant que ces divergences sont dues essentiellement aux différents besoins menant à des préférences incompatibles parmi les alternatives prises en considération. Selon [Harrington *et al.*, 1995], un conflit peut être éventuellement anticipé dans le cas où une situation est reconnue comme étant potentiellement sujette à conflits. Cette anticipation est très importante quand il s'agit de réduire l'effort de conception afin d'identifier et de résoudre les conflits avant qu'ils n'apparaissent effectivement. Selon [Putnam *et al.*, 1982], un exemple de conflit lors d'une interaction peut s'exprimer comme étant une différence d'opinion apparaissant lors de

relations interdépendantes pouvant engendrer une vision incompatible des buts et intérêts. Cette définition est également adoptée dans [Easterbook *et al.*, 1993]. Ces auteurs mettent en exergue les trois caractéristiques principales d'un conflit : interaction, interdépendance et incompatibilité, ce qui présuppose l'existence de deux buts au moins [Castelfranchi, 2000]. En suivant cette définition, un conflit n'est pas l'opposé de la collaboration mais un phénomène qui peut se produire lorsque des personnes coopèrent ou non. Le succès de la collaboration dépend ainsi de la manière dont le conflit est géré [Zhuang 1999]. Dans le cadre de la conception de produits, on peut considérer qu'un conflit est une exception au processus de conception initialement défini, c'est-à-dire les situations auxquelles le processus de conception ne peut répondre. Ainsi, afin de définir un conflit en conception, nous pouvons appliquer la définition de [Putnam *et al.*, 1982] dans le cas où une différence d'opinion survient entre deux personnes; différence d'opinion qui n'a pas pu être résolue par le processus de conception standard.

3.1.2. Différentes typologies de conflits

[Matta *et al.*, 1996] distinguent deux catégories au sein des discordances intervenant lors des conflits entre participants : les discordances portant sur les stratégies ou les discordances portant sur les propositions.

Les conflits de stratégies correspondent à des incohérences dans les méthodes et outils utilisés par les concepteurs, dans l'organisation et la réalisation des activités incombant aux différents participants. Des problèmes de collaboration ainsi que des divergences dans les responsabilités peuvent également venir se greffer à cette classe de conflits.

Les conflits portant sur les propositions peuvent résulter de problèmes de compréhension, en fonction de la terminologie ou du point de vue adoptés, du refus d'acceptation de différentes pré-conditions, éléments ou conséquences d'une proposition donnée (Figure 15).

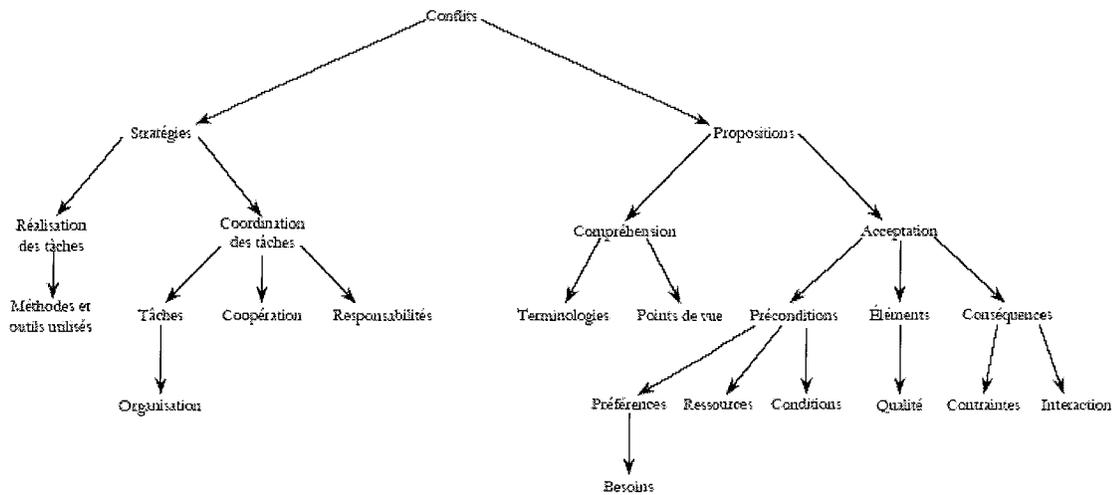


Figure 15: Typologie de conflits proposée par [Matta et al., 1996].

Nous pouvons remarquer que les conflits de type « stratégique » ont trait à des questions liées au processus et à l'organisation alors que les conflits de type « propositions » portent majoritairement sur des aspects du produit .

[Klein, 2000] adopte une dichotomie parallèle à celle de [Matta et al., 1996], mais permet d'intégrer des paramètres supplémentaires, comme des informations méta-processus. La typologie de processus de conception collaborative proposée (figure 15) est basée sur la manière dont les concepteurs se représentent le processus de conception (conflit de conceptualisation), ou sur la manière dont ils se représentent le contenu, l'objet de la conception en lui-même (conflit de croyance) (Figure 16).

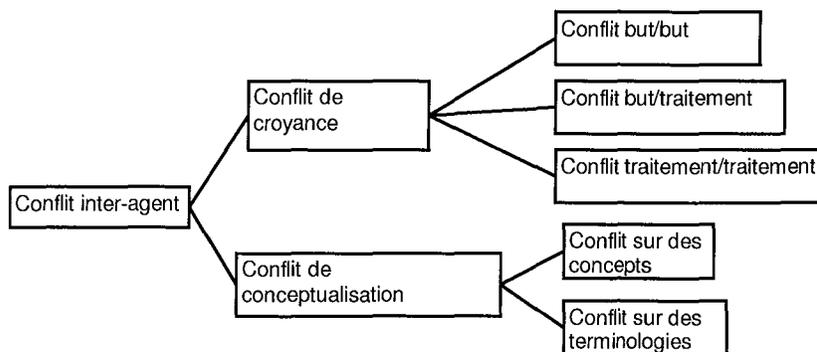


Figure 16 : Taxinomie partielle des conflits selon [Klein., 2000]

[Sreeram et al., 1999] considèrent une classification en fonction des conflits légers, moyens ou durs. Les conflits légers surviennent principalement au niveau de la communication. Ils sont dûs à des erreurs sémantiques ou à un manque d'information. Ils sont assez fréquents mais simples à résoudre. Les conflits moyens sont essentiellement dûs à des estimations

approximatives, des failles dans les performances ou des jalons non respectés. Enfin les conflits durs couvrent un panel allant des problèmes de violation de contrainte dans un modèle de produit jusqu'à des problèmes d'ordre socio-culturels.

Castelfranchi ([Castelfranchi *et al.*, 2000], [Castelfranchi 2000]), dans le cadre de travaux utilisant les Systèmes Multi Agents, propose une classification basée sur une distinction entre des conflits intrinsèques et extrinsèques, directs et indirects et enfin explicites et implicites.

[Dieng *et al.*, 2001] distinguent plusieurs types de conflits intervenant lors de l'acquisition des connaissances à partir de plusieurs experts :

- Des conflits liés à l'utilisation de terminologies différentes (par exemple des problèmes de polysémie ou synonymie,
- Des conflits dus à des conceptualisations différentes mais compatibles : les experts manipulent alors des concepts différents mais non contradictoires et les hiérarchies de concepts associés aux experts sont compatibles et pourraient être intégrées si besoin est;
- Des conflits dus à des raisonnements différents mais compatibles : ces conflits apparaissent quand, pour un même problème, les experts utilisent des méthodes de résolution différentes mais permettant d'aboutir au même résultat,
- Des conflits dus à des raisonnements incompatibles, ces conflits intervenant quand les experts utilisent des méthodes de résolution différentes aboutissant à des résultats différents.

D'autres typologies ayant attiré à la sociologie, à la psychologie ou à l'Intelligence Artificielle, en s'intéressant tout particulièrement aux Systèmes multi-agents sont présentés plus en détail dans [Dehais *et al.*, 2000] et dans [Müller *et al.*, 2000].

3.1.3. Différentes approches et outils de résolution de conflit existants

[Thomas, 1976] propose une modélisation des conflits qui d'une part s'intéresse à la dynamique des événements qui créent le conflit (Process Model), et d'autre part à un modèle statique qui concerne les conditions de déclenchement d'un conflit (Structural Model).

A partir de la taxinomie proposée par [Matta *et al.*, 1996] et [Matta *et al.*, 1997], ces auteurs ont proposé un modèle pour la conception concurrente, afin d'identifier dans quelles étapes de la conception les conflits peuvent apparaître et quel type de méthode permet de gérer ces conflits. Leur travail a abouti à identifier trois types de méthodes : des méthodes de prévention, des méthodes d'argumentation et des méthodes de négociation. Des associations entre les tâches et sous-tâches du processus de conception concurrente, les

méthodes de résolution les plus ad hoc ainsi qu'une association type de conflit/type de méthode à utiliser ont été réalisées. Une implémentation de composants génériques comme extension de la bibliothèque CommonKADS [Breuker *et al.*, 1994] [Sreiber *et al.*, 1999] a également été entreprise dans le but de définir un modèle conceptuel de la tâche de conception concourante et de gestion de conflits pour une application particulière.

Parallèlement, [Klein 2000] a proposé d'étendre et de relier sa taxinomie de conflits avec une taxinomie de processus de résolution de conflits. Ces processus sont subdivisés en 2 classes, en fonction du fait que le conflit ait déjà eu lieu ou s'il n'est pas encore arrivé. Si le conflit n'a pas encore eu lieu, des mécanismes d'anticipation et d'évitement peuvent être mis en place. Si le conflit s'est déjà produit, Klein propose des mécanismes de détection et de résolution de conflit. Parmi ces mécanismes, on peut citer notamment les systèmes à base de règles via l'utilisation de réseaux sémantiques [Klein, 1993] élaborées pour l'outil DCSS. Cet outil présente une approche offrant une représentation relativement globale de la logique de conception. En effet, certains éléments du contexte comme l'organisation de l'activité, le rôle des acteurs ainsi que l'artefact sont représentés. Il offre plusieurs vues sur un projet : modules de l'artefact, association des tâches, évaluation des spécifications, prise de décision, alternatives de conception et argumentation [Bekthi *et al.*, 2004]. Dans une optique de capitalisation et de réutilisation, [Klein, 2000] propose de déposer les différents problèmes rencontrés dans un manuel de conception (selon le modèle, érigé dans le MIT Process Handbook [Malone *et al.* 1998]). Ce manuel de conception est une spécialisation d'un méta-processus de gestion de conflits, permettant de préciser quelles solutions ont été utilisées, pour quel propos et à quel moment. Ce référentiel proposé et les outils de capitalisation mis en place s'avèrent malheureusement lourds et compliqués à mettre en place, ne favorisant pas l'accès direct à ces connaissances en cas d'urgence comme il est souvent le cas en gestion de conflits.

[Lander *et al.*, 1997] et [Robinson *et al.*, 1994] préconisent l'utilisation de Systèmes Multi-Agents pour mener à bien une résolution. Chez ces derniers auteurs, la résolution du conflit est négociée de manière interactive entre une personne et un agent qui applique différentes stratégies de résolution. Se basant sur les travaux de [Liu *et al.*, 1996], [Sigman *et al.*, 2003] propose une méthode de détection des conflits utilisant des principes de logique floue afin de détecter les conflits en conception. Des techniques de négociations pour faciliter la résolution de conflits entre diverses options proposées par différents participants sont également présentées dans ces travaux, incluant notamment le concept d'inférence floue. Se basant notamment sur les travaux de [Klein 2000] et [Matta *et al.*, 1997], [Taratoukhine *et al.*, 2001] déplorent, dans les travaux actuels, la trop grande importance prise par les aspects sociaux et psychologiques de la communication entre les différents membres des équipes de travail

lors de la résolution de conflits. Selon ces auteurs, cette focalisation se fait au détriment d'une focalisation sur la communication entre agents artificiels ainsi que sur le développement d'une méthodologie générale de résolution de conflits, basée sur des concepts d'Intelligence Artificielle. Ils proposent un cadre pour le développement d'une méthodologie de contrôle intelligent des disparités (*Intelligent Distributed Mismatch Control*) basée sur l'intégration de deux approches : la classification et la négociation, incluant un modèle de taxinomie des disparités et un modèle structurel présentant le cadre du système multi-agents mis en place.

[Dieng *et al.*, 1998] proposent l'outil MULTIKAT afin de comparer les connaissances de plusieurs experts et offrent les stratégies de résolutions de conflit pour l'élaboration de mémoires d'entreprise basées sur :

- la stratégie de la plus grande généralisation, où la personne en charge de la résolution (en général un cogniticien) privilégie les connaissances les plus générales et les intègre dans le modèle final,
- la stratégie de la plus grande spécialisation (les connaissances les plus pointues sont préférées),
- la stratégie de la plus grande conceptualisation (les connaissances les plus abstraites sont gardées),
- la stratégie de la plus grande compétence (l'avis de l'expert étant reconnu comme le plus compétent dans un domaine est suivi),
- la stratégie du consensus : seules les connaissances consensuelles sont gardées.

[Golebiowska, 2002] propose *Samovar* (Système d'Analyse et de Modélisation des Validations des Automobiles Renault) (Figure 17), outil et méthode de capitalisation de connaissances dans le domaine de l'automobile basé sur la construction et l'exploitation d'une mémoire de projet. Cette mémoire de projet, au sens de la définition donnée dans [Matta *et al.*, 1999a], est érigée en particulier à partir d'une mémoire des problèmes rencontrés au cours d'un projet. *Samovar* repose sur un ensemble d'ontologies qui structurent les connaissances et guident la recherche d'information dans la mémoire de projet via le moteur de recherche *CORESE*. Cette recherche est réalisée en corrélant une base de donnée annotée rassemblant les différents problèmes rencontrés. Cette méthode permet de consolider de façon sûre et pertinente les ontologies de problèmes mais ne propose pas d'environnement permettant une communication directe et structurée entre les acteurs impliqués dans le projet traité.

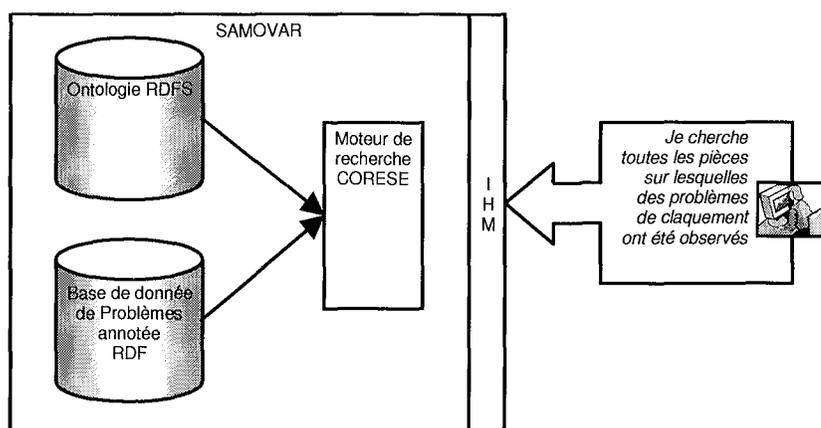


Figure 17: Principe de fonctionnement et organisation de SAMOVAR [Golebiowska, 2002]

La plupart de ces approches sont basées sur une taxinomie de conflits à laquelle est corrélée une taxinomie de solutions ou méthodes de résolutions potentielles. Cependant, mis à part le référentiel proposé par [Klein, 2000] sur la base des travaux de [Klein, 1993] définissant le référentiel DCSS, aucun de ces travaux ne montre le lien existant entre le processus de conception collaborative et des conflits caractéristiques pouvant apparaître de façon récurrente à certaines des étapes du processus de résolution. Cette corrélation serait pourtant nécessaire dans le but de permettre une comparaison évidente et rapide entre des situations dont les besoins sont similaires à des conditions précédemment rencontrées dans une phase bien précise du processus de conception. De même, si la plupart de ces approches ont une méthode de résolution orientée « Produit » en préconisant des solutions techniques, peu font état des conflits ayant trait au processus suivi ou à l'organisation mise en place. D'autre part, les différentes taxinomies rencontrées dans ces travaux se veulent toutes orientées vers des disciplines spécifiques, mais ne présentent pas de possibilités d'extension ou de développement dans un domaine technique donné. Enfin, si ces travaux présentent des modèles implémentés dans des outils prototypes, leur mise en œuvre reste confidentielle et nécessite une infrastructure logicielle et/ou matérielle relativement importante, ce qui ne facilite pas leur utilisation et leur prolifération en entreprise.

Il résulte de ce bilan concernant les outils et méthodes propres à la gestion des conflits en conception collaborative de produits qu'aucune réponse ne semble couvrir intégralement les besoins relatifs à cette activité alors que nous avons vu que la demande est bien réelle. Dans cette perspective, nous proposons d'étudier dans la suite de ces travaux un *référentiel collaboratif* comportant des spécifications statiques et dynamiques en vue de créer un système permettant la gestion en collaboration des conflits de conception.

3.2. La boucle de la systémique appliquée à la gestion de conflit : Description du cycle Observation-Décision-Information (ODI)

La gestion de conflits étant un cas particulier de la collaboration en conception, il n'en demeure pas moins que ce phénomène peut tenter d'être rationalisé et circonscrit par des méthodes génériques s'appliquant dans des situations assez diverses et variées.

3.2.1. Génèse du cycle ODI

En nous inspirant de la boucle de la systémique ([Lemoigne 1977], [Lemoigne 1990]), ainsi que des concepts de régulation dynamique issus de la cybernétique [Wiener, 1948], nous proposons d'utiliser un processus de résolution de conflits présenté (Figure 18). Dans les travaux de Lemoigne, le modèle fonctionnel basé sur l'utilisation des systèmes de Décision-Information-Opération, permet de décrire et modéliser un système complexe. Dans le cas de la gestion de conflits, nous avons reporté en première phase les opérations d'*analyse et d'observation* réalisées par un système à la lumière des informations traitées lors de la phase de *décision* par le système de décision et *mémorisées* par le système d'information/mémorisation [Ericksson, 1997]. Suivant ce protocole, dès qu'un conflit est détecté, **observé** manuellement ou automatiquement, il s'agit de mettre en place un processus visant à **décider**, c'est-à-dire d'enchaîner une succession d'activités aboutissant à une prise de décision pour résoudre le conflit détecté [Rose et al., 2003a], puis à **informer**, c'est-à-dire de transmettre la solution retenue sur la ou les activités de conception concernées et mémoriser ces actions.

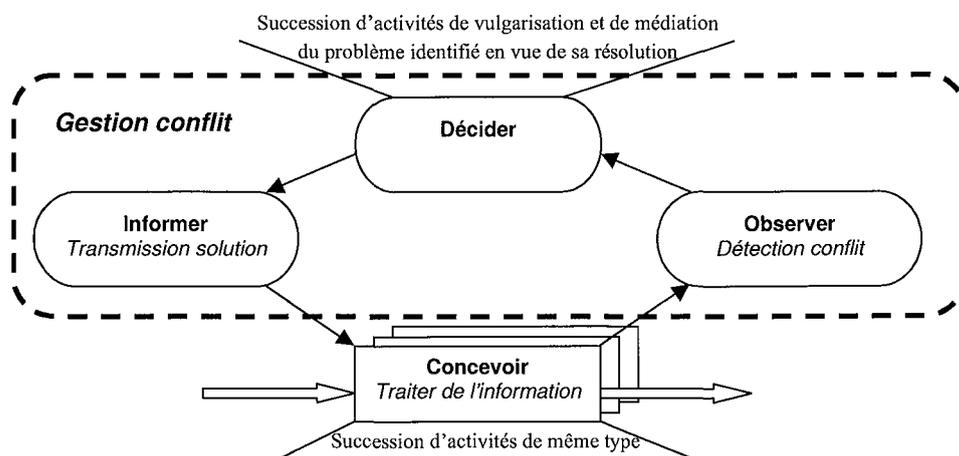


Figure 18 Adaptation de la boucle de la systémique à la résolution de conflits

Dans ce qui suit, nous proposons d'apporter une solution pour la gestion de conflits en conception coopérative de manière à :

- Disposer d'un référentiel pour la conception collaborative afin de capitaliser les décisions et justifications prises dans ce processus particulier qu'est la gestion de conflits afin de mettre à disposition facilement ces connaissances dans le cadre d'un projet nouveau de manière à soit ne pas refaire les mêmes erreurs, soit à aboutir plus vite à la solution sans renouveler ce conflit et sans « réinventer la roue ».
- Favoriser la collaboration entre acteurs en permettant une représentation, une confrontation et la communication des perspectives des différents participants [Buckingham, 1997] en proposant une aide à la conception.
- Mettre en place un processus dynamique décrivant l'utilisation de ce référentiel lors de différentes situations de conflit, tout en s'intégrant dans le processus de conception.

3.2.2. Pourquoi la capitalisation au sein d'un référentiel?

Trois objectifs sont généralement attribués au management des connaissances : créer, partager, capitaliser [Ermine, 2000] [Leclère *et al.*, 2000]. Dans l'optique de [Nonaka *et al.*, 1997], la création de connaissances organisationnelles est un processus en cinq phases :

- phase 1 : partage de connaissances tacites par le dialogue,
- phase 2 : création de concepts,
- phase 3 : justification des concepts,
- phase 4 : construction d'un archétype (conversion du concept justifié en quelque chose de concret et de tangible),
- phase 5 : extension de la connaissance dans l'organisation.

En appliquant ce schéma à la gestion des conflits en conception collaborative, les quatre premiers points relèvent essentiellement de paramètres communicationnels, impliquant un certain niveau de formalisation afin de pouvoir obtenir une vision partagée du conflit à résoudre. Cependant, dans la perspective d'une réutilisation, le dernier point, à savoir l'extension de la connaissance en deçà du projet semble poser problème si on considère un simple cadre de communication. Or, cette dernière phase est fondamentale : « la nouvelle connaissance qui s'est faite réalité ou qui prend la forme d'un archétype peut déclencher un nouveau cycle de création de connaissances s'étendant horizontalement et verticalement » [Nonaka *et al.*, 1997]. Il apparaît donc pertinent de penser la capitalisation comme une phase capitale du processus de création de connaissances en général, donc en particulier dans le cas de la création des connaissances lors de la gestion d'un conflit, et de s'attacher à mettre

en oeuvre des modalités spécifiques de gestion de cette phase particulière [Simoni, 2001], en vue notamment d'une utilisation au sein du cycle ODI proposé précédemment.

Capitaliser les connaissances issues des projets a donc pour objectif de mettre à disposition l'expérience des individus et groupes qui y ont participé, constituant ainsi un réservoir de ressources et d'idées tant pour ceux qui ont participé et qui se remémorent l'intérêt de certaines situations (troisième composante des connaissances collaboratives) que pour les autres qui pourraient trouver là des réponses pour l'exploration de nouvelles pistes de recherche.

Nous pouvons donc définir les objectifs suivants quant à la capitalisation au sein de notre référentiel collaboratif (Figure 19) :

- Gérer les conflits en promouvant au sein du cadre conversationnel basé sur la boucle ODI une utilisation des expériences passées comme base de référence ;
- Fournir une aide à la conception en se remémorant ses expériences et solutions passées,
- Générer de la connaissance en utilisant, combinant et modifiant dans un nouveau contexte ces expériences mémorisées.

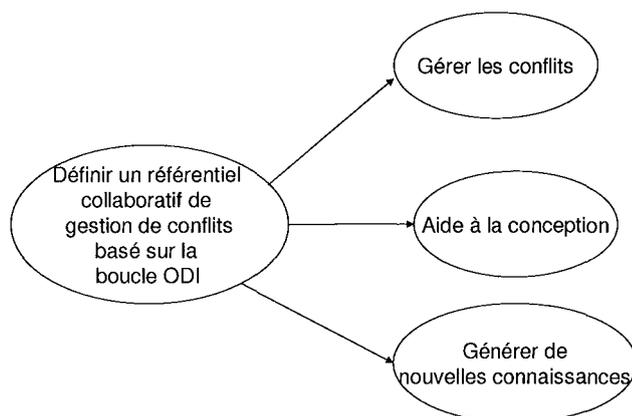


Figure 19 : Objectifs de la capitalisation au sein du référentiel de gestion de conflits

Ayant envisagé l'intérêt que présente la capitalisation des connaissances au sein d'un référentiel dédié à la gestion de conflits, il s'agit désormais de mettre en perspective le cadre d'analyse sur lequel sera basé notre référentiel.

3.2.3. Concepts clés du référentiel de gestion de conflits

Le référentiel de gestion de conflits doit permettre de répondre aux caractéristiques précédemment émises en intégrant une perspective de déploiement et d'implémentation ergonomique dans un outil logiciel. La mise à disposition des informations et connaissances

définies dans ce référentiel passe par la représentation de la logique de conception [Buckingham, 1997]. Cette représentation consiste à modéliser les éléments caractérisant le processus de prise de décision dans le conflit. Ces éléments sont essentiellement [Rose *et al.*, 2003a], [Bekhti, 2004] :

- Les objets du conflit,
- Les arguments avancés pour faire avancer la négociation,
- Les suggestions par rapport aux éléments et arguments discutés,
- Les intervenants participants aux discussions.

Cependant, l'explicitation de ces éléments nécessite une structuration du contenu de la gestion de conflits (l'objectif de cette structuration étant de permettre un accès intelligent aux connaissances manipulées et capitalisées).

Nous avons défini les notions d'activité de collaboration et d'itération afin de permettre un premier niveau de structuration dans notre modèle.

3.2.3.1 La notion d'activité de collaboration

L'activité de collaboration peut être vue comme étant un sous-type d'activité⁸ du processus de conception. Cette activité est nécessairement réalisée par au moins deux acteurs de la conception, et peut rassembler des acteurs internes au projet et/ou à l'entreprise comme des acteurs externes. Elle intervient dans différents cas de collaboration (cf typologie présentée au paragraphe 2.2.1). Dans notre modèle, elle est spécifiquement dédiée à la gestion des situations de conflits mais peut être utilisée dans différentes situations.

3.2.3.2 La notion d'itération

Les itérations sont une caractéristique importante du processus de conception : la complexité et l'aspect dynamique du processus de conception conduisent à l'apparition d'un important nombre d'itérations au sein de ses activités [Boudouh *et al.*, 2002]. Ces itérations ont une influence directe et évidente sur les coûts et délais de développement du projet. Il est communément admis que le processus de conception est itératif par nature. [Pahl *et al.*, 1996] définissent les itérations comme le processus par lequel une solution est approchée étape par étape. [Ulrich *et al.*, 2000] définissent une itération comme la répétition d'une activité déjà accomplie afin d'y incorporer de nouvelles informations. Dans une autre perspective, [Adams *et al.*, 1999] la définissent comme l'utilisation de processus heuristiques de raisonnement qui suivent un cycle de recherche d'informations, d'analyse de ces informations, d'identification des possibles révisions dans la conception et l'implémentation

⁸ La notion d'activité est ici entendue au sens de la notion définie dans le formalisme IDEF0 [IEEE, 1998].

de ces révisions avec l'ambition d'atteindre un objectif précis. Cette perspective permet de prendre du recul par rapport aux activités de conception en elles-mêmes (analyse ou génération d'idées) en se focalisant sur les patrons utilisés pour réfléchir sur le problème en question. Ainsi, [Adams *et al.*, 2000] ont établi une taxinomie des itérations permettant de différencier les *itérations de diagnostic* qui définissent et évaluent les tâches à implémenter au sein du processus de conception, et les *itérations de transformation* qui synthétisent de nouvelles informations. Les itérations telles qu'elles apparaissent dans notre optique correspondent majoritairement à des perspectives de *transformation*, sachant que le conflit est déjà découvert et porte essentiellement sur des aspects produit.

3.2.4. Démarche de raisonnement suivi afin de construire un référentiel de gestion de conflits

Nous proposons pour la spécification du référentiel de gestion de conflits en conception collaborative proposé, une démarche supportée par une succession de modèles UML [Booch *et al.*, 1998] (Figure 20), pilotée essentiellement par les cas d'utilisation qui servent de fil conducteur tout au long de la spécification [Gzara, 2000]. Initialement (à la phase d'expression des besoins), ils sont utilisés pour capturer les besoins de l'utilisateur, sous la forme d'une séquence d'événements décrite de manière textuelle et décorée par des diagrammes de séquences qui représentent l'interaction entre acteur et système sous forme de flux d'information (dialogue Homme-Machine). Par la suite (à la phase d'analyse), les cas d'utilisation offrent un cadre pour identifier les objets du système et les messages échangés entre eux, pour répondre aux actions de l'acteur et ce sous la forme de demandes de services entre objets, qui se transforment ensuite en opérations sur les classes associées aux objets.

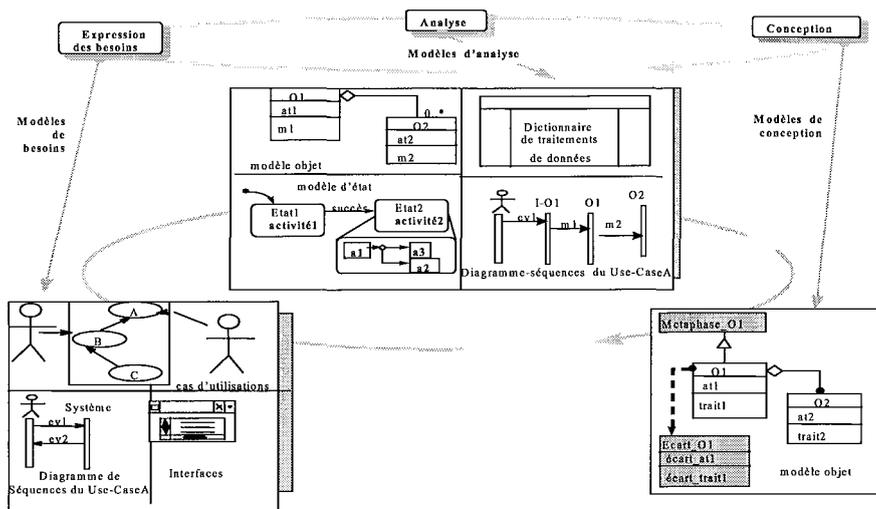


Figure 20 : Vision globale de la démarche UML

Phase d'expression des besoins

Les modèles dans cette phase ont pour objectif de documenter les besoins des acteurs, souvent dans des termes proches de lui. Les éléments de modélisation mis en jeu dans cette phase sont essentiellement les diagrammes de cas d'utilisation et les diagrammes de séquences. Pour ce faire, on propose d'abord de déterminer les cas d'utilisation en observant les attentes des utilisateurs vis à vis du système en terme de fonctionnalités fournies et d'interactions. Cette phase d'investigation, nécessitant une démarche ascendante à partir de besoins issus de cas réels, a été réalisée en menant un certain nombre d'interviews, questionnaires et en discutant avec différents acteurs du Bureau d'Etudes Alstom Moteurs Nancy et en observant les différentes méthodes préconisées par la littérature afin d'établir notamment la boucle ODI. Après avoir dégagé ces besoins et les avoirs explicité sous formes de cas d'utilisation, chaque cas d'utilisation identifié est vu comme un scénario qui peut être documenté sous forme graphique au moyen des diagrammes de séquences. Pour construire les divers diagrammes de séquence, on observe à l'intérieur de chaque cas d'utilisation la séquence, selon un point de vue temporel, des échanges d'informations entre acteur et système.

Phase d'analyse

Au passage à l'analyse, on montre comment des sociétés d'objets collaborants (initialement issus du domaine étudié, et complétés plus tard par des objets techniques de conception) viennent réaliser les interactions décrites dans les scénarii des cas d'utilisation définis lors de la phase d'expression des besoins. La construction des diagrammes de séquences détaillés passe par les étapes suivantes :

- A chacun des scénarii, déterminés dans la phase précédente, est associée une collaboration d'objets qui réalise les interactions d'un tel scénario, en échangeant des demandes de service entre objets.
- Aux objets identifiés, on associe des types généraux : les classes.
- Les demandes de services entre objets sont traduits en opérations sur leurs classes associées (quand on définit une opération, on spécifie la classe destinataire). Ce passage des demandes de services aux opérations découle du fait qu'une demande de service entre deux objets est une communication qui déclenche une activité dans l'objet destinataire, soit une opération de la classe associée à l'objet en question.
- Associer aux opérations identifiées leurs paramètres, qui ne sont autres que les données communiquées lors des demandes de service. Ces paramètres constitueront les attributs des classes mises en jeu.

- A la construction des diagrammes de séquences, les classes sont déjà identifiées et décrites par les opérations et les attributs. On peut alors déduire le diagramme des classes. Les liens entre les classes se déterminent selon le type d'opérations entre elles. On peut par la suite affiner ce diagramme de classe en introduisant des spécialisations et des compositions.

3.2.5. Les cas d'utilisation du système

De l'étude précédente sur le processus de conception collaborative (Figure 18), la gestion de conflits en conception peut être vue comme une succession de trois phases qui correspondent aux principaux cas d'utilisation du système collaboratif que nous proposons (Figure 21) : *Observation* du conflit, *Décision* de la solution à apporter et *Information* aux acteurs concernés (transmission de la solution).

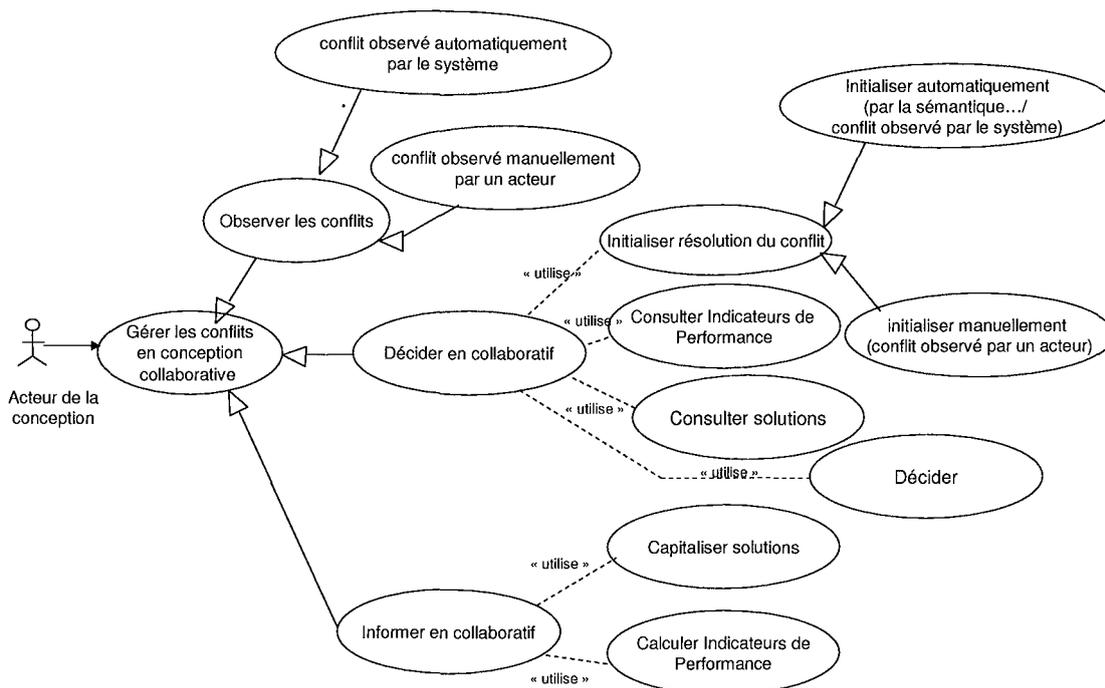


Figure 21 : Principaux cas d'utilisation de l'application

Dans ce qui suit, nous présentons chacun de ces cas d'utilisation. Nous décrivons d'abord les interactions acteur-système (scénario) qui se passent lors de chacun des cas d'utilisation identifiés d'une façon textuelle. Ensuite, et comme le préconise la démarche de spécification UML que nous avons proposée dans le paragraphe 2, nous formalisons chacun des scénarii à l'aide de diagrammes de séquences.

3.2.5.1 Cas d'utilisation : Observation

En fonction des informations saisies sur le produit, issues des activités de conception, le conflit est détecté. Ce conflit peut être détecté soit automatiquement par le système coopératif, suite à une saisie qui entraîne un conflit sur le modèle produit, processus ou organisation, soit par l'un des acteurs de la conception qui observe le modèle produit, lorsqu'il s'agit d'un conflit sur le vocabulaire employé ou sur les choix effectués par d'autres acteurs pour définir le produit par exemple. Dans chacun de ces deux scénarii (Figure 22), le système déclenche alors un processus décisionnel pour résoudre le conflit. Les diagrammes de séquences qui suivent formalisent les deux scénarii d'observation automatique et d'observation humaine d'un conflit :

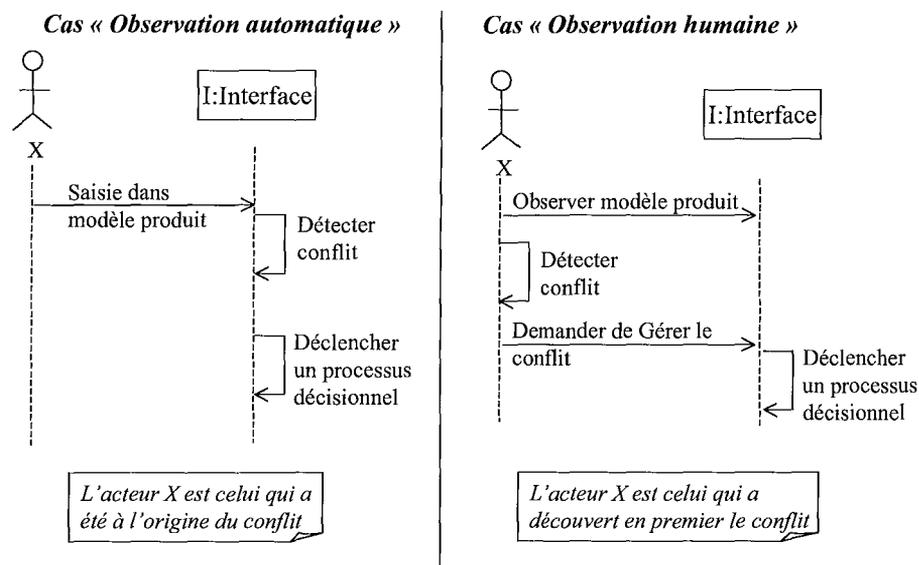


Figure 22: Diagramme de séquences du cas d'utilisation « Observation »

La détection automatique des conflits n'est pas traitée ici. Ces travaux relèvent de problématiques informatiques essentiellement. De nombreuses méthodes et algorithmes utilisés par les informaticiens [Kuchar *et al.*, 2000] se proposent de détecter les conflits se produisant lors d'accès multiples à une donnée durant différentes mises à jour du modèle [Imine *et al.*, 2004], [Godart *et al.*, 2004] en utilisant notamment des Systèmes Multi-Agents [Zhuang, 1999].

3.2.5.2 Cas d'utilisation : Décision

Après avoir détecté un conflit, il faut lancer un processus décisionnel pour le résoudre. Cette phase est d'abord **initialisée** par le système en créant une « *activité de collaboration* » pour référencer le problème à traiter et les différents éléments le caractérisant, afin de garder

trace de ce conflit par la suite. Comme nous l'avons précisé précédemment, seule l'observation et la détection « *manuelle* » du conflit est envisagée ici. Ainsi, un message est envoyé à l'acteur ayant découvert le conflit. Celui-ci doit s'identifier et saisir les éléments caractéristiques permettant d'archiver le conflit ; à savoir la date, le type de conflit auquel se rapporte le problème observé ainsi que l'élément du modèle produit sur lequel le conflit est survenu. Cette étape est guidée par l'utilisation d'ontologies (comme présenté au chapitre 3). Un lien avec un fichier décrivant le conflit ou l'élément sur lequel porte le conflit peut aussi être ajouté. La Figure 23 décrit cette étape d'initialisation.

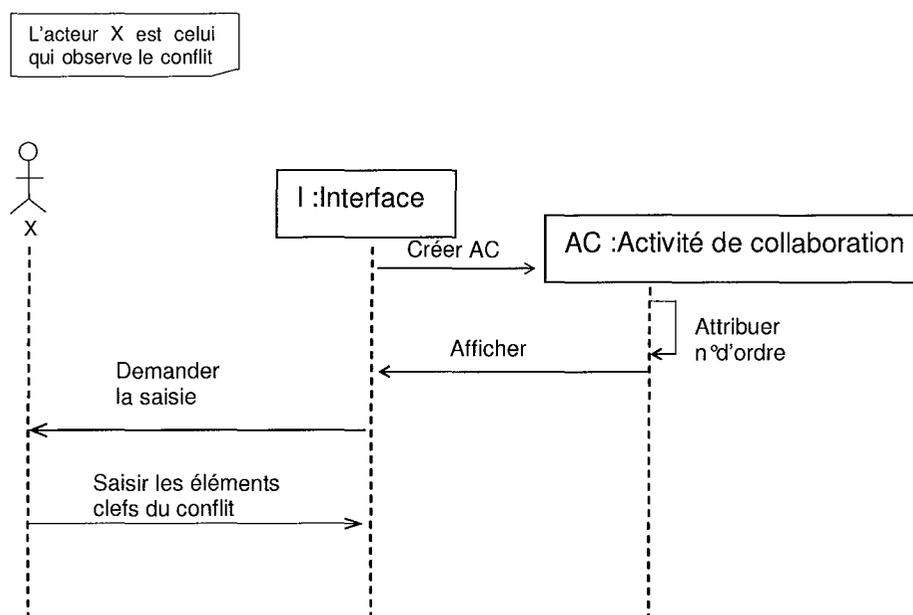


Figure 23 : Diagramme de séquences du cas d'utilisation « Initialisation »

Une fois que le processus de décision est initialisé, le problème est alors *traité* par l'ensemble des acteurs concernés par le conflit pour trouver une solution convenable. Cette phase de traitement est menée en des itérations successives. Les *itérations de résolution* sont chacune constituée d'une alternance d'actions de vulgarisation et de médiation :

- **Vulgarisation** : l'acteur qui mène la vulgarisation *explique* d'abord le problème qu'il rencontre avec les choix actuels sur le produit (en précisant l'élément du produit concerné et les caractéristiques qui posent problème). Ensuite, il *justifie* ou argumente sa motivation pour modifier la solution actuelle en précisant les mauvaises conséquences des choix actuels sur le produit (performances du produit, coût, faisabilité technique, cohérence avec le cahier des charges de l'utilisateur, etc.). Cette action de vulgarisation du problème doit se faire en des termes simples et connus de tous. L'acteur peut faire

part de son expertise en employant des paraboles, allégories, exemples ou contre-exemples concrets afin de traduire de façon la plus universelle possible le problème rencontré.

- **Médiation** : cette action a pour objectif de préconiser la *solution* à adopter pour palier au problème rencontré et éviter ainsi les mauvaises conséquences de l'ancienne solution. Elle provient soit de l'acteur qui vient de vulgariser son problème pour proposer sa solution, soit d'un autre acteur concerné par le conflit et qui veut approuver la solution proposée.

Nous précisons que ces actions de vulgarisation/médiation sont menées à tour de rôle par les différents acteurs concernés par le conflit pour construire une solution convenable. Elles peuvent en outre faire appel à des indicateurs de performance ainsi qu'à la consultation des précédents conflits afin d'aider et d'orienter les concepteurs dans leur réflexion. On suppose qu'il existe dans le système collaboratif un mécanisme d'abonnement permettant de convier les acteurs les plus à même de trouver des solutions au problème posé au processus de résolution. Cette partie sera étudiée et présentée plus en détail dans le paragraphe 03.5.3.

Un processus de fin de résolution, mené via l'instanciation des *itérations de demande de vote*, demandant aux différents abonnés de donner leur voix pour une des solutions précédemment proposée via des *itérations de vote*, est également pris en compte dans ce processus de « Décision ». Le passage d'une itération à une autre ainsi que le cycle de vie général des itérations seront présentés plus en détail au paragraphe 3.3.5 de ce chapitre.

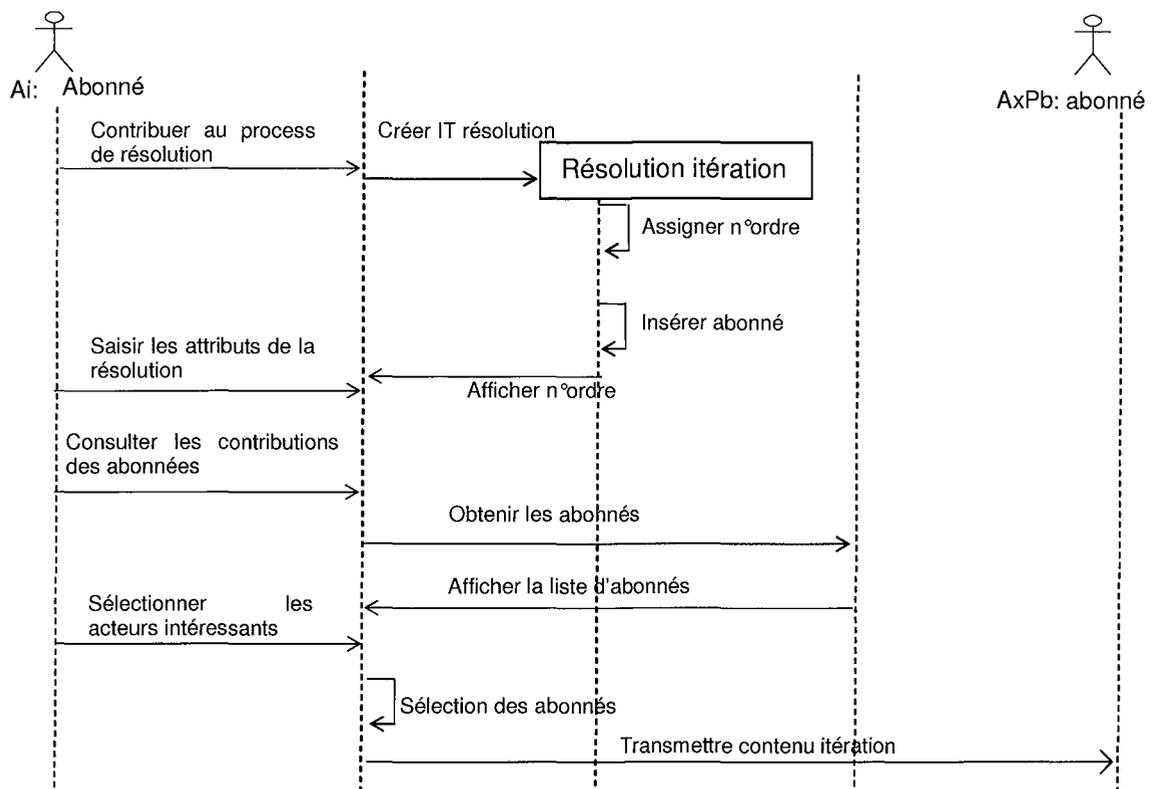


Figure 24 : Diagramme de séquences correspondant au début du cas d'utilisation « Décider »

La Figure 24 formalise les interactions *acteur/système* qui se passent lors de l'étape de traitement du conflit décrite ci-dessus. Ce diagramme correspond à une itération du processus de traitement, menée par l'un des acteurs concernés par le conflit et qui souhaite interagir (l'abonné Ai en l'occurrence). A la fin de l'itération, l'acteur Ai transmet ses propositions (rédigées dans les champs « *Explication* », « *Justification* » ou « *Solution* ») à l'ensemble des acteurs abonnés au problème traité (les abonnés AXPb) et c'est à l'un de ces acteurs d'interagir à son tour. On peut noter qu'il n'est pas obligatoire de remplir les 3 champs « *Explication* », « *Justification* » et « *Solution* » ainsi que le lien vers le fichier attaché. En effet, un acteur peut créer une itération pour contredire ou au contraire abonder dans le sens d'une itération précédemment émise. Dans ce cas particulier, il utilise uniquement l'attribut « *Justification* ».

3.2.5.3 Cas d'utilisation : Information

Cette phase vient pour clôturer le processus de gestion du conflit considéré, lorsque les acteurs concernés par le conflit se sont mis d'accord sur une solution construite à l'issue du processus de décision (suite au processus de vote). Elle est réalisée via l'instanciation d'une *Itération de Clôture*, qui récapitule la solution retenue et les éléments de la décision

(description de la solution). Cela revient à transmettre aux acteurs concernés par la résolution la solution finale adoptée. C'est également cette solution qui sera gardée comme solution finale au problème dans la phase de capitalisation, et c'est suite à ce processus que pourront être capitalisés différents indicateurs de performance relatifs à ce projet particulier (comme présenté à la section 3.5.3.1) .

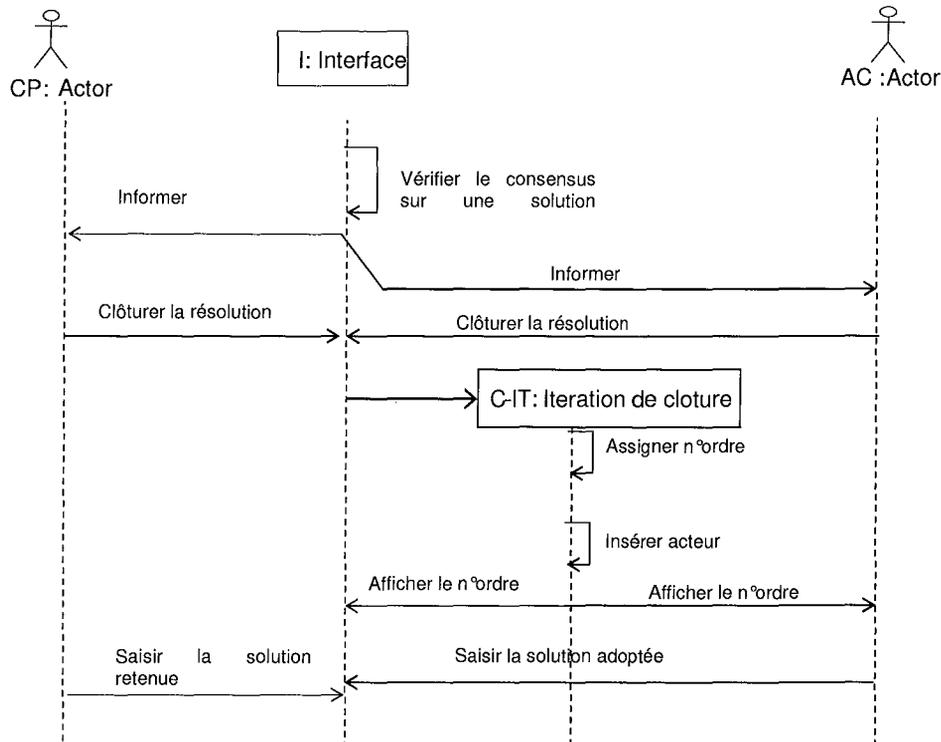


Figure 25 : Diagramme de séquences du cas d'utilisation « Information »

Dans ce diagramme (Figure 25), CP désigne le chef du projet de conception du produit (sujet à conflit) et AC désigne l'ensemble des acteurs concernés par la conception de ce produit.

3.2.5.4 Des diagrammes de séquences au diagramme de classes

Comme nous l'avons présenté dans le paragraphe 3.2.4, de la construction précédente des diagrammes de séquences, nous avons pu déjà dégager les classes d'objets qui doivent exister dans le système pour assurer les fonctionnalités attendues. Ces classes sont identifiées mais aussi décrites grâce aux messages transmis aux objets dans les diagrammes de séquences et qui ne sont autres que les opérations sur les objets concernés. Les attributs d'une classe correspondent aux paramètres qui sont passés dans les messages transmis aux objets de cette classe. On peut alors déduire le diagramme de classes spécifiant les objets du système coopératif proposé. Les liens entre les classes se déterminent selon le type d'opérations entre les objets qui leurs sont associés dans les

diagrammes de séquences. On peut par la suite affiner ce diagramme de classes en introduisant des super-classes pour des classes qui s'avèrent généralisables.

3.2.5.5 Diagramme de classes du modèle de gestion de conflits et concepts associés

La Figure 26 présente une vue du diagramme de classes obtenu suite à la démarche d'analyse que nous avons rappelée ci-dessus. Nous présentons ensuite les principales classes de ce diagramme.

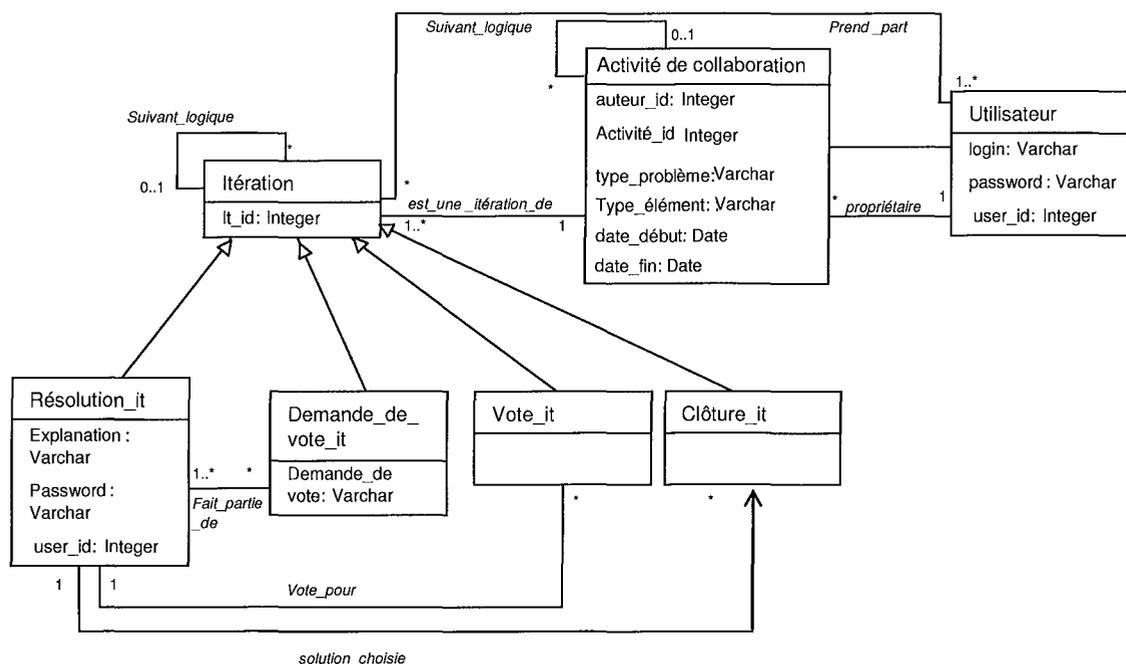


Figure 26 : Diagramme de classes UML de gestion de conflit issue de l'analyse précédente

Activité de collaboration : cette activité particulière est un sous-type d'activité tel que le concept peut exister dans le processus de conception (Une définition plus précise, donnée dans [Nowak *et al.*, 2004] dans le cadre de la définition du modèle de processus IPPOP est reprise en Annexe 2). Elle est instanciée suite à la découverte d'un conflit. Elle comporte les différents attributs nécessaires à la résolution de ce conflit (éléments caractéristiques du conflit, définissant le contexte de l'occurrence de celui-ci) ainsi que le nom de l'acteur l'ayant découvert, dans un souci de traçabilité de l'information.

Utilisateur : Acteur participant au processus de conception qui est abonné à l'activité de collaboration en fonction de ses compétences et de son niveau d'expertise par rapport au domaine (Les notions d'acteurs et d'abonnés sont développées plus en détail en section 3.5.3 de ce chapitre).

Itération : Cette notion est un sous-type d'activité de collaboration. C'est une classe abstraite qui se décompose en différents types d'itérations. Un lien permet d'obtenir l'enchaînement logique de ces itérations. Une liste d'utilisateurs abonnés ayant été recrutés pour participer au processus de collaboration est rattachée à chaque itération.

Itération de résolution : Itération utilisée lors de la négociation du conflit via des phases de vulgarisation/médiation.

Itération de demande de vote : Itération faisant suite à la phase de négociation, instanciée après une certaine durée afin de choisir une solution via un vote. Cette itération est uniquement de type informationnelle.

Itération de vote : Itération dans laquelle un des acteurs participant au processus de résolution est invité à exprimer son choix via ce mode de suffrage.

Itération de clôture : Itération visant à clore le processus de résolution en proposant une solution au conflit posé. Elle comporte toutes les informations nécessaires pour pouvoir réutiliser la solution et les justifications évoquées; ainsi que tout l'historique de cette décision finale.

Ce diagramme de classe et les différentes classes et attributs le composant forment un modèle statique d'un référentiel de gestion de conflits. En vue de le mettre en pratique, un certain nombre de règles d'utilisation doivent être spécifiées. La prochaine section introduit ces règles dans le but d'expliquer la dynamique d'utilisation du référentiel.

3.3. Référentiel de collaboration d'un point de vue dynamique

Avant de capitaliser les conflits identifiés, il convient avant tout de pouvoir les indexer, de façon à créer une base de réflexion partagée et d'harmoniser les compréhensions mutuelles du problème à traiter⁹. Atteindre ce degré d'harmonisation requiert de maîtriser entièrement le sens des informations échangées entre les différents domaines impliqués [Jardim-Goncalvez *et al.*, 2004], via l'utilisation d'un outil commun.

3.3.1. Indexation des conflits en vue de leur saisie

Le manque de compréhension partagée a pour conséquences une mauvaise communication, des difficultés à identifier les causes de problèmes. Ainsi, afin d'éviter tout malentendu sémantique [Effendi *et al.*, 2002], et dans le but d'améliorer la communication et la compréhension entre les différents acteurs participant au projet de conception, il convient de définir de façon consistante et uniforme une représentation des composants du produit

⁹ Par la notion de partage, nous entendons passer d'une *intelligence individuelle* à une *intelligence collective*, comme défini dans [Ermine, 2000].

étudié [Greer *et al.*, 2003]. De ce fait, les participants doivent s'accorder sur un certain nombre d'hypothèses qui constituent une base sémantique pour leurs descriptions techniques (ceci correspond aux premières et deuxième composantes du paragraphe 2.4.3.1). Cette compréhension mutuelle entre les différents participants se manifeste souvent par l'usage d'un « jargon » commun alors que les différences dans le vocabulaire peuvent inévitablement créer des problèmes de communication [Hill *et al.*, 2001].

D'autre part, corrélé à ces problèmes de vocabulaire, se pose le problème de la capture et de la description des connaissances en conception de produit qui n'ont jamais été jusqu'alors utilisées par le groupe ou la communauté.

3.3.2. Choix de l'ontologie

Ces problèmes de reconnaissance et d'indexation des conflits via un vocabulaire commun sont reconnus comme étant du domaine de l'ingénierie des connaissances. Cependant, le processus de conception est un générateur de connaissances sur-puissant et les technologies conventionnelles liées aux KM actuellement disponibles ne peuvent répondre à ces problèmes. L'ingénierie ontologique est, en revanche, un outil capable de répondre à ces attentes, qui a déjà prouvé ses capacités à aller plus loin que les outils KM traditionnellement proposés [Mizoguchi, 2002].

En effet, les ontologies fournissent une certaine structure pour le développement des bases de connaissance ainsi qu'une base pour engendrer des vues sur les bases de connaissances [O'Leary, 1998]. Leur organisation en lots d'informations correspondant à un objectif spécifique décrite dans une structure hiérarchique de concepts et de définitions [Guninger, 2002] permet d'avoir un accès direct au profil ou à la caractéristique recherchée. Elle permet ainsi de disposer de « connaissances consensuelles » [Fernandez-Breis *et al.*, 2002] à travers l'élaboration d'une terminologie fixée au sein du groupe.

Dans notre cas, l'ontologie peut ainsi servir de *travail de référence* quand il s'agit de communiquer au sein du groupe formé pour résoudre les conflits observés ; afin de définir et indexer les uns par rapport aux autres ces conflits et restreindre les interprétations possibles des termes les nommant. Le concept peut également servir de référence en communiquant avec des acteurs ou organisations externes au groupe étudié [Roy, 2004b]. Dans la section suivante, nous proposons une explication et des définitions du concept d'*ontologie*.

3.3.3. Qu'est ce qu'une ontologie ?

3.3.3.1 Différentes définitions

Utilisé à l'origine en philosophie (Aristote a défini l'Ontologie comme étant la science de l'Être), le concept d'*ontologie* est apparu au début des années 1990 dans la communauté de

l'Ingénierie des connaissances, dans le cadre des démarches d'acquisition des connaissances pour les systèmes à base de connaissance (SBC).

Dans un sens général, une ontologie peut être définie comme « l'ensemble des objets reconnus comme existant dans le domaine. Construire une ontologie d'un domaine, c'est donc décider quels sont les objets que l'on retient comme existant, i.e. décider quels objets possèdent une consistance ontologique, et lesquels n'en ont aucune » [Charlet *et al.*, 1996]. La première définition « moderne » des ontologies est proposée par [Neches, 1991], comme étant « les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire ». [Gruber, 1993] a ensuite proposé la célèbre définition de l'ontologie comme une « spécification explicite d'une contextualisation », pour faciliter la réutilisation de la connaissance en rendant explicites les engagements conceptuels inhérents à un système basé sur des connaissances.

Une ontologie est alors considérée comme un ensemble d'axiomes logiques conçus pour rendre compte du sens d'un vocabulaire utilisé dans un domaine d'application [Guarino, 1998]. En se basant sur les travaux de [Gruber, 1993], pour [Uschold *et al.*, 1996], une ontologie¹⁰ « *implique ou comprend une certaine vue du monde par rapport à un domaine donné. Cette vue est souvent conçue comme un ensemble de concepts – e.g. entités, attributs, processus-, leur définition et leurs interrelations. On appelle cela une conceptualisation. [...] Une ontologie peut prendre différentes formes mais elle inclura nécessairement un vocabulaire de terme et une spécification de leur signification* ». Selon [Guarino *et al.*, 1995], l'ontologie est une « *théorie logique* », à savoir une spécification rendant partiellement compte d'une conceptualisation. Ainsi, l'ontologie est une représentation partielle de la conceptualisation parce qu'elle se concentre sur l'explicitation des aspects de celle-ci nécessaires à l'application envisagée [Dieng *et al.*, 2001]. L'ontologie est ainsi contingentée par le domaine ou le point de vue adopté pour la définir.

[Gamper *et al.*, 1999] décrivent les différences entre ontologies et terminologies mais affirment qu'elles desservent un objectif commun : fournir aux utilisateurs une conceptualisation partagée à propos d'un domaine afin de faciliter la communication entre ses acteurs.

Il n'existe cependant pas de consensus global sur la définition de la notion d'ontologie et le terme suscite beaucoup de débats dans la communauté de l'Intelligence Artificielle notamment [Golebiowska, 2002]. La nature hautement conceptuelle de cette notion permet en effet une interprétation et une utilisation assez vaste du terme.

¹⁰ Traduction de [Charlet *et al.*, 2003]

3.3.3.2 Rôle des ontologies

[Tixier, 2001] présente ainsi le rôle des ontologies :

« Les ontologies permettent de rendre différents services, tels que la définition d'un vocabulaire permettant de formuler des savoirs, la spécification plus ou moins formelle du sens des termes et des relations entre les termes. Dans le cadre d'une mémoire organisationnelle, les ontologies constituent en elles-mêmes une connaissance intéressante pour les utilisateurs, en établissant notamment des référentiels terminologiques. De plus, elles ont un rôle essentiel de mutualisation et de fédération des connaissances. En outre, elles peuvent permettre le multi-point de vues sur des connaissances, c'est-à-dire la présentation ou la traduction de connaissances avec des termes propres à un utilisateur ou à un service».

[Bachimont, 2000b] présente une ontologie comme le résultat d'une modélisation, permettant d'assurer la détermination explicite de la signification des primitives mobilisées au sein d'un système informatique.

Selon [Uschold *et al.*, 1996], l'ontologie, c'est-à-dire le développement et l'implantation d'une représentation explicite dans un domaine donné, peut améliorer la communication qui à son tour permet une plus grande réutilisation, un partage plus large et une interopérabilité plus étendue. Cependant, cette amélioration ne peut se révéler efficace que dans le cas d'un *engagement ontologique* [Uschold *et al.*, 1996] minimal c'est-à-dire un partage effectif reposant sur un accord au sein du groupe ou de la communauté utilisant l'ontologie en question.

Nous adhérons à ces idées en insistant sur le fait qu'une ontologie permet avant tout de se mettre d'accord sur le sens des termes employés, dans un domaine technique, une organisation ou un métier donné, de manière à faire en sorte que les personnes (voir les machines à travers les logiciels) se comprennent aisément. Il s'agit alors d'identifier et de modéliser les concepts ainsi que les relations conceptuelles pertinentes d'un domaine donné afin de se mettre d'accord, au sein de la communauté en question, sur les termes employés pour se référer à ces concepts dans le but de lever toute ambiguïté.

3.3.3.3 Formes des ontologies

Dans une ontologie, les représentations des intentions sont organisées, structurées et contraintes pour exprimer une théorie logique rendant compte des relations qui existent entre les concepts [Dieng *et al.*, 2001]. Ces auteurs affirment que les concepts décrits dans une ontologie sont habituellement organisés en taxinomie, c'est-à-dire une classification basée sur leur similitude. Selon [Guarino *et al.*, 2000], « l'un des rôles principaux d'une taxinomie

est de transmettre la structure d'une ontologie afin d'en faciliter la compréhension et de permettre l'intégration ».

Le « squelette taxinomique » d'une ontologie peut ainsi être obtenu en suivant plusieurs approches (Bottom-Up approche par généralisation; Top-Down approche par spécialisation ou approche Middle-Out en identifiant tout d'abord les points clés puis en élargissant selon l'axe de généralisation et de spécialisation [Gandon, 2002a]).

Cette représentation sous forme d'identification à une classe et de catégorisation semble s'imposer de fait car elle correspond au raisonnement normal adopté par tout être humain dans ces actions quotidiennes.

3.3.3.4 Classification des ontologies

Différentes typologies d'ontologies sont proposées dans la littérature. Ainsi, [Fox *et al.*, 1998] ainsi que [Uschold *et al.*, 1996] proposent une classification des ontologies en fonction du niveau de formalisation de celle-ci. Pour ces derniers, une ontologie peut être informelle, semi-informelle, semi-formelle ou formelle, selon qu'elle soit respectivement exprimée en langage naturel ou dans un langage strictement artificiel aux règles et à la sémantique formelles.

[Van Heijst *et al.*, 1997] proposent une classification reposant sur le sujet et la structure d'une conceptualisation et distinguent :

- *Les ontologies de domaine*, exprimant des conceptualisations spécifiques à un domaine ;
- *Les ontologies d'application*, contenant les connaissances du domaine nécessaires à la mise en œuvre d'une application donnée ;
- *Les ontologies génériques*, ou de haut niveau, exprimant des concepts généraux valables dans différents domaines (processus, temps, espace...).
- *Les méta-ontologies* ou *ontologies de représentation* qui présentent des formalismes de représentation de la connaissance. Ces formalismes pouvant être utilisés pour élaborer les ontologies de plus bas niveau.

Dans le cadre de nos travaux, le périmètre d'étude ayant une vocation d'application dans un domaine industriel donné, les ontologies de domaine semblent tout à fait adaptées à nos besoins concernant l'indexation des conflits à traiter. En effet, ces ontologies spécifiques, appelées aussi « ontologies régionales », propres au domaine étudiées, permettent de définir une terminologie figée pour une application ou un projet donné. De plus, comme le souligne [Aussenac-Gilles *et al.*, 2000], le lien entre une ontologie et l'application dans laquelle elle est dédiée la rend fortement dépendante du domaine. Ces ontologies peuvent

être réutilisables ou étendues dans d'autres projets du domaine voire des domaines connexes mais n'ont pas la vocation d'être totalement génériques. Cette idée rejoint le point de vue de [Bachimont, 2000a], qui, en observant la pratique a noté qu'il était toujours possible d'adapter une ontologie, mais on ne pouvait jamais la réutiliser telle quelle.

3.3.3.5 Elaboration des ontologies

L'élaboration et la construction des ontologies sont des sujets assez tumultueux en ingénierie des connaissances. En effet, comme souligné dans [Golebiowska, 2002], il n'existe pas de méthodologie ou de directive de développement communément reconnues et les différentes méthodologies existantes ont été élaborées à la suite des expériences des acteurs ayant élaboré ces ontologies. Ainsi, « *l'élaboration des ontologies relève plus du savoir-faire que de l'ingénierie* » [Gomez-Perez, 1999].

Ainsi, la méthodologie de [Uschold *et al.*, 1998] (construction d'*Enterprise Ontology*) de [Gruninger *et al.*, 1995] (projet *TOVE*) ou de [Fernandez *et al.*, 1997] et [Gomez-Perez 1999] (*Methontology*) sont les plus souvent reprises dans la littérature. On peut aussi noter le travail de [Noy *et al.*, 2000] destiné à élaborer des ontologies directement implémentables dans le logiciel *Protégé 2000* (présenté au *chapitre 3*) à partir d'une hiérarchie de classes et d'attributs à instancier. Enfin des méthodologies pour la construction d'ontologies à partir de corpus de textes sont exposées dans [Bachimont 2000b] et [Aussenac-Gilles *et al.*, 2000]

Une description théorique des ontologies en général et détaillée des ontologies les plus connues ainsi que des langages et des environnements associés est présentée dans [Gomez-Perez 1999], [Gandon, 2002a] et [Gandon, 2002b].

Ainsi, on peut voir que l'utilisation des ontologies pour indexer les conflits permet d'obtenir un panel important de points de vue et une implémentation à loisirs de ces points de vue afin de cibler le conflit observé en fonction de critères propres à l'entreprise ou à l'étude en question.

Via ces ontologies, on peut ainsi créer une sorte de paramétrage d'entreprise afin de proposer un point d'entrée pour définir les causes du conflit. Ces entrées peuvent toucher au produit en lui-même, au processus ou encore à l'organisation mise en place (un exemple en situation industrielle sera détaillé à ce propos au chapitre 4). L'utilisation de l'outil « ontologie » permet ainsi de réaliser la première étape du partage des connaissances : s'accorder sur les concepts à mettre en œuvre pour indexer les conflits et les utiliser via une taxinomie arborescente lors de la saisie d'un nouveau conflit tout en préservant une certaine flexibilité dans les cas d'emploi.

La mise en œuvre du référentiel décrit à partir du modèle présenté en Figure 26 via le référencement de l'activité de collaboration en fonction des paramètres de l'ontologie

sélectionnée nécessite cependant un certain nombre de règles et de protocoles à suivre dans le but d'instancier et de passer d'une instance de classe à une autre. Ce point de vue dynamique concernant l'utilisation du référentiel collaboratif est présenté dans les sections suivantes.

3.3.4. Cycle de vie des activités de collaboration

3.3.4.1 Création de l'activité de collaboration

Cette étape correspond à la déclaration du conflit en instanciant la classe « Activité de collaboration ». Elle justifie son existence par l'explication de l'origine du conflit. Elle est déclenchée suite à la demande de collaboration formulée par un acteur ayant découvert un conflit. L'acteur reçoit un formulaire permettant d'initialiser la résolution du conflit en saisissant les différentes caractéristiques du conflit (nom de l'auteur, qualification, domaine de compétence du conflit, type de problème, type de composant concerné). Les paramètres d'initialisation liés au problème rencontré sont instanciés à partir d'ontologies (section suivante). L'acteur ayant découvert le conflit ou, le cas échéant, le chef de projet où le responsable de l'activité de collaboration doit en outre définir une liste de personnes internes ou externes au projet au projet afin de les abonner au processus de résolution pour qu'ils puissent intervenir sur le conflit posé (Le processus de sélection des acteurs est décrit plus en détail en section 3.5.3 de ce chapitre). Dans un souci de flexibilité, cette liste est rattachée, d'un point de vue modèle. En effet, la cause du conflit peut être amenée à évoluer au cours du temps, nécessitant par là même des nouvelles compétences ou à défaut, certains abonnés devenant inutiles de part leurs expertises devenues inutiles au cours du processus de résolution.

On peut cependant différencier deux types de situation lors du déclenchement d'une activité de collaboration :

- soit le conflit est observé au sein d'un sous-projet, et les causes de ce conflit sont totalement cernées et rapidement connues de tous (Figure 27).
- soit le conflit est certes observé au sein d'un sous-projet, mais l'élément ou la donnée posant problème est manipulée et détenue par un autre sous-projet qui n'interagit pas avec le premier (Figure 28).

Dans le premier cas, la résolution du conflit se trouve relativement facilitée car les différentes actions perpétrées ainsi que les différents acteurs du processus de conception, à défaut d'être en présence, ont au moins l'assurance de se connaître. Le conflit observé et détecté par l'un des acteurs peut ainsi être résolu de façon relativement autonome au niveau opérationnel sans en référer et faire appel à la hiérarchie et aux responsables du projet père.

De ce fait, l'initialisation et l'entrée en matière sont beaucoup plus rapides. D'autre part, le fait de travailler dans un groupe dont les membres se connaissent déjà au préalable ou dont les membres ont parfois déjà travaillé ensemble permet une réactivité importante et est un gage de synergie pour la gestion du conflit (réutilisation d'expériences collaboratives communes antérieures par exemple).

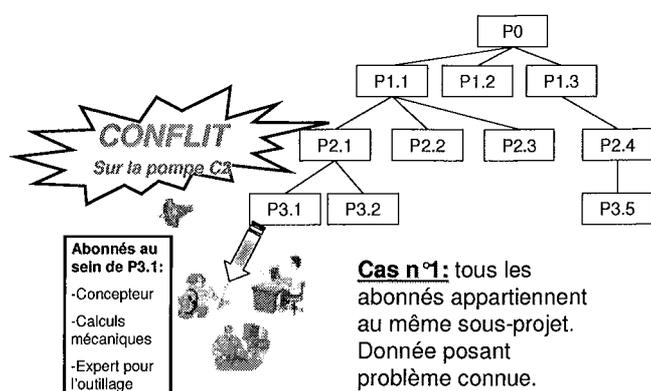


Figure 27 : conflit intra-projet.

Le second cas de figure peut cependant se révéler plus délicat car il met en prise des conflits apparaissant dans des projets totalement disjoints d'un point de vue organisationnel. Comme illustré Figure 29 sur le cas de la conception d'un mât moteur chez EADS/Airbus, il s'agit alors de résoudre un conflit dont les éléments sont partagés par différents sous-projets travaillant en simultanément sur une donnée technique. Afin de résoudre le conflit survenu au niveau opérationnel sur l'un des projets, il s'agit alors de remonter plusieurs strates et barrières hiérarchiques dans la pyramide organisationnelle du produit en cours de conception afin de trouver l'interlocuteur capable d'orienter la personne en charge de la résolution du conflit vers le sous-projet ayant alors la maîtrise et la propriété de la donnée posant problème. Il s'agit alors de créer une cellule d'abonnés inter-projets capable de résoudre ce conflit. Cependant, ce cas de figure est encore ici idéal, puisque la donnée à la source du conflit est identifiée et sa localisation au sein de la pyramide organisationnelle ne pose pas non plus de problème. Dans le cas d'une impossibilité d'identification de la donnée sur laquelle est né le conflit, la liste d'abonnés initialement créée peut néanmoins se retrouver modifiée dans une itération ultérieure. Le référentiel proposé ne permet donc pas de cibler automatiquement le sous-projet à contacter. Les ressources à allouer par l'organisation via les différents managers et responsables impliqués afin de venir à bout du processus de résolution peuvent donc se révéler plus importantes que dans un cas de conflit « intra-projet ». Ceci est d'autant plus vrai dans le cas d'une ingénierie géographiquement répartie.

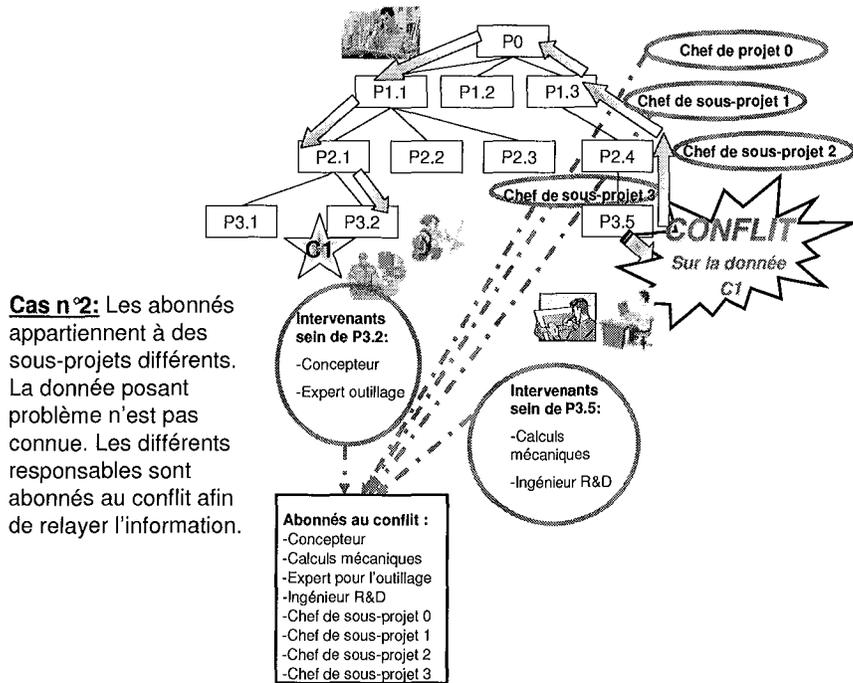


Figure 28 : Conflit inter-projets

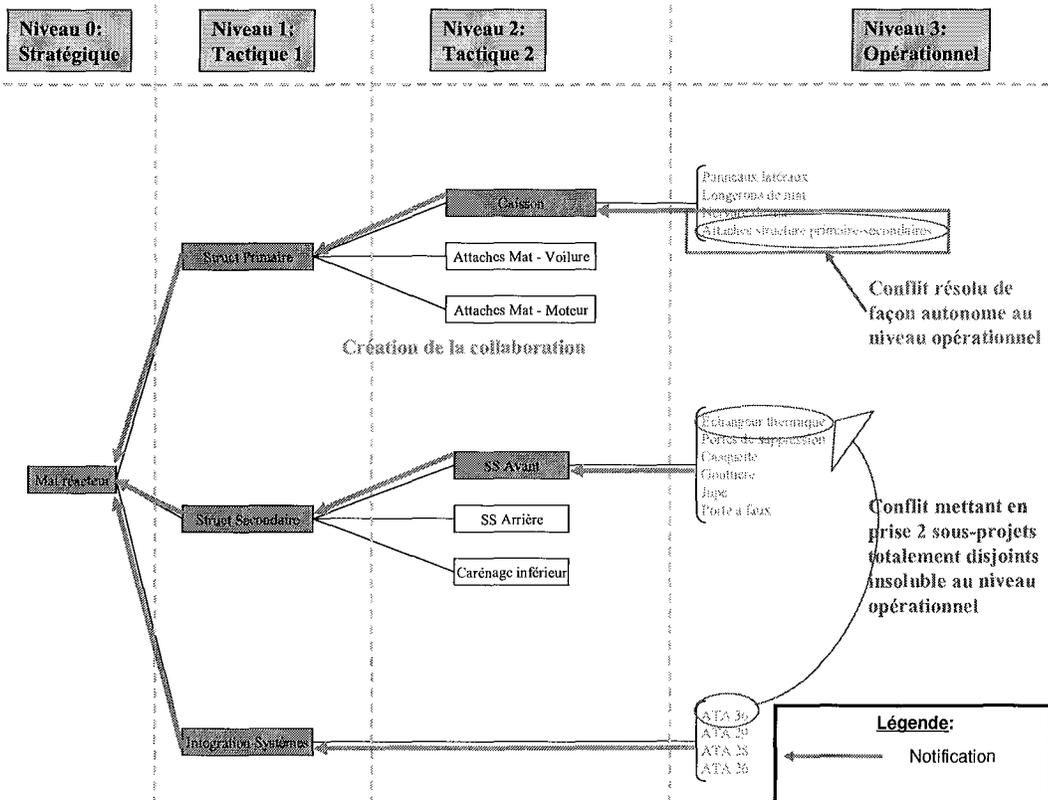


Figure 29 : conflit inter-projets et conflit intra-projet survenus lors de la conception du mât moteur Airbus A340-600 (d'après [IPPOP 2004]).

Nous pouvons cependant noter que les instances de la classe « Activité de collaboration » ne contiennent pas à proprement parler les traitements permettant de résoudre le conflit observé. Ces procédures se trouvent matérialisées via l'utilisation des différentes classes relatives aux différentes itérations, sous-types de l'activité de collaboration donc héritant (au sens des classes UML) de ses propriétés.

Le cycle de vie d'une activité de collaboration peut être matérialisé par un ensemble d'itérations dont les étapes du cycle de vie sont les suivantes :

- une itération de résolution (support aux phases de vulgarisation/médiation du conflit),
- une itération de demande de vote,
- Une itération de vote,
- une itération de clôture.

Le détail du contenu de ces itérations est expliqué en section 3.3.5.

3.3.4.2 Passage d'une activité de collaboration à une autre

Normalement, une activité de collaboration doit s'achever en ayant proposé des solutions permettant de résoudre définitivement ou éventuellement provisoirement le conflit détecté.

Dans le cas d'une impossibilité de résolution du conflit pour différentes raisons, propres au projet ou à l'entreprise (causes techniques, financières ou autres), l'abandon de l'activité de collaboration peut également être envisagé.

Il peut toutefois exister différents cas dans lesquels une activité de collaboration peut engendrer une nouvelle activité de collaboration. Ainsi, le passage d'une activité de collaboration à la suivante peut correspondre à un changement effectif de conflit. Ce cas peut se produire lors d'une mauvaise définition du conflit par le premier acteur l'ayant découvert. Les domaines ou les parties ciblées posant problèmes ne correspondent pas aux besoins relatifs au conflit réel. Les différents acteurs enrôlés dans la conception se révèlent alors incompetents pour mener à terme une résolution optimale et performante de ce conflit. Une redéfinition du conflit au sein d'une nouvelle activité de collaboration avec de nouveaux intervenants à abonner est alors souhaitable.

Dans un cas similaire, l'abandon d'un conflit en cours au profit d'une redéfinition de ce conflit suivant des paramètres différents est également envisageable. Ainsi, un conflit peut se révéler comme étant le cumul de différents sous-conflits combinés. Ces sous-conflits peuvent alors s'avérer de nature totalement différente, faisant appel à des domaines d'expertise totalement disjoints et indépendants. Le conflit originel peut alors être redirigé en deux ou plusieurs sous problèmes totalement indépendants et entraîner la création de deux ou plusieurs nouvelles activités de collaboration, avec pour chacune une liste d'acteurs

abonnés qui peut être différente. Il n'y a donc pas de pré requis concernant une nouvelle instance d'une activité de collaboration alors que la précédente n'est pas clôturée. La Figure 30 présente le processus général de gestion de conflits proposé à travers un diagramme d'activités UML.

3.3.5. Cycle de vie des itérations

Dans le chapitre précédent, nous avons vu qu'une activité de collaboration est décomposée en un ensemble d'itérations. Une itération peut être de différentes natures mais concourt à la résolution d'un problème. La gestion de ces itérations, à travers les différentes instanciations des différents sous-types d'itération, se fait à deux niveaux :

- Au niveau temporel : il s'agit de pouvoir suivre et gérer l'historique des échanges d'informations comme dans un logiciel de gestion de projet classique,
- Au niveau logique : il s'agit aussi de pouvoir gérer les échanges par rapport à un lien sémantique permettant de situer la place des itérations proposées les unes par rapport aux autres. En effet, l'enchaînement des collaborations et des itérations ne respecte pas forcément une relation temporelle eut égard aux disponibilités des personnes impliquées dans le processus. La gestion de ces liens est proposée dans les sections suivantes.

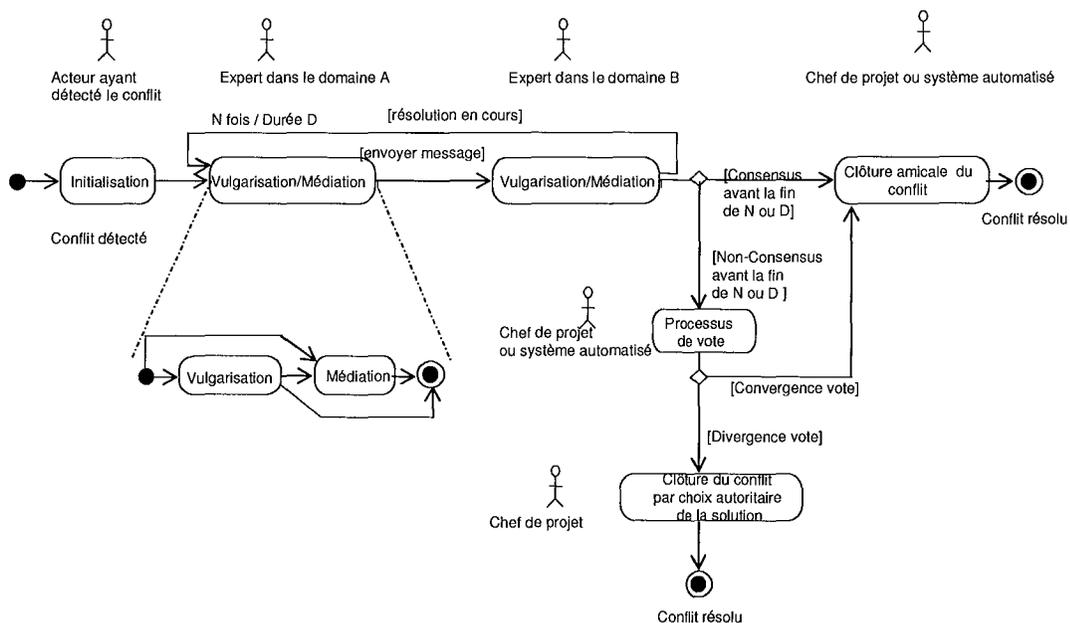


Figure 30 : Processus de gestion de conflit en collaboration

Nous avons vu que l'itération consiste dans notre cas à répondre au problème posé en proposant une vulgarisation de ce problème suivi d'une phase de médiation [Rose *et al.*, 2004a].

3.3.5.1 Création d'une itération

Une itération au sens de celle présentée dans le diagramme UML (Figure 26) n'a pas d'existence légitime ni de visibilité du point de vue de l'utilisation du modèle. Cette classe n'est qu'une classe abstraite permettant de passer toutes les propriétés qu'elle possède aux sous-classes la décomposant : les itérations de résolution, de demande de vote, de vote et de clôture.

3.3.5.2 Itération de résolution

Les instanciations successives de cette classe permettent de formaliser les échanges menant à une résolution ou tout du moins à une avancée du conflit. L'itération de résolution consiste ici à répondre au problème posé en proposant une vulgarisation de ce problème pour permettre une phase de médiation. La création de cette itération intervient via l'instanciation de l'une des sous-classes de la classe itération, lorsqu'un acteur préalablement abonné se manifeste pour participer au processus de résolution en remplissant un ou plusieurs des attributs de cette classe [Rose *et al.*, 2004b]:

- « Explication » : chaîne de caractères. Texte libre permettant de qualifier le problème ainsi que le contexte dans lequel il est apparu. Il s'agit ici de vulgariser le propos par rapport aux éléments choisis quant à la codification mise en place au niveau de l'activité de collaboration.
- « Justification » : chaîne de caractères, permettant d'argumenter l'explication émise précédemment en énonçant des règles, normes ou standards la justifiant.
- « Solution » : chaîne de caractères, préconisant une solution alternative à la solution précédemment émise.

Afin de créer une itération de résolution, un des attributs « Explication », « Justification » ou « Solution » doit être rempli.

Un acteur abonné ne remplissant que les attributs « Explication » et « Justification » créera une itération de résolution à caractère de vulgarisation (au sens de la Figure 30). Le contenu de cette itération à but argumentatif ou explicatif, se veut donc compréhensible de tous les acteurs abonnés au projet. Pour ce faire, il doit être exprimé en utilisant des éléments des connaissances collaboratives pré-requises à la collaboration (au sens de celles exprimées dans le chapitre 1), ainsi que des connaissances collaboratives en situation, de façon à être

le plus explicite possible et à dynamiser le processus de résolution en éveillant les différents acteurs abonnés sur les éléments avancés.

Une itération de résolution visant à proposer une solution via le remplissage du champ « Solution » est une itération à caractère de médiation, sachant qu'elle apporte une nouvelle proposition à évaluer dans la discussion.

La représentation des itérations de résolution peut être représentée :

- *de façon temporelle* permettant au niveau organisationnel de mesurer l'avancement du processus,
- *de façon logique* permettant de mettre en évidence la logique de résolution de conflit, l'organisation des échanges par rapport à leur origine, ce qui permet une traçabilité des connaissances échangées.

3.3.5.3 Passage d'une itération de résolution à une autre

Le passage d'une itération de résolution à une autre itération de résolution intervient lorsqu'un acteur abonné à l'activité de collaboration veut rebondir sur une intervention préalable d'un autre acteur, ou encore sur sa propre intervention, afin d'expliquer, argumenter ou critiquer cette position ; ou encore lorsqu'il veut proposer une nouvelle solution, en s'affranchissant ou en prenant en compte les différents échanges ayant eu lieu au préalable. On peut également noter que chaque itération de résolution est attribuée à un acteur abonné unique.

Représentation temporelle des itérations de résolution

Cette représentation sous forme de Gant (Figure 31) est présente dans tous les logiciels de gestion de projets et permet de suivre au cours du temps l'exécution des tâches incombant à chacun. Ici, elle permet de localiser quel acteur a pris la parole, et situer ce moment par rapport au processus et au temps global de résolution du conflit.

Cette vue présente l'avantage de pouvoir compléter des indicateurs de performance, en mettant en évidence la charge de travail de chacun des acteurs, (au regard de leurs interventions dans un conflit), l'efficacité (c'est-à-dire les résultats obtenus en regard des efforts et des moyens, notamment humains et temporels mis en œuvre) et l'efficience (la capacité à atteindre les résultats envisagés) des acteurs abonnés en regard des objectifs, notamment en terme de jalon temporel, du projet. Cependant, cette observation prend en compte uniquement une évaluation quantitative et non qualitative des interventions des acteurs.

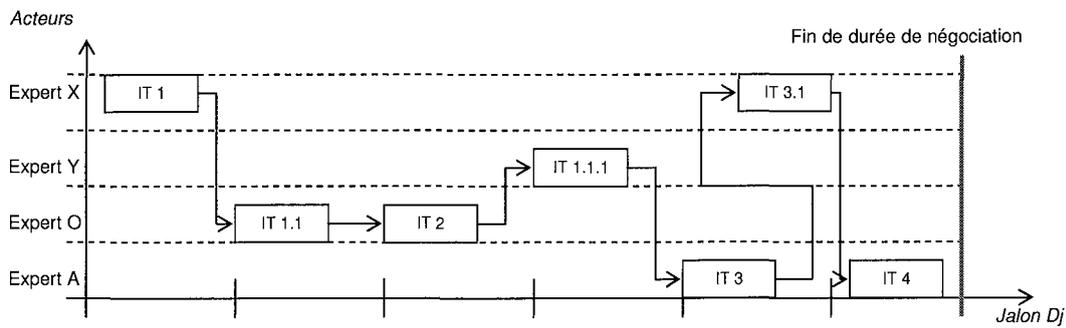


Figure 31 : Représentation temporelle des itérations de résolution

Représentation logique des itérations de résolution

Durant le processus de résolution, la négociation matérialisée par les phases de vulgarisation/médiation peut se décliner en deux cas types :

Cas n°1 :

A partir d'une itération proposant une solution sur laquelle il convient de se mettre d'accord, les abonnés génèrent leurs propres itérations en expliquant, argumentant, ou révoquant la solution proposée. Il s'agit ici d'itération commentant les choix effectués sur la première. Les abonnés ont également la possibilité d'annexer un document ou un fichier pour corroborer leur argumentaire. La représentation graphique de ces itérations se fait sous forme d'arbre (Figure 32). Sans apport de solution, cet arbre a un développement horizontal.

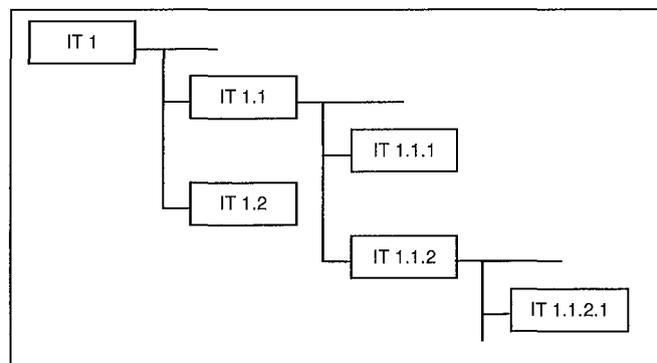


Figure 32 : Développement du processus de résolution de conflit en collaboration sans proposition de nouvelle solution

Cas n°2 :

Lors du processus collaboratif, une nouvelle solution peut être proposée via une itération. Dans ce cas, l'arborescence (Figure 33) se développe de façon verticale. Un abonné a en effet la possibilité de proposer une nouvelle solution émergente d'itérations ayant eu pour but

au préalable de vulgariser les propos, les choix.... Cette nouvelle solution pourra être soumise au vote de manière à aboutir à un consensus général.

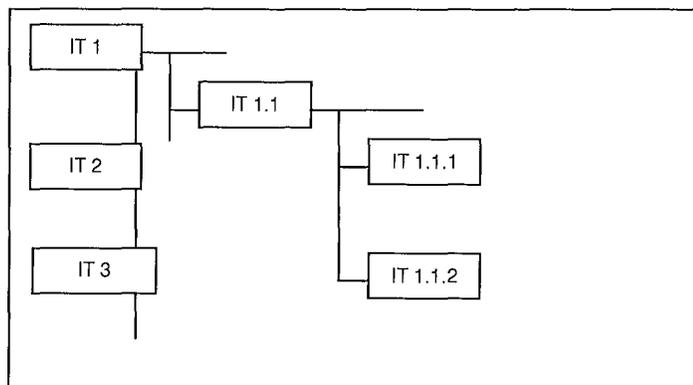


Figure 33 : Développement du processus de collaboration avec proposition de nouvelle solution

Cette représentation a ainsi l'avantage de proposer une vue claire et synthétique des différentes propositions de solutions soumises, et des critiques éventuellement émises sur ces solutions.

3.3.5.4 Itération de demande de vote

L'itération de demande de vote est une itération purement informationnelle. L'instanciation de cette itération intervient lors de la non convergence ou de la non validation des (ou de la) solutions proposées. Son instanciation est automatique en cas de non respect d'un jalon (pas d'accord sur une solution unique dans une durée d) ou lors d'un nombre trop important de solutions proposées (nombre de solutions $n_{AC} > N_s$; N_s paramétrable). Cette contrainte évite une explosion exponentielle du nombre de solutions, contribuant à noyer les acteurs sous une masse trop importante de choix. Cette itération peut en outre être instanciée manuellement par le chef de projet ou tout autre personne désignée pour.

Soit n_{AC} le nombre de solutions exprimées dans les différentes itérations de l'activité de collaboration AC à la date D_i ,
 N_s le nombre de solutions maximum autorisées (N_s paramétrable),
 D_i la date à l'instant i ,
 D_j la date maximale autorisée pour participer au processus de vulgarisation/médiation du conflit.

L'itération de demande de vote est instanciée si à la date D_i , on a $n_{AC} > N_s$.

L'itération de demande de vote est instanciée si $D_i \geq D_j$

Cette annonce se matérialise auprès des différents abonnés par l'envoi d'un message leur demandant de voter pour l'une des solutions précédemment évoquées afin de solutionner le conflit en cours.

Un jalon temporel D_j est aussi spécifié à priori afin de clôturer le vote dans une durée définie. Ce jalon est défini de façon autoritaire, en regard de l'urgence du conflit en cours. Il est à noter que seuls les avis des abonnés ayant voté durant cette période définie peuvent être pris en compte à ce moment.

3.3.5.5 Passage d'une itération de demande de vote à une itération de vote

Le vote peut être engagé dès que les acteurs abonnés reçoivent la demande de vote.

3.3.5.6 Itération de vote

L'instanciation de cette itération intervient suite à l'instanciation d'une itération de demande de vote. Chaque acteur abonné doit être identifié pour pouvoir voter et choisit alors une solution parmi les solutions précédemment émises dans les itérations passées du conflit en cours et valide son choix.

S'il juge qu'aucune solution ne lui convient il est libre de ne pas voter. Le vote doit être effectué dans le temps imparti défini par l'itération de demande de vote.

Contrainte de temps :

*Soit D_x la date de vote de l'acteur X.
 D_l la date limite de vote,*

**Le vote V_x de l'acteur X est validé
si et seulement si $D_x \leq D_l$**

La comptabilisation des voix et des votants est assurée par le système.

Un quorum minimal de voix et de votants doit être requis pour pouvoir valider le vote d'une solution :

Contraintes de participations :

*Soit A le nombre d'acteurs abonnés,
Soit V le nombre de votes exprimés,
N_s le nombre de voix pour la solution S,
Q_A, le quorum de votants requis, Q_A paramétrable,
Q_V, le quorum de votes requis, Q_V paramétrable,*

**Procédure de Vote validée si et seulement si $V/A > Q_A$
Solution S validée si et seulement si $N_s/V > Q_V$**

Ces paramètres Q_A , Q_V sont définis soit en début de projet, soit de manière générique pour l'entreprise par le niveau organisationnel.

3.3.5.7 Itération de clôture

L'instanciation de cette itération intervient dans trois situations distinctes :

- Suite au consensus obtenu par adhésion explicite de tous les acteurs à une solution donnée avant la date de fin de la phase de vulgarisation/médiation posée par le jalon D_j. Cela signifie que les acteurs abonnés ont à l'unanimité donné leur avis favorable pour une solution donnée, via le remplissage de l'attribut « Justification » d'une itération, suite à la proposition de cette solution par l'un deux. Dans ce cas de résolution amicale, le chef de projet ou l'acteur ayant la responsabilité de l'activité de collaboration peut automatiquement instancier une itération de clôture, sans passer par l'étape de vote. On peut aussi envisager une détection automatique de ce consensus, mais cette étape requiert des outils d'analyse sémantique des différentes itérations.
- Suite au consensus issu des différentes itérations de vote émises par chaque abonné. Si les contraintes de participation sont respectées, le champ « Solution » de l'itération est alors rempli automatiquement par le système avec la solution à utiliser.
- Dans le cas d'un échec du vote par manque de participants (quorum de votant non atteint Q_A) ou par non-consensus (quorum de voix Q_V non atteint), ou encore par absence totale de solutions proposées, le chef de projet décide de la solution à utiliser et remplit manuellement l'attribut « Solution » de l'itération de clôture.

Dans tous les cas, ce sera la solution conciliée dans cette itération qui sera alors diffusée à tous les acteurs (phase d'Information) et enregistrée dans la base en tant que solution retenue parmi les différentes proposées.

Le processus global de gestion de conflits peut être représenté en instanciant ces différentes itérations comme illustré dans la Figure 34 :

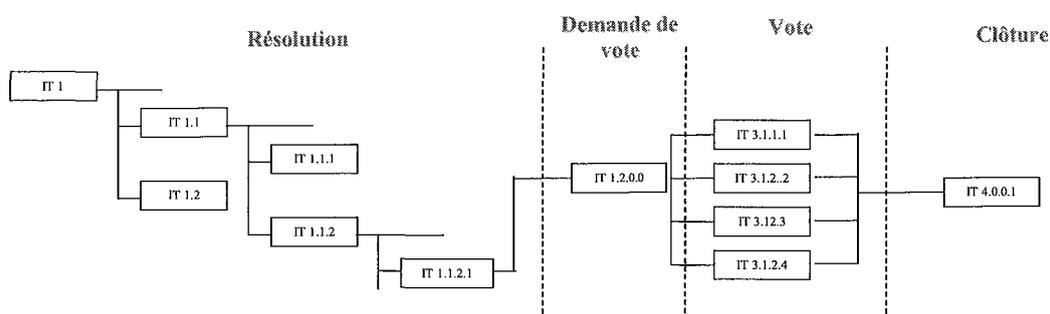


Figure 34 : Représentation arborescente du processus global de résolution de conflits

3.4. Formalisation de la démarche sous forme de patrons

La situation de gestion de conflits étant d'une part un type d'activité particulier de l'activité de conception et d'autre part une situation particulière de la collaboration, nous avons voulu pérenniser et formaliser les aspects dynamiques de notre démarche de manière à pouvoir la ré-exploiter dans des situations de collaboration et/ou de conception proches de celle exposée ici. Nous avons adopté la technique des patrons afin de présenter ces schémas permettant de gérer de manière dynamique le modèle proposé.

3.4.1. L'approche « patrons »

L'approche « patrons » en conception fut initiée par [Alexander *et al.*, 1977] dans le domaine de l'architecture des bâtiments. Ce terme, issu de l'artisanat (un patron est le modèle sur lequel travaillent les artisans afin de fabriquer des objets) est la traduction du terme anglais « pattern » désignant un modèle schématique ou simplifié d'un modèle. L'exemple le plus connu dans ce domaine réside dans l'utilisation des patrons en confection afin de réaliser des vêtements similaires en adaptant et ajustant les dimensions du patron à la taille désirée. [Beck *et al.*, 1987] furent les premiers à transposer le concept de « patron de conception » au domaine de l'ingénierie logicielle, en introduisant la notion de « design patterns » orientés objets; suivis par [Coad, 1992], qui propose des patrons orientés objet pour la modélisation conceptuelle des systèmes d'information. Ensuite, [Gamma *et al.*, 1995] élaborèrent un premier catalogue de patrons spécifiquement destiné à la conception de logiciels, qui fut depuis repris et largement expérimenté et enrichi dans le domaine de l'ingénierie logicielle.

Nous nous cantonnerons à la définition d'un patron telle qu'elle est présentée dans [Rieu *et al.*, 1999]: *un patron capitalise un problème récurrent d'un domaine et sa solution de manière à faciliter la réutilisation de cette solution lors d'une nouvelle occurrence du problème.*

Il constitue donc une base de savoir et de savoir-faire qui [Gzara *et al.*, 2000]:

- permet d'identifier le *problème* à résoudre ,

- propose une *solution* correcte et si possible consensuelle pour y répondre,
- offre les moyens d'adapter cette solution à un *contexte* spécifique.

Même si les patrons de conception sont majoritairement utilisés durant les phases d'analyse et de conception des systèmes d'information, nous avons choisi de les utiliser ici durant la phase d'instanciation de notre modèle (c'est-à-dire durant l'utilisation du système) ; sachant que leur utilisation est récurrente. La structure formelle des patrons peut s'avérer un atout majeur lorsqu'il s'agit de guider les acteurs de la conception abonnés à l'activité de collaboration pour résoudre les conflits observés. De plus, dans notre cas, ce concept semble particulièrement intéressant à mettre en œuvre sachant que le contexte dans lequel notre modèle de gestion de conflits peut être appliqué est relativement large. Les patrons proposés dans cette partie permettent de construire, par réutilisation, différents diagrammes d'objets correspondant au protocole de résolution de conflit proposé à la Figure 34.

La Figure 35 présente une vue d'ensemble des patrons proposés. Un patron principal intitulé « créer un processus collaboratif de résolution de conflits » pointe vers différents patrons afin d'instancier la classe « activité de collaboration » et la classe « itération ». Ce dernier patron utilise le patron « créer itération de clôture » afin de spécifier la fin du processus de résolution de conflit.

3.4.2. Patrons définis pour la gestion de conflits

Les Tableau 4 et Tableau 5 présentent les patrons décrivant respectivement la création de l'activité de collaboration et la création d'une itération. Le Tableau 6 décrit le patron utilisé pour créer une itération de clôture. Le cas d'étude support présenté dans le contexte est issu du cas académique de démonstration du projet IPPOP. La partie relative à la gestion de conflit est plus largement détaillée dans [Rose *et al.*, 2003a].

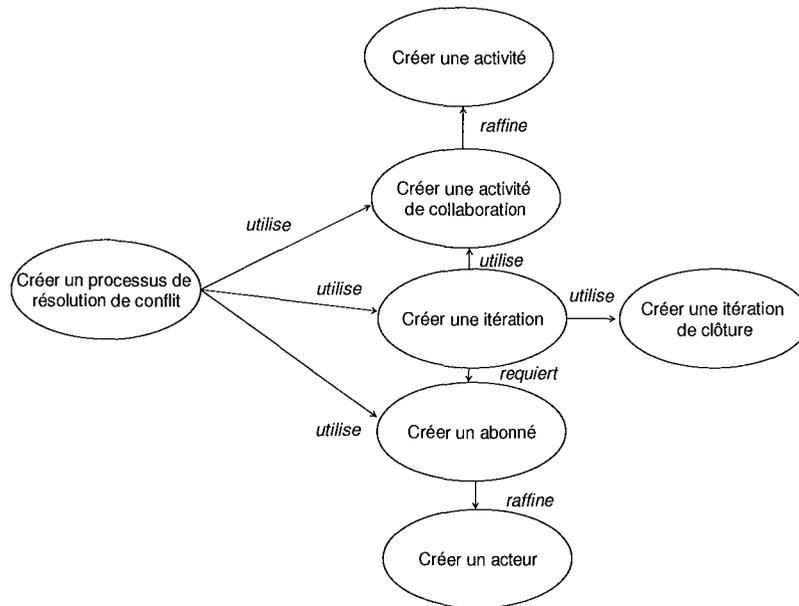


Figure 35 : différents patrons utilisés dans le système de gestion de conflits

Nom	Créer activité de collaboration
Problème	Ce patron est utilisé pour créer un processus de résolution lorsqu'un conflit est détecté. Il guide le processus de résolution et permet de garder une trace des différents échanges entre acteurs.
Contexte	Aucun autre patron ou modèle n'est requis afin d'utiliser ce patron.
Motivation	Durant le processus de conception d'un malaxeur industriel, un concepteur a réalisé une décomposition fonctionnelle et structurelle du malaxeur. Il choisit de réaliser la fonction « fixer » permettant de réaliser la liaison complète entre la crémaillère et la colonne de suspension en utilisant une solution vis/écrou. Le gammiste définit alors un modèle d'usinage. Il choisit un outil de perçage pour un acier non traité sachant qu'aucun matériau n'est encore spécifié. Le conflit apparut quand l'expert en calculs mécaniques définis les contraintes à appliquer sur la crémaillère. Il remarqua que la dureté spécifiée était trop faible pour pouvoir supporter un perçage et qu'il y avait des risques de cassure près des trous de perçage. Un processus de résolution de conflit fut alors lancé dans le but de trouver une solution.
Solution	Comme n'importe quel processus organisationnel, un processus de résolution de conflits est organisé en une succession d'activités. Une classe " Activité de collaboration" est instancié par l'acteur qui a identifié le conflit afin de répondre au processus suivant : <ol style="list-style-type: none"> 1. Instancier la classe "Activité de Collaboration". 2. Remplir les différents attributs : <ul style="list-style-type: none"> - Auteur: nom de l'acteur intervenant - Catégorie du conflit: pour ce choix, utiliser l'ontologie de produit proposée par le système (voir chapitre 4). - Composant où se situe le conflit: définir l'élément sur lequel porte effectivement le conflit. Pour ce choix, utiliser l'ontologie de produit proposée par le système (voir chapitre 4).

	3. Relier à la prochaine activité de collaboration. Le passage d'une activité de collaboration à une autre est réalisé si le conflit est résolu ou si le conflit est redécomposé en plusieurs conflits ou encore si le conflit est abandonné au profit de la redéfinition de celui-ci dans une nouvelle activité de collaboration.
--	--

Tableau 4 : Patron « Créer activité de collaboration »

Nom	Créer itération
Problème	Ce patron est utilisé dans le but d'organiser les interactions entre les acteurs en des itérations successives permettant aux différents acteurs et au chef de projet d'assurer la pérennité des connaissances partagées lors de ces interactions. La création d'itération permet l'instanciation d'un ensemble de classes utilisées pour formaliser et gérer les connaissances partagées avec une perspective de réutilisation.
Contexte	Pour appliquer ce patron de conception, le processus de résolution de conflits dans lequel il est inscrit doit être déclaré. Cela requiert ainsi l'instanciation préalable du patron « créer une activité de collaboration ».
Motivation	<p>Le conflit apparu durant la conception du malaxeur peut être résolu par la succession des itérations de résolutions alternant les phases de vulgarisation/médiation, et éventuellement un processus de vote et de clôture comme décrit ci-dessous :</p> <pre> graph LR Start((Conflit détecté)) --> Init["«Initialisation» Conflit sur la dureté de la crémaillère"] Init --> Vulg1["«Vulgarisation» Une faible résistance à l'abrasion avec la dureté courante"] Vulg1 --> Med1["«Médiation» Changer la dureté"] Med1 --> Vulg2["«Vulgarisation» Les outils disponibles ne permettent pas de réaliser un perçage avec la dureté proposée"] Vulg2 --> Med2["«Médiation» Sous-traiter l'usinage OU changer la technologie de fixation (colle...)"] Med2 --> Vulg3["«Vulgarisation» Nécessité de conserver la solution Vis/écrou pour la fixation (Viable et peu onéreuse)"] Vulg3 --> Med3["«Médiation» Sous-traiter l'usinage"] Med3 --> Cloture["«Clôture» Solution : Sous-traiter l'usinage de la crémaillère"] Cloture --> End((Conflit résolu)) subgraph Actors direction TB A1[Expert en Calculs Mécaniques] A2[Expert en Calculs Mécaniques] A3[Expert Outillage] A4[Manager de projet] A5[Concepteur] end </pre>
Solution	<p>Une fois que « l'Activité de collaboration » est créée, une nouvelle instance de la classe « itération » est créée à chaque nouvelle interaction d'un des acteurs abonnés au processus de résolution.</p> <p>Creation:</p> <ol style="list-style-type: none"> Si l'interaction vise à résoudre le conflit via des phases de vulgarisation ou médiation: <ul style="list-style-type: none"> - Instancier la classe «Itération de résolution», - Renseigner un des attributs «Explication », « Justification », « Solution ». - Renseigner l'attribut «Auteur», Si l'interaction a pour objectif d'initier la procédure de vote: <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier que la durée de vulgarisation/médiation est dépassée, - Instancier la classe « Itération de demande de vote », - Renseigner l'attribut « demande de vote »,

	<ul style="list-style-type: none"> - Renseigner l'attribut « date limite de vote », <ul style="list-style-type: none"> 3. Si l'interaction vise à voter : <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier si la date limite de vote est inférieure à la date actuelle, - Instancier la classe "itération de vote", - Saisir la solution pour laquelle on donne sa voix. 4. Si l'interaction vise à clôturer le processus de gestion de conflit: <ul style="list-style-type: none"> - Clôturer l'itération en utilisant le patron de « création de l'itération de clôture », <p>Liens avec d'autres classes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rattachement à l'activité de collaboration dans le cas de la première itération. - Relations entre les différentes itérations de résolution: <ul style="list-style-type: none"> o En utilisant le lien « suivant temporel »: le passage d'une itération de résolution à une autre est réalisé dès qu'un acteur veut intervenir suite à l'émission d'une itération précédente. o En utilisant le lien « suivant logique »: dans le but de savoir à quelle itération l'auteur répond. - Relation avec les abonnés: En utilisant le patron « créer abonné » (créer des instances de la classe « Abonné »: explique comment sélectionner des acteurs dans le but d'aider à la résolution du conflit et les rattacher à l'itération).
--	--

Tableau 5 : Patron « Créer itération »

Nom	Créer itération de clôture
Problème	Ce patron est utilisé dans le but d'expliquer les règles d'instanciation d'une itération de clôture dans le cadre de la gestion d'une activité de collaboration.
Contexte	Pour appliquer ce patron de conception, le processus de résolution de conflits dans lequel il est inscrit doit être déclaré et le processus de vulgarisation/médiation entamé. Cela requiert l'utilisation préalable du patron « créer activité de collaboration » ainsi que le patron « créer itération ».
Motivation	Le conflit apparu durant la conception du malaxeur peut être clos et capitalisé via l'instanciation d'une itération de résolution.
Solution	<p>Une fois la création d'instances d'« itération de résolution », une « itération de clôture » peut être créée dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instanciation sur demande du chef de projet suite au consensus observé dans les itérations de résolution durant la phase de vulgarisation/médiation. <p>Le chef de projet doit alors renseigner le champ « Solution » en indiquant la solution retenue pour répondre au conflit observé.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instanciation à la date de fin du processus, si les contraintes de vote suivantes sont respectées : <ul style="list-style-type: none"> Soit A le nombre d'acteurs abonnés, Soit V le nombre de votes exprimés, Ns le nombre de voix pour la solution S, QA, le quorum de votants requis, QA paramétrable, QV, le quorum de votes requis, QV paramétrable, <p style="text-align: center;">Procédure de Vote validée si et seulement si $V/A > QA$</p>

	<p align="center">Solution S validée si et seulement si $Ns/V > QV$</p> <p>Le système renseigne alors automatiquement le champ « Solution » avec la solution retenue qui sera capitalisée en reprenant les éléments du champ « Solution » de l'itération de résolution la décrivant.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instanciation sur demande du chef de projet suite à l'échec du processus de vote dû au non-respect des contraintes de vote. Le chef de projet renseigne alors le champ « Solution » en décidant lui-même de la solution à capitaliser. <p>Liens avec d'autres classes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rattachement à l'activité de collaboration. - Rattachement à l'itération de vote.
--	--

Tableau 6 : Patron « Créer itération de clôture »

3.5. Intégration dans un environnement Produit-Processus-Organisation

Nous avons vu qu'un des défauts récurrents des différents outils et méthodes préalablement étudiés dans le domaine de la conception collaborative, et de la gestion de conflits en particulier, est de ne pas pouvoir prendre en compte les dimensions Produit, Processus et Organisation (2.5.32.5.2.2). Nous avons voulu répondre à ce manque en positionnant notre démarche par rapport aux objectifs du projet IPPOP et en essayant d'intégrer des points d'ancrage entre notre modèle et ces différents points de vue au sein d'un modèle global, afin d'ouvrir notre référentiel vers ces points de vue. Cette intégration a pour objectif, à un niveau macroscopique, de couvrir l'intégralité des problématiques de l'activité de conception. La Figure 36 présente ces différents points de vue, avec les différentes interactions ayant lieu entre eux, au niveau du processus de conception global ainsi qu'au niveau du processus de gestion de conflits.

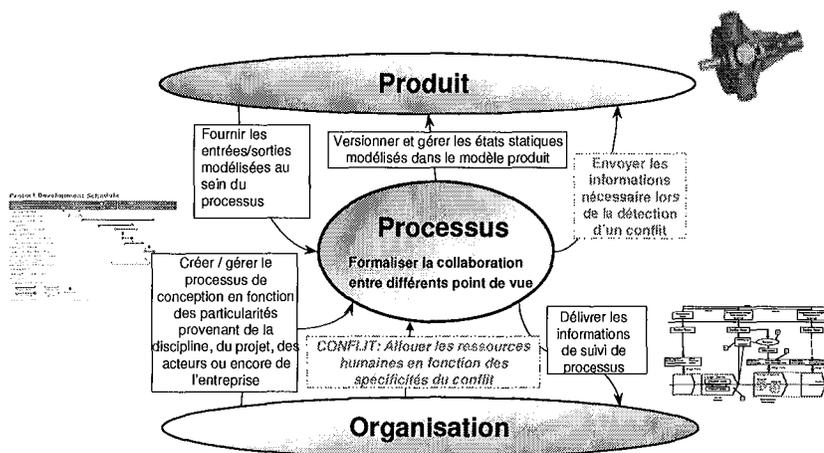


Figure 36 : Objectifs Produit, Processus, Organisation et interactions au sein du projet IPPOP

3.5.1. Position du référentiel de gestion de conflits par rapport à l'objectif « Processus¹¹ »

3.5.1.1 Réponse à l'objectif « Processus »

L'objectif ayant attrait au Processus dans IPPOP s'applique à **formaliser la collaboration des acteurs et les processus métier sur la base d'une typologie d'activités**. Notre référentiel permet de répondre en partie à cet objectif, et plus spécifiquement pour ce qui concerne la collaboration en cas de conflits entre les acteurs en présence. En effet, comme défini précédemment, la notion d'activité de collaboration est un sous-type d'activité au sens de celui défini dans le modèle IPPOP [Nowak *et al.*, 2004] :

L'**Activité** est ainsi définie comme étant une action effectuée par une ou plusieurs ressources pour satisfaire des objectifs et des contraintes fixés par l'organisation. Un projet de conception suivant un processus précis, ce processus peut alors être vu comme une activité décomposable en plusieurs activités (c'est-à-dire un ensemble partiellement ordonné d'activités). Différentes sortes d'activités sont alors utilisées en alternance ou en parallèle :

- **des activités de conception pure** qu'il convient de spécialiser à l'aide d'une taxinomie,
- **des activités de collaboration** devant être mises en œuvre dès qu'un travail synchrone ou asynchrone synchronisé sur un même objet ou partie de cet objet est mis en place.

De ce fait, il est possible de créer un sous-type d'activité spécifiquement dédié à la gestion des conflits et héritant des différentes propriétés et relations d'une activité de conception.

Cette intégration de notre référentiel au sein d'un processus de conception permet ainsi de décrire l'évolution du processus de conception lors de la découverte d'un conflit et permettre son suivi tout en modélisant la collaboration entre acteurs métier au sein du processus (via la structuration en activités de collaboration et en itérations ainsi que via la structuration interne de ces itérations). Cette description intègre en outre un flux d'informations « Produit » distillé au sein des échanges.

De plus, la contextualisation des conflits via la déclaration de ceux-ci selon des situations pré-établies (c'est à dire via l'indexation à partir des termes se trouvant dans les ontologies de domaine associées) offre aux acteurs abonnés une vision claire et directe du conflit à traiter et peut éventuellement induire des notions sur le processus de résolution à déployer pour parvenir à une solution optimale du problème en question.

Enfin, le référentiel de gestion de conflit permet de dépasser un verrou partiellement pris en compte dans le modèle de Processus IPPOP, à savoir la gestion de l'historique du conflit

¹¹ L'objectif Processus est intégralement défini en Annexe 2.

(afin de répondre à la quatrième composante des connaissances collaboratives) et la capitalisation de celui-ci en vue d'une réutilisation.

3.5.1.2 Intégration du modèle Processus avec le modèle de gestion de conflits en collaboration

Un certain nombre d'éléments existants dans le modèle de processus IPPOP (cf Annexe 2) et [Nowak *et al.*, 2004]) peuvent faire naître un besoin de collaboration. Une source potentielle de conflits réside dans les données « Produit » transformées ou utilisées par l'activité de conception considérée. Corrélié à cette perspective, l'accès aux données, selon l'état de celles-ci peut aussi être une cause de conflits et mener à l'instanciation d'une activité de collaboration. De même, le passage d'une activité de collaboration à une autre est conditionné par le degré de maturité que les acteurs accordent à une donnée produite. Ce niveau de maturité peut alors être la cause du déclenchement d'une activité de collaboration si la maturité de la donnée produite par l'activité ne convient pas aux attentes des acteurs. Cependant, l'intégralité de ces relations peut être implémentée, au sein du modèle, via le lien de « Projet »-« Activité de collaboration » puisque l'activité de collaboration est un sous-type de projet héritant de toutes les propriétés et ainsi les relations de la classe « Projet ». La Figure 37 présente une vue intégrée du modèle de gestion de conflits avec le modèle de processus et le modèle d'organisation.

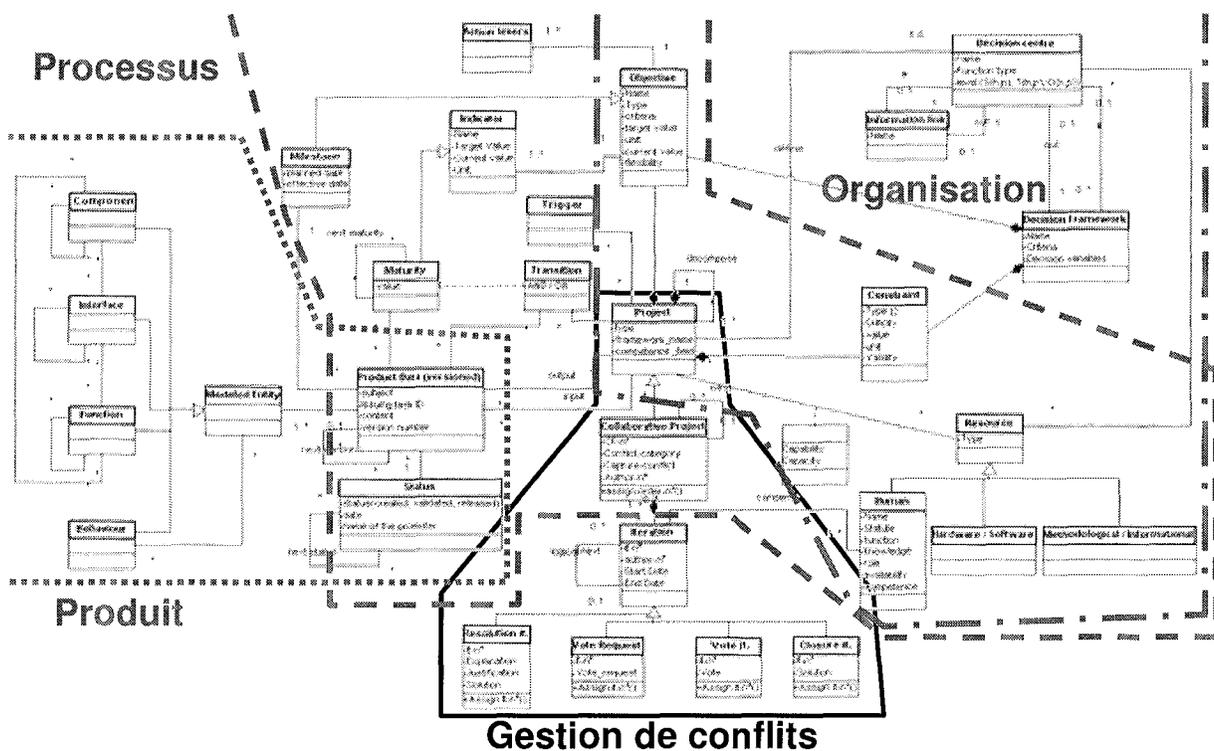


Figure 37: Vue intégrée de l'environnement Processus-Organisation autour du modèle de gestion de conflits.

3.5.2. Proposition du référentiel de gestion de conflits par rapport aux objectifs « Produit¹² »

3.5.2.1 Réponse aux objectifs « Produit »

IPPOP a été construit autour de deux objectifs « Produit »:

- Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit,
- Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers.

Le référentiel collaboratif pour la gestion de conflits tel que nous l'avons défini s'intègre tout à fait dans ces perspectives et permet de répondre partiellement à ces objectifs. Nous en détaillons dans cette section les raisons.

Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit.

Le modèle que nous avons défini, basé sur les concepts de la boucle *Observer-Décider-Informer*, est un média intéressant afin de mettre en relation les différents acteurs à même de résoudre le conflit et permet de construire et définir au fur et à mesure de la négociation du conflit une représentation partagée du contexte et de la solution. Ceci est rendu possible via la mise en place des attributs « Explication », « Justification », « Solution », permettant de communiquer et de préciser si nécessaire différents concepts et éléments provenant des différents métiers des acteurs enrôlés dans le processus de résolution.

En outre, la structuration employée, via la triptyque « Explication », « Justification », « Solution » permet de lier aisément une représentation experte à une autre, en rebondissant sur un argument ou une solution avancée par un des acteurs en présence afin de proposer un élément de son propre domaine d'expertise. La phase d'explication permet alors de s'assurer de la compréhension partagée en proposant une vision claire et pragmatique (utilisation des connaissances collaboratives de vulgarisation) des éléments avancés, en essayant de s'affranchir des barrières sémantiques. Cependant, cette structuration et le lien implicite entre les différentes représentations expertes s'en suivant doit néanmoins préserver la multiplicité des informations « Produit », des représentations liées à l'utilisation de logiciels expert, des points de vue métier, des états matériels de l'objet sur lequel est né le conflit (notion de comportement) ainsi que la multiplicité des niveaux de détails (tout en utilisant des connaissances de vulgarisation afin de communiquer).

Enfin, la recherche de justifications de l'état courant est totalement prise en compte et réalisée dans le modèle.

¹² Les objectifs Produits sont intégralement défini en Annexe 1.

On peut toutefois noter une limite quant à la totale imbrication de notre modèle par rapport à celui d'IPPOP : dans le modèle IPPOP, les différents éléments et attributs ayant trait au « Produit » sont formalisés de façon stricte dans des classes. Notre référentiel ayant pour vocation une utilisation « humaine », cette structuration ne peut être reprise au sein des différents attributs des différentes itérations ; qui consistent essentiellement en des champs de texte libre mentionnant les différentes données techniques émanant du produit en conception. Cependant, c'est l'acteur intervenant, qui, par son interprétation sémantique et syntaxique est capable de déceler les instances d'attributs ayant trait aux fonctions (F), à la structure (S), aux comportements (B) ou encore aux interfaces (I) du produit en cours de conception qui peuvent l'intéresser. De même, il est obligé de traduire et adapter ces données récupérées dans le cadre de son expertise afin de les laisser apparaître en langage courant au sein des différents échanges capitalisés par le référentiel.

Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers

Nous avons vu l'intérêt et la nécessité de l'utilisation des connaissances de vulgarisation afin de mener à bien le processus de résolution de conflits via les phases de Vulgarisation/Médiation. Notre référentiel aurait ainsi tendance à utiliser cet objectif d'IPPOP, car, comme nous l'avons expliqué précédemment, le formalisme utilisé a avant tout une vocation d'échange et de capitalisation sans pour autant proposer de solutions pour différencier et structurer de façon très formelle ces connaissances échangées.

Cependant, il permet d'y répondre en proposant :

- d'identifier les domaines d'expertise en interaction, via l'abonnement des différents acteurs au sein du processus de résolution ;
- de gérer la trace de la collaboration via l'archivage et la capitalisation des différentes itérations ayant eu lieu sur un conflit et dans un contexte donné, en mémorisant les personnes accédant à différentes notions issues de différentes classes d'attributs afin de pouvoir déterminer les types de collaboration et les groupes d'utilisateurs qu'elles concernent ;
- d'être un média et un support à la traduction entre représentations expertes, en permettant l'échange de données et de connaissances entre les différents métiers intervenant.

3.5.2.2 Intégration du modèle Produit avec le modèle de gestion de conflits en collaboration

D'un point de vue général, un modèle produit est une source potentielle de conflits. Un acteur abonné est un type d'acteur qui intervient dans le conflit via une représentation du

problème propre à son domaine. La donnée technique « Produit » sera alors le pont pour connecter le modèle Produit au modèle Processus via cette représentation particulière, tout en utilisant les instances des classes View component, View interface et View fonction. Cette représentation experte est ainsi implicitement appropriée pour remplir les différentes itérations car l'entité produit contient les arguments techniques ad hoc pouvant être employés lors des phases de vulgarisation/médiation du protocole. De plus, elle permet d'assurer la qualité des propositions et arguments avancés par les différents acteurs dans leur domaine d'expertise en terme de capitalisation de connaissances en vue d'une réutilisation pour les projets futurs. Cependant, comme dans le cas des liens avec le modèle Processus, l'intégralité des relations se fait via l'héritage provenant de la classe « Projet » (à savoir les différentes activités composant le processus de conception). Les données techniques d'entrées sont ainsi directement nourries par les entités modélisées provenant des représentations expertes décrites dans le modèle « Produit » comme présenté dans la Figure 38.

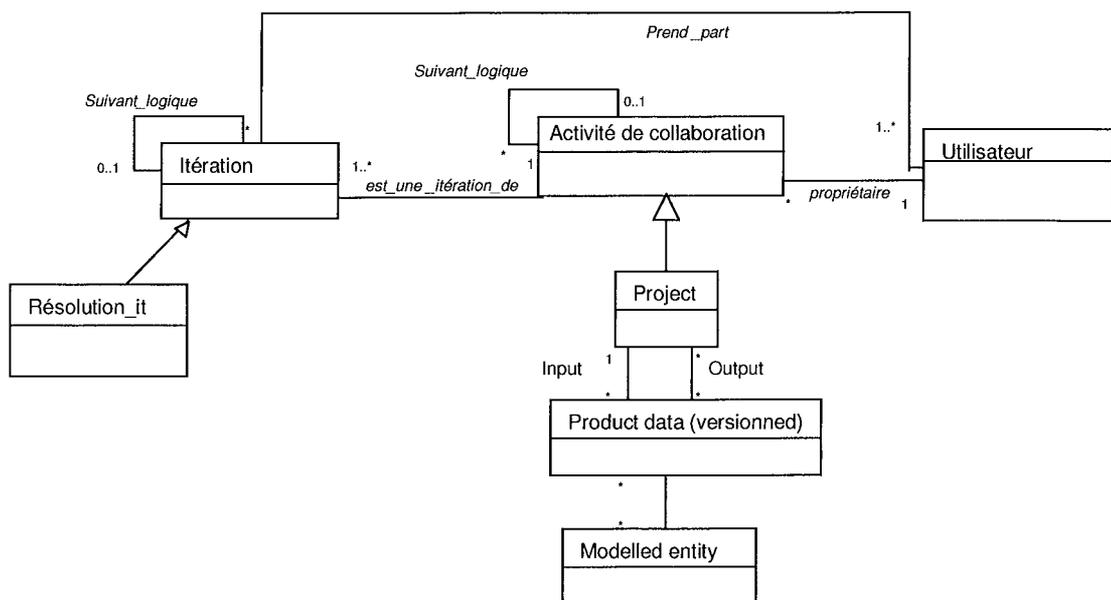


Figure 38: lien entre modèle de gestion de conflits et le modèle de Produit IPPOP

3.5.3. Position du référentiel de gestion de conflits par rapport aux objectifs « Organisation¹³ »

3.5.3.1 Réponse aux objectifs « Organisation »

¹³ Les objectifs Organisation sont intégralement définis en Annexe 3.

IPPOP a été construit autour de deux objectifs principaux pour ce qui concerne la partie « Organisation » :

- Favoriser une situation coopérative de conception,
- Mettre en place des environnements de conception.

Favoriser une situation coopérative de conception

L'objectif d'IPPOP est ici de donner la possibilité de collaborer tout au long du projet aux différents acteurs impliqués dans la phase de conception d'un produit. Cette situation est en grande partie couverte par les spécifications de notre référentiel puisque celui-ci permet d'abonner un certain nombre d'acteurs (voir sections 3.2.5.2 et 3.2.5.5) dont les compétences semblent les plus à mêmes de pouvoir résoudre un conflit préalablement détecté en leur fournissant une infrastructure leur permettant de dialoguer et d'échanger leur point de vues. Dans un souci d'efficacité, afin de limiter et rationaliser les échanges, il ne permet cependant pas d'inclure tous les acteurs participants au processus de conception. La structuration des échanges proposés autorise en outre, si les possibilités technologiques le permettent, de favoriser cette collaboration dans le cadre de l'entreprise étendue. Le référentiel proposé peut ainsi répondre aux différents scénarios proposés par cet objectif « Organisation » d'IPPOP.

Le référentiel de gestion de conflit autorise ainsi d'*Initialiser la coopération lors d'un conflit détecté* au préalable en proposant via les ontologies de domaine un point d'entrée permettant d'indexer le conflit observé. Cette structuration qui est également utile en terme de capitalisation du conflit rencontré dépasse ainsi les perspectives d'IPPOP en offrant une poignée d'accès pour la réutilisation ultérieure des éléments évoqués dans les échanges concernant ce conflit.

Le référentiel spécifié permet également de *faire coopérer des métiers interférant sur une même donnée Produit, Processus ou Organisation soulevant un conflit*. Comme présenté plus tôt dans ce chapitre (section 3.3.4), cette donnée peut être soit interne à un projet donné, soit appartenir à un processus d'un projet ou sous-projet totalement externe. Dans les deux cas de figure, le choix des acteurs reste capital dans l'objectif d'une résolution optimum des conflits mis à jour.

Enfin, en réponse au cadre formulé dans cet objectif, le référentiel proposé permet de *faire collaborer au plus tôt dans le processus de conception* les différents acteurs les plus à mêmes de répondre au conflit posé, de part les compétences et les expertises qu'ils possèdent. Il est cependant important de s'attarder ici sur la notion d'« acteur » du processus de conception et sur l'importance stratégique que leur choix revêt.

Importance des acteurs dans le processus de résolution de conflits

Comme le précisent différentes définitions du terme conflit (section 3.1.1), le caractère interpersonnel du conflit place les acteurs menant sa résolution comme élément pivot de la résolution de ce conflit. Les acteurs, en tant qu'êtres humains, sont à la base des relations dans les entreprises [Stahl-Le Cardinal, 2000]. Ce sont ainsi eux qui peuvent prendre les bonnes décisions. Certains auteurs [Longueville *et al.*, 2002], [Marle 2002] considèrent que ces décisions jouent un rôle prépondérant - pour ne pas dire exclusif - dans les processus, en particulier de conception, au sein duquel l'acteur fait évoluer l'objet sur lequel il travaille par ses choix successifs. Dans le cadre de la gestion de conflits en conception collaborative, ces acteurs jouent un rôle plus qu'important puisqu'ils sont les éléments centraux et moteurs de ces processus. De par leurs connaissances et leurs compétences; ils peuvent influencer la résolution des problèmes posés.

Afin de pouvoir définir le niveau de compétences collectives d'un groupe, il est intéressant d'étudier tout d'abord les différentes interactions intervenant au sein de ce groupe [Girard *et al.*, 2002] . Il apparaît dès lors intéressant d'identifier à travers les différentes formes de collaboration rencontrée celle qui paraît la plus ad hoc en fonction des besoins de la situation de conception [Girard *et al.*, 2003]. Dans une autre perspective, c'est la description de la dynamique générale du groupe qui est prise en compte. Il est alors important d'identifier les acteurs qui créent un bon état d'esprit et une synergie au sein du groupe.

Cette dernière forme peut être notamment étudiée en utilisant le concept de "réseau" d'acteurs (selon les travaux de [Håkansson *et al.*, 1992], [Håkansson *et al.*, 1995], [Axelsson, 1995] en marketing industriel) afin de favoriser une situation de collaboration optimale.

Choix des acteurs

En ingénierie concurrente, même si la compétence technique reste un élément de choix primordial dans le recrutement des acteurs, il n'en demeure pas moins que ce n'est plus l'unique paramètre à prendre en compte. En effet, dans le cas de la gestion de conflit, l'engagement et l'implication de l'acteur restent des facteurs déterminants quant au succès de la résolution. Dans ce contexte, la maîtrise des champs techniques impliqués dans le projet (c'est-à-dire la mise en œuvre des premières et secondes composantes des connaissances collaboratives en situation telles qu'elles sont définies à la section 2.4.3) ainsi qu'une compréhension des spécificités du projet (ce qui fait appel à la quatrième des composantes des connaissances collaboratives pré-requises à la collaboration) est

nécessaire pour une bonne compréhension du groupe. En effet, en temps normal, la compétence sur le projet se construit au fur et à mesure, « dans son déroulement même, au fur et à mesure que les différents aspects sont explorés, que les compromis sont analysés et que la mémoire collective sur l'aventure singulière se constitue» [Garel *et al.*, 2001]. Dans le cas d'une résolution de conflit, la nouveauté ainsi que la situation d'urgence inhérente à la découverte souvent tardive du conflit ne permet pas de constituer un groupe possédant à 100% cette compétence. Dans ce cas où la responsabilité du résultat prime avant tout sur l'application de méthodes, la dimension « entrepreneuriale » des compétences à mettre en œuvre demeure un élément clef : la résolution de conflit est considérée comme un projet à part entière. Ce projet revêt un caractère particulier, sachant que l'objectif y est clairement défini (résoudre le conflit actuel), mais aucun processus type ne peut être défini, que l'objet de la conception soit dans un cadre routinier ou innovant. Dans ce cas, la stratégie des acteurs, leur détermination et leurs capacités d'adaptation dynamique à la situation sont centrales. La compétence s'exprime ici en adaptant et en sélectionnant les démarches et solutions en fonction de la cible et du contexte spécifique du projet. Ainsi, dans ce contexte particulier de travail, il faut cibler et « recruter » les acteurs les plus potentiellement à la fois intéressés et intéressants pour faciliter la résolution de conflit et créer une synergie favorable à cette résolution.

Dans le cadre de notre référentiel, la structuration et la formalisation imposée des interventions remplacent en partie le besoin de leadership nécessaire dans l'orchestration de la négociation du conflit. Cette fonction est cependant réalisée en général par le chef de projet où dans notre cas, par l'acteur ayant découvert le conflit (ou l'acteur désigné comme ayant la responsabilité de la gestion du conflit). Il doit ainsi créer manuellement la liste d'abonnés de façon à faire entrer dans le processus de résolution les personnes les plus à même pour résoudre le conflit en terme de compétence, de capacités « entrepreneuriales », mais aussi de disponibilité et de responsabilité.

Différentes méthodes, outils et **S**ystèmes d'**A**ide à la **D**écision (SAD) existent cependant quant à l'assistance au choix des acteurs à impliquer dans un projet. On peut notamment citer la méthodologie « **SACADO** » (**S**ystème d'**A**ide au **C**hoix d'**A**cteurs et aux **D**écisions d'**O**rganisation) [Stal-Le Cardinal, 2000]. La mise en œuvre de ce système ainsi que la plupart des SAD nécessite cependant un arsenal informatique et un temps de déploiement et de mise en œuvre peu propice à une réponse dans l'urgence telle qu'elle est demandée dans la gestion d'un conflit récemment découvert. Ils ne peuvent ainsi aider efficacement l'acteur en charge de l'élaboration de la liste d'abonnés.

D'autres méthodes plus faciles à mettre en œuvre peuvent donc être suggérées quant à l'élaboration de cette liste d'abonnés. Elle peut ainsi être créée en consultant une matrice

des responsabilités ainsi que le planning représentant la charge de travail des différents acteurs supposés être intéressés par le processus de résolution.

Cependant, il convient avant tout d'avoir une définition plus ou moins précise de la cause du problème afin d'abonner différents acteurs.

Le caractère dynamique que revêt cette liste doit également être pris en compte : en fonction de l'évolution de la résolution du problème, elle peut être modifiée afin d'adapter les compétences présentes aux demandes et spécificités techniques découvertes au fur et à mesure de l'explication du problème.

Dans notre cas, nous avons choisi de constituer la liste d'abonnés à partir de matrices des compétences. Nous avons utilisé deux types de matrices afin de répondre à ce besoin :

- Une matrice de compétences d'un point de vue « métier »,
- Une matrice de compétences d'un point de vue « produit ».

Le contenu et l'utilisation de ces deux types de matrice sont détaillés et illustrés en Annexe 5.

L'utilisation alternative de ces deux types de matrices de compétences nous paraît répondre totalement aux besoins générés par la personne en charge de la création de la liste d'abonnés à la résolution de conflits. Elles permettent l'identification des acteurs et leur positionnement sur un conflit. Cependant, l'inconvénient majeur de ces matrices de compétences est qu'elles ne sont qu'un cliché *statique* de la situation des ressources humaines constituant l'entreprise, le projet ou un groupe au sein d'un sous-projet, suivant le degré de granularité adopté.

Afin de les modifier de façon pertinente en vue d'aider les acteurs à créer leur liste d'abonnés avec des matrices mises à jour et reflétant la situation actuelle de l'entreprise, il convient de décider d'un certain nombre d'indicateurs de performance à mettre en œuvre. L'intérêt de l'entreprise lors de l'utilisation d'un tel outil est de pouvoir conserver la trace des personnes ayant été identifiées comme expertes sur la problématique ou ayant été décelées comme telles à l'issue du processus de résolution de conflits à partir d'une analyse de celui-ci au moyen de certains indicateurs de performance. Ces indicateurs participent au suivi des performances du référentiel en étayant le choix d'acteurs et permettant, a posteriori, de définir la performance de chacun et contribuent ainsi à définir un environnement de conception [IPPOP, 2003].

Mettre en place des environnements de conception

La *situation de conception* [Belkhadi *et al.*, 2004] caractérisant de façon globale l'environnement dans lequel l'acteur mobilise sa compétence dans le cas de la gestion de conflit nécessite ainsi la mise en place de leviers d'actions sur lesquels on peut jouer pour créer et faire évoluer l'environnement en question [Robin *et al.*, 2004a]. Dans cet objectif, la mise en place d'un système d'évaluation de la performance considérant les objectifs de conception, les leviers d'actions et les indicateurs de performance s'impose.

En considérant ces perspectives, notre référentiel répond partiellement à cet objectif IPPOP. En effet, en regard de l'importance qu'ils ont dans le processus, nous avons voulu mettre en place un suivi des performances en gestion de conflits en s'intéressant plus particulièrement au recrutement des acteurs. Nous avons ainsi orienté la gestion de l'environnement de gestion de conflit vers une *optimisation des ressources humaines participant au processus*.

Nous avons ainsi implémenté un certain nombre d'indicateurs de performance au sein de notre modèle. La batterie d'indicateurs ainsi créée permet une évaluation pertinente de la partie RH de l'environnement en action ; donnant ainsi au responsable de la gestion du conflit les leviers d'actions sur lesquels il peut jouer pour modifier l'environnement en action ou créer celui-ci dans le cas de la découverte d'un nouveau conflit.

Il existe aujourd'hui un grand nombre d'indicateurs de performance et d'outils logiciels du marché capables de proposer des solutions complètes afin de fournir, calculer, gérer et capitaliser des indicateurs portant précisément sur des aspects-clés des métiers de l'entreprise (solutions de data-mining guidées ou intelligentes [Lefébure, 1998]...). Ces indicateurs sont la plupart du temps orientés sur le triptyque Qualité-Coût-Délai, mais présentent peu ou pas de quantification et d'évaluation au niveau de la collaboration existant entre les acteurs au sein des processus de conception. De ce fait, nous proposons ici un certain nombre d'indicateurs de performance spécifiquement dédiés à la mesure de la collaboration entre acteurs dans le cadre de la gestion de conflit.

Ces indicateurs sont orientés résultats et non processus. Ils permettent de répondre à la question « *A quoi faut-il arriver ?* » plutôt que « *Comment y arriver* ». Ce concept est utilisé dans le courant du « Total Quality Management » comme étant un outil de communication interactif pour propager les politiques de qualités au sein des organisations [De Haas, 1999]. Dans notre cas, ces indicateurs techniques sont supposés aider le chef de projet ou l'acteur ayant découvert le problème, notamment en sélectionnant de façon réactive [Berrah, 2002] les acteurs les plus à même de pouvoir résoudre un type de conflit particulier en regard des conflits passés. Ceux-ci peuvent être basés sur des critères qualitatifs ou quantitatifs.

Les indicateurs qualitatifs concernant la mesure de la performance en conception, et plus spécifiquement la gestion de conflits peuvent provenir du graphe des itérations dans sa

représentation d'un point de vue logique. La forme globale du graphique peut orienter la classification du groupe travail.

Par exemple, un graphique très étendu horizontalement et peu étendu verticalement signifie qu'il y a eu beaucoup d'échanges sur peu de solutions proposées. Dans ce cas, les discussions engagées ont été fortement argumentées, contre-argumentées et expliquées. Ceci peut alors signifier que le groupe comprend des acteurs disposant d'une forte personnalité (puisque réagissant sur des propos différents des leurs) mais peu créatifs. Ce manque de créativité crée alors un manque de synergie au sein du groupe. La ventilation des différents abonnés dans différents groupes peut être préconisée dans un futur conflit dans un contexte similaire. On peut éventuellement envisager la requalification des acteurs abonnés en changeant leurs notes dans la matrice des compétences suite à cette expérience infructueuse. Cet indicateur qualitatif peut être corroboré par un indicateur quantitatif visant à calculer le nombre d'itérations pour une solution énoncée par rapport au nombre total d'itérations : plus le ratio est proche de 1 et moins le réseau d'abonnés est efficient en terme de production de solutions.

A contrario, un groupe de travail dont les échanges sont représentés par une arborescence très étirée verticalement mais peu étendue horizontalement signifie que les abonnés sont très créatifs mais peu réactifs et critiques par rapport aux différentes solutions proposées par les autres partenaires. Il y a peu de synergie et beaucoup de comportements individualistes dans le groupe constitué. Ce groupe est donc à remodeler afin de pouvoir arriver à un consensus sur les solutions proposées.

Un certain nombre *d'indicateurs quantitatifs* peuvent néanmoins être implantés afin d'évaluer la pertinence du protocole, et plus spécifiquement la pertinence du choix des acteurs abonnés au protocole. Ces indicateurs sont en général des mesures numériques ou statistiques, souvent exprimées en termes d'unités d'analyse (nombre, fréquence, pourcentage, ratio, écart, etc). Nous avons choisi de les regrouper sous trois thèmes : affectation des acteurs, organisation, efficacité du réseau (Tableau 7). Une fourchette de variations peut être affectée à chaque indicateur afin d'interpréter correctement la valeur de l'indicateur obtenu.

Si notre référentiel permet de fournir un certain nombre d'indicateurs de performance pour gérer l'environnement dans lequel se déroule le processus de gestion de conflits, il ne peut cependant pas fournir les informations nécessaires pour *caractériser un environnement de conception à partir d'une situation de conflit donnée* tel que cela est défini dans l'objectif IPPOP. En effet, la mise en place du contexte nécessaire aux acteurs de la conception au sein des cadres de conception tel qu'il est entendu dans GRAI [Girard *et al.*, 2004] en définissant les ressources tant temporelles, que financières ou humaines est laissée au bon vouloir de l'acteur en charge de la gestion de conflit ou aux décideurs des niveaux

hiérarchiques supérieurs. Cela pose notamment le problème de l'*autonomie de la gestion de conflit* au sein du processus global de conception.

<i>Indicateur</i>	<i>Objectif</i>
Création de la liste d'abonnés – affectations des acteurs	
Nombre d'itérations / conflit	Evaluer la pertinence de la liste d'abonnés
Nombre de solutions proposées / conflit	
Nombre d'acteurs actifs / conflit	
Nombre d'itérations créées / acteur/ mot clef	Cibler les personnes les plus dynamiques en fonction d'une expertise donnée
Nom de la personne active / mot clef	Cibler les domaines d'expertises des acteurs (afin d'amender la matrice des compétences).
Organisation - Gestion des RH	
Nombre d'abonnements à un conflit / nom	Charge de travail individuelle dédiée à la gestion de conflits - implication dans différents projets
Nombre d'abonnements à un conflit / personne	Charge de travail moyenne dédiée à la gestion de conflits
temps de résolution du conflit / temps total du projet	Calculer le temps de « non production » du projet
Nombre de solutions émises/ métiers ou domaine	Cibler les expertises qui sont les plus dynamiques en gestion de conflits (afin de planifier le temps de résolution du conflit).
Nombre de personnes abonnées/conflit	Calculer le nombre moyen de personnes affectées à la résolution d'un conflit
Efficiences du réseau	
Nombre d'itérations par branche / Nombre d'itérations total	Quantifier l'efficacité du réseau d'abonnés créé.
Nombre de solutions proposées/conflit	Quantifier la créativité du réseau d'abonnés créé.

Tableau 7: IP relatifs à la gestion de conflits en conception

Comme nous l'avons vu au paragraphe 3.3.4, le référentiel présenté précédemment permet dans certains cas d'autoriser une résolution relativement autonome du conflit rencontré au sein de l'environnement de conception proposé (si l'ensemble des données relatives au conflit est interne au projet par exemple). Les différents abonnés sont ainsi capables de mener à bien la résolution en suivant le processus tel qu'il est synthétisé dans la Figure 39 sans faire appel à une tierce personne issue d'un niveau hiérarchique supérieur.

Cette autonomie comporte néanmoins des limites. En effet, les ressources allouées pour l'activité sur laquelle le conflit est arrivé peuvent se révéler inadaptées, que ce soit du point de vue des compétences disponibles au sein du volant de personnes travaillant sur le projet ou dans l'entreprise comme au niveau des ressources matérielles ou méthodologiques dévouées à cette activité posant problème.

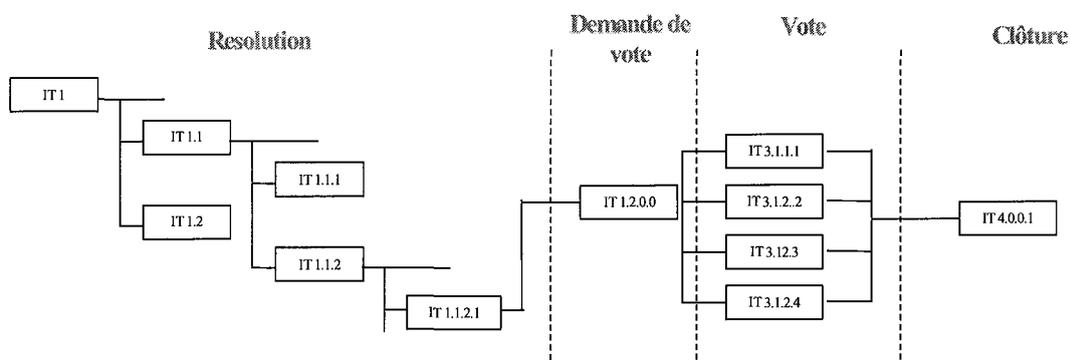


Figure 39 : processus global de résolution de conflit représenté sous forme arborescente

En outre, les différents jalons temporels et durées alloués au processus normal peuvent se révéler totalement dépassés, dans le sens où ce conflit n'était pas détecté à priori lors de la phase de planification des activités. Les différentes causes de l'échec du protocole de gestion de conflit sont présentées dans le Tableau 8.

Causes d'échec de la résolution du conflit d'un point de vue <i>Processus</i>	Cause d'échec de la résolution du conflit du point de vue <i>Organisation</i>
Insuffisance des moyens ou ressources disponibles: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durée entre 2 jalons trop courte. ▪ Ressources humaines disponibles insuffisantes; ▪ Support matériel non adapté ou en quantité trop faible; ▪ Ressources méthodologiques inadéquates. ▪ Budget trop faible; 	Pas ou peu de retour sur les objectifs de performance: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jalons non respectés, date de délivrance des informations ou fichiers intermédiaires dépassée. ▪ Mauvaise utilisation du matériel. ▪ Dépassement de l'enveloppe budgétaire allouée. ▪ Heures supplémentaires trop nombreuses chez certains acteurs de la conception / chômage technique.
Tâches en dehors de la compétence du groupe retenu.	Peu de volonté pour réaliser les tâches imparties.
Objectifs de la conception mal compris	Valeurs des indicateurs de performance non satisfaisantes et ne répondant pas aux attentes de l'organisation.

Tableau 8: Causes d'échec du processus de gestion de conflit d'un point de vue processus et organisation.

Ainsi, parfois, la structure mise en place suite à la découverte d'un conflit ne permet plus de répondre aux besoins générés par la résolution du conflit (Figure 40). Les moyens nécessaires pour trouver une solution au conflit n'étant pas suffisant ou n'existant pas au sein d'un projet, en fonction du mode d'organisation de l'entreprise et si la structure le permet, il convient alors d'aller chercher à l'extérieur ces moyens en faisant appel à de la

sous-traitance dans un autre projet par exemple (moyens intra-entreprise) ou dans une autre société (moyens externes à l'entreprise).

Les nouveaux moyens réalloués via l'intermédiaire d'un ou plusieurs centres de décisions, instanciant des nouvelles valeurs au sein des cadres de conception constituent ainsi une modification de l'organisation du projet. La négociation vers une nouvelle solution peut alors être reconduite via la réinitialisation d'une nouvelle activité de collaboration au sein du référentiel proposé.

Dans tous les cas, la formalisation des informations imposée par le format des échanges capitalisés dans le système permet un gain de temps et de clarté lorsqu'il s'agit d'expliquer les causes de ce nouveau besoin de ressources.

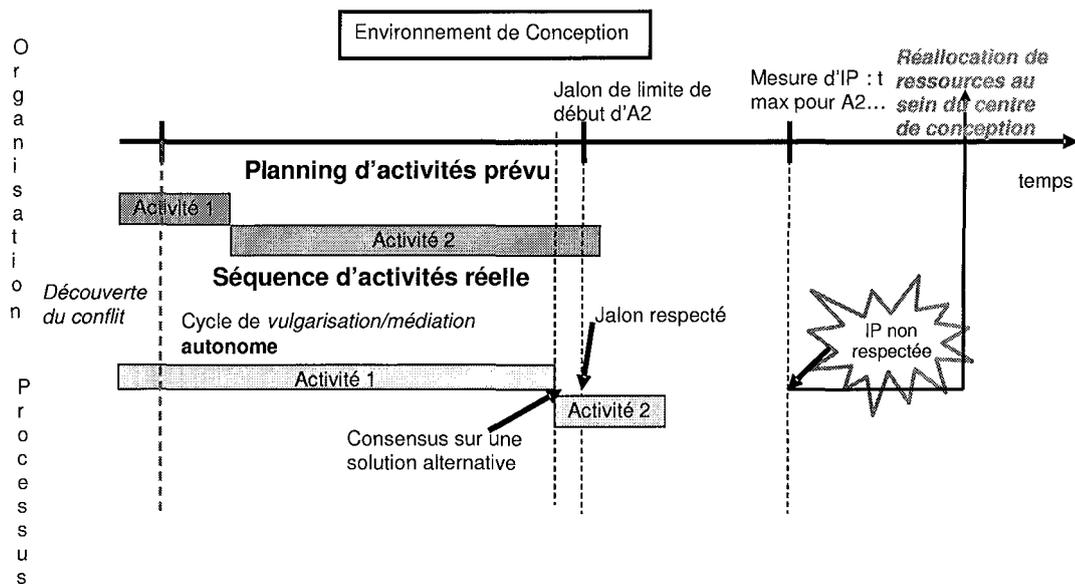


Figure 40 : Autonomie de la gestion de conflits au sein du processus global de conception

3.5.3.2 Intégration du modèle Organisation avec le modèle de gestion de conflits en collaboration

Comme c'était le cas pour le lien entre le modèle de processus et le modèle de gestion de conflits, un certain nombre de paramètres issus de l'organisation sont susceptibles de déclencher un conflit. Cependant, d'un point de vue modèle, les différentes contraintes, cadres et ressources sont alloués par l'organisation à un projet. De par la relation de sous-typage entre un projet de conception décomposable en activités et un projet collaboratif (qui peut être composé d'activités de collaboration), les différentes données organisationnelles à remanier lors d'un conflit transigent obligatoirement via la classe « Project » et sont centralisés dans la classe « Collaborative Project » (Projet de collaboration). Au vu de

l'importance qu'ils revêtent et dans le cadre d'une redéfinition dynamique et autonome des objectifs de la résolution de conflits, les acteurs du processus sont quant à eux reliés directement à l'activité de collaboration dans le modèle. Cela permet de créer de façon beaucoup plus souple une liste d'abonnés en fonction de l'orientation que prend le processus de résolution et de la modifier sans forcément en faire appel à la hiérarchie. La Figure 37 présentée précédemment propose une vue intégrée de ces aspects « Organisation » avec le modèle de gestion de conflit dans un diagramme de classes UML.

3.6. Conclusion : une vision dynamique et englobante du processus collaboratif de gestion de conflits

La gestion de conflits réclame une attention toute particulière en conception de produit. Le référentiel collaboratif de gestion de conflits proposé dans ce chapitre nous montre l'importance de la prise en compte de l'intégralité des paramètres intervenant tout au long du cycle de vie de la résolution du conflit dans le but de mener à bien ce processus avec un objectif de réutilisation ultérieure des connaissances échangées. Ainsi, sur la base des spécifications statiques érigées à partir d'une méthode de raisonnement basée des diagrammes UML, les différentes règles de passages d'une itération à une autre sont totalement paramétrables en fonction de la situation et du contexte dans lequel l'objet de la conception est réalisé, mais aussi de l'organisation dirigeant le processus de conception. Ainsi, la mise en place de patrons de conception permet de pouvoir redéployer aisément cette configuration dans des situations connexes.

En outre, ce référentiel répond en majeure partie aux différents objectifs du projet IPPOP en regard de ceux préconisés dans les domaines Produit, Processus et Organisation. Concernant cette dernière, nous nous sommes plus précisément penchés sur la politique d'abonnement des acteurs potentiellement intéressants afin de mener à bien cette gestion de conflits. Ces acteurs, à la fois experts dans un domaine donné mais surtout et avant tout des hommes capables de collaborer et d'échanger en mettant à profit leurs connaissances partagées afin de dynamiser et d'améliorer la performance globale de leur projet, sont des éléments clefs de la réussite de la gestion de conflits. Il faut alors considérer ces personnes comme formant un véritable « réseau » aux compétences multiples qu'il convient de valoriser mais surtout de mettre à jour. La gestion de ce « potentiel humain collaborant » nécessite ainsi des indicateurs pertinents capables de les situer dans leur domaine de compétences, mais aussi de leur capacité à créer des synergies au sein des réseaux auquel ils appartiennent, en évaluant leur capacité à communiquer avec les autres.

Dans un contexte plus large, il est possible d'affirmer que la collaboration est un facteur d'amélioration de la performance de l'activité de conception dans son ensemble : les

activités collaboratives, à l'image de la résolution de conflits, contribuent à l'amélioration de connaissances partagées ; celles-ci permettant à l'entreprise de rester créative. De ce fait, leur création peut devenir un indicateur de performance à part entière pour le niveau organisationnel de l'entreprise [Molleman *et al.*, 2001]. Cette idée nous amène à étudier sous quelle forme et avec quelles solutions techniques les conflits rencontrés dans les différentes activités de conception peuvent être capitalisés ainsi que les différents moyens de réutilisation des différentes solutions évoquées lors de ces résolutions de conflits.

Chapitre 3

Chapitre 3: CO²MED (Collaborative CONflict Management in Engineering Design): un référentiel de collaboration en conception collaborative de produits

Ce chapitre présente le développement du référentiel dont les spécifications ont été présentées dans le chapitre précédent. Après avoir resitué la notion de référentiel de collaboration et les besoins auxquels ce concept doit répondre, nous présentons la solution que nous proposons afin de répondre à ces besoins : l'application logicielle **CO²MED**. Nous dressons un aperçu des solutions technologiques et moyens utilisés pour réaliser ce logiciel puis nous naviguons dans les différentes fonctionnalités proposées par le système.

5.1. La notion de « mémoire » dans un référentiel de collaboration

Comme présenté dans les chapitre précédents, la nécessité de capitaliser (dans une mémoire d'entreprise ou à moindre échelle, dans une mémoire de projet) en vue de les réutiliser les solutions évoquées lors de projets passés est un besoin essentiel afin de promouvoir une conception de produit performante. Une fois un compromis trouvé sur la manière d'accéder et de partager ces connaissances (dans notre cas, ceci est réalisé via les ontologies de conflits), il s'agit donc de discuter des solutions à mettre en œuvre pour les stocker. Cependant, outre le stockage des connaissances, l'infrastructure permettant de capitaliser les connaissances doit aussi être envisagée. En effet, on peut considérer qu'un référentiel est constitué de la partie purement « stockage » des connaissances ainsi que des équipements permettant la communication tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de cette « mémoire » de stockage. Cette infrastructure¹⁴ se déploie donc tant à l'intérieur de la mémoire, qu'à l'extérieur de celle-ci. A l'intérieur, elle permet de compartimenter et d'organiser le volume disponible de la mémoire, de façon à pouvoir fournir au processus une information ciblée et bien définie. A l'extérieur; elle est composée d'une sorte de « zone de transit » pour structurer et indexer les connaissances des medias de communication ainsi que les mécanismes et protocoles gérant ces média, de façon à établir des inférences¹⁵ en proposant des solutions propices au conflit en question.

Différentes définitions, dimensions et points de vue existent par rapport à la définition et l'implémentation des mémoires d'organisation (appelées encore mémoires d'entreprises) et

¹⁴ Nous rejoignons ici le point de vue de [Hars 1998] (voir aussi (Hars, 2003) qui considère que le terme « mémoire organisationnelle » n'est pas employé à bon escient pour décrire les fonctions auxquelles devrait répondre un tel système.

¹⁵ Par inférence, nous entendons la déduction de données par recoupement de données auxquelles une personne ou un système informatique a normalement accès.

mémoires de projet. De nombreux travaux de la littérature se sont penchés sur ces problèmes [Dieng *et al.*, 2001].

L'objectif n'étant pas ici d'exposer toutes les définitions existantes, nous nous cantonnerons aux propositions de [Simone 1996] afin d'identifier les objectifs à atteindre par notre référentiel utilisé dans le cadre de situations collaboratives complexes et dynamiques :

- Innover,
- Accroître la collaboration,
- Gérer les renouvellements de personnel,
- Gérer les exceptions,
- Traiter les situations critiques.

Nous pouvons noter qu'une bonne communication est un critère sous-entendu et sous-jacent dans l'atteinte de ces objectifs.

Ces différents objectifs soulignent également le caractère dynamique inhérent au référentiel collaboratif. En effet, même si la collaboration peut être considérée comme un « état » (section 2.1.1.6), l'archivage des différents échanges réalisés lors des différentes collaborations se veut dynamique et adaptatif. Ainsi, pour [Bannon *et al.*, 1996], il ne suffit plus de fournir une base de données partagée mais il est nécessaire de faciliter la construction active par les participants d'un espace commun d'information où ils puissent discuter des significations et s'accorder sur ces significations ; le référentiel créé reposant sur une signification commune et partagée.

Nous abondons dans cette perspective, puisque c'est notamment dans ce sens que nous avons défini les ontologies de conflits comme étant des leviers d'actions communs pour aborder les différents conflits rencontrés. Cependant, cette solution doit également laisser place à un « apprentissage collectif », réalisé par les différents échanges inter-acteurs.

Ce chapitre présente une solution informatique capable de répondre à ces différents besoins dans le cas particulier de la gestion de conflits: le logiciel **CO²MED**.

5.2. Cahier des charges du logiciel

Nous nous sommes imposés un certain nombre de critères et de contraintes afin de développer notre référentiel pour la gestion de conflits en conception collaborative.

5.2.1. Critères techniques

Le cahier des charges fonctionnel de notre application logicielle était en grande partie décrit par le diagramme de classe UML et la description du protocole associé. Ceci imposait de disposer :

- D'un accès personnalisé et sécurisé au logiciel (système de gestion des utilisateurs),

- D'une fonctionnalité de communication structurée (dans des champs explication, justification, solutions) afin de pouvoir échanger les différentes connaissances utilisées pour mener à bien le processus de résolution,
- D'une fonctionnalité de gestion des activités de collaboration et des itérations,
- D'un système de vote,
- D'un système de stockage des itérations,
- D'un système d'indicateurs de performances spécifiés selon le Tableau 7.
- D'une intégration des ontologies de conflits comme levier d'indexation des conflits rencontrés,
- D'un système inférant de propositions de solutions à partir de la base de solutions évoquées par le passé.

Ne disposant pas de temps pour former les personnels concernés lors d'un déploiement en entreprise, les réponses à ces différents besoins se devaient d'être faites dans un environnement particulièrement ergonomique et simple à mettre en œuvre.

5.2.2. Critères matériels

Toujours dans l'optique d'un déploiement rapide et facile dans différents sites, les développements devaient pouvoir se faire sur les PC disponibles au laboratoire, sous environnement Windows.

5.2.3. Critères financiers

Afin de ne pas générer d'achats de licences spécifiques pour les éventuels utilisateurs finaux de CO²MED, nous avons préféré les solutions logicielles en licence *OpenSource* ou les logiciels pour lesquelles le laboratoire disposait de licences de développement.

5.3. Choix des technologies

5.3.1. Solutions envisageables

Afin de mettre en place un référentiel complet de collaboration, différentes solutions se proposaient à nous :

- Une architecture « lourde »¹⁶ avec un outil complet de Product Lifecycle Management couplé à une base de donnée permettant de gérer les Workflows notamment et possédant éventuellement une passerelle vers un environnement CAO ;
- Une solution « Web » utilisant des pages HTML, facilement disponible via un navigateur Internet et reliée à une base de donnée.

¹⁶ Nous n'avons pas voulu prendre en considération les solutions dites « PLM » basées sur des technologies Web également disponibles sur le marché car nécessitant un paramétrage préalable, identique en terme d'effort aux solutions PLM classiques.

Chapitre 3: CO²MED (COLlaborative CONflict Management in Engineering Design): un référentiel de collaboration en conception collaborative de produits

Il existe aujourd'hui de nombreux sites Internet basés sur une architecture 3/3 capables de fournir des services de capitaliser des informations échangées tout en promouvant une infrastructure permettant une ergonomie d'utilisation et un bon niveau de communication entre les différents acteurs interagissant. Ayant à disposition le logiciel *Advitium* de la société LASCOM Technologies¹⁷ au sein de l'AIP Lorrain, nous avons voulu comparer ces deux solutions afin de déterminer celle qui paraissait la plus adaptée pour répondre à nos besoins.

Le logiciel *Advitium* permet notamment :

- de guider l'information critique au travers de processus complexes,
- de contrôler les changements,
- de comparer des informations sur les produits et les projets dans le temps, selon différentes vues,
- de donner un accès sécurisé à l'information technique aux membres d'une équipe répartie.

Advitium fournit également les outils pour l'archivage et l'organisation de cette information ce qui permet de faire par la suite des mesures et des analyses permettant aux entreprises de construire et de conserver une vraie base de connaissance de leur métier. Les résultats de notre étude concernant le choix des solutions sont synthétisés dans le

Critères	Solution PLM	Solution Web
Faisabilité	✓	✓
Facilité de Développement		✓
Facilité de Maintenance		✓
Coût financier		✓
Modularité		✓
Nouvelles technologies	✓	✓
Gestion des workflows	✓	
Graphisme		✓
Simplicité d'utilisation		✓
Facilité de déploiement		✓
Accès personnel et sécurisé	✓	✓
Connexions bilatérales avec une base de données	✓	✓
Interopérabilité avec un système de CAO	✓	
Complétude	✓	
Facilité d'intégration avec le prototype IPPOP		✓

Tableau 9 : comparatif des solutions envisageables

¹⁷ <http://fr.lascom.com/>

L'analyse de cette étude comparative affirma le choix de la solution « Web » comme le meilleur support logiciel pour le développement envisagé. En effet, les facilités de maintenance, de développement de pages HTML statiques et dynamiques ainsi que le faible coût de revient compensaient largement l'avantage de disposer de Workflows pré-définis dans la solution PLM afin de traiter efficacement les données.

La possibilité de disposer de pages dynamiques au graphisme, à l'ergonomie « intuitive », permettant une véritable souplesse d'utilisation était un atout non négligeable pour la solution « Web ». De plus, le design de l'application « Web » peut être facilement personnalisable en fonction de l'entreprise ou du service où elle est déployée.

Du point de vue de l'accès, la solution « Web » convient parfaitement dans le cadre de l'ingénierie concourante distribuée. En effet, dans le cadre d'un bureau d'étude multi-sites, un avantage indéniable de cette solution réside dans l'accès partagé facilement réalisable via Internet : la mise en place d'une telle plate-forme permet de mener et de résoudre le conflit en co-localisation, dans des conditions similaires et suivant un scénario identique à celui mené dans une situation de travail d'équipe rassemblé en un lieu unique [Li *et al.*, 2004]. Cette solution permet en outre de dynamiser la résolution de conflits, en proposant, via un navigateur Internet, un réel environnement hypermédia intégré [Lombard, 1996], capable de facilement s'adapter au contexte du conflit proposé (affichage de l'ontologie requise, mémorisation des actions de résolution préalablement effectuées via l'utilisation de cookies...) et d'orienter l'utilisateur vers les actions à mener (message de vote).

Question modularité, les solutions Web sont aujourd'hui basées sur des technologies très riches, pouvant néanmoins s'interfacer avec de nombreux langages. L'intégration via une API de récupération des données avec le noyau du démonstrateur IPPOP (développé en Visual C ++ mais ne supportant pas la technologie .NET) devait s'en trouver faciliter. La solution PLM étant elle écrite en langage propriétaire, aurait nécessité des développements spécifiques très onéreux afin de répondre à ce besoin.

En revanche, le développement d'une solution « sur-mesure » à base de technologie « Web » est beaucoup moins compétitive en terme de complétude, par rapport à une solution PLM commerciale, développée depuis plusieurs années et éprouvée par de multiples utilisateurs. De plus, en matière d'interopérabilité avec des systèmes de CAO notamment, malgré la modularité avérée des solutions Web, un résultat comparable à l'intégration des solutions PLM/CAO aujourd'hui disponible nécessiterait un effort de développement très important.

Néanmoins, la solution Web permet en outre de s'affranchir du moyen de stockage des données car il existe un certain nombre de solutions via le driver ODBC pour adapter le code HTML et les scripts incorporés afin d'attaquer des bases de données Oracle, SQL, Access ou autre.

Enfin, de nombreuses solutions « Web » existent aujourd'hui dans le domaine de la conception. Le choix de cette technologie, permet d'envisager de lier éventuellement ces solutions afin de promouvoir un véritable portail complet d'outils d'aide à la conception.

5.3.2. Choix du modèle d'architecture

Différents choix d'architecture sont possibles quant à l'implémentation de notre solution Web pour la gestion des conflits. Il convenait de disposer d'un accès distribué aux informations relatives aux conflits traités. Pour se faire, une base de donnée était nécessaire. Dans cette perspective, une architecture Client/Serveur simple était envisageable. Cette solution présente l'avantage de posséder des ressources centralisées (évitant la redondance des données et promouvant ainsi une meilleure sécurité); mais aussi l'inconvénient de nécessiter que la totalité des composants utiles à l'application soient centralisés sur un seul et unique serveur. Dans notre cas, la solution la plus flexible fut de considérer une architecture 3/3. Cette solution, permettant de séparer le serveur de bases de données et le serveur d'application Web, autorise un certain niveau de modularité en ce qui concerne la base de données à utiliser, ainsi qu'un niveau de sécurité supérieur par rapport à une architecture Client/Serveur (la sécurité peut être définie pour chaque service). En outre, le fait de disposer d'un serveur d'application découplé des autres composants permet d'envisager, à terme, de faire évoluer facilement cette architecture en n/3, en ajoutant des serveurs d'applications dédiés à des modules spécifiques pouvant être pluggés à l'application (système d'aide à la décision ect...).

Dans l'objectif de créer une solution évolutive, capable d'intégrer de nouveaux modules, l'architecture CORBA¹⁸ aurait pu être envisagée; mais sa mise en oeuvre relativement lourde ainsi qu'une orientation vers un développement orienté « langages à objets » ne se justifiaient pas pour les fonctionnalités relativement simples envisagées.

5.3.3. Choix du langage de développement

Afin de rendre les pages Web dynamiques, fonctionnelles et attractives, nous avons choisi de les développer en PHP. Supporté par la majorité des navigateurs Web, le langage PHP (officiellement, ce sigle est un acronyme récursif pour *PHP: Hypertext Preprocessor*) apparaît comme une véritable plate-forme à part entière. C'est un langage de scripts

¹⁸ CORBA (Common Object Request Broker Architecture) est une architecture créée et préconisée par l'Object Management Group (www.omg.org) en tant que modèle de référence pour des applications distribuées utilisant des techniques orientées objet.

généraliste et Open Source, spécialement conçu pour le développement d'applications web. Il est à noter la différence avec les autres scripts CGI écrits dans d'autres langages tels que le Perl ou le C : Au lieu d'écrire un programme avec de nombreuses lignes de commandes afin d'afficher une page HTML, le code PHP est inclus entre une balise de début et une balise de fin à l'intérieur du code HTML, ce qui permet au serveur Web de passer en « mode PHP » et de réaliser les actions demandées.

D'autre part, le PHP est un langage interprété exécuté du côté serveur (comme les scripts CGI, ASP,...) et non du côté client (comme le Javascript). Ainsi, lorsqu'un navigateur (le client) désire accéder à une page dynamique réalisée en PHP :

- le serveur reconnaît qu'il s'agit d'un fichier PHP et lit ce fichier,
- dès que le serveur rencontre une balise indiquant que les lignes suivantes sont du code PHP, il "passe" en mode PHP, ce qui signifie qu'il ne lit plus les instructions mais il les exécute,
- lorsque le serveur rencontre une instruction, il la transmet à l'interpréteur. L'interpréteur exécute l'instruction puis envoie les sorties éventuelles au serveur,
- A la fin du script, le serveur transmet le résultat au client (le navigateur), il est par conséquent impossible au poste client d'avoir accès au code qui a produit ce résultat.

Enfin, le PHP possède un très grand nombre de fonctions natives, de bibliothèques, de classes et de logiciels prêts à l'emploi, facilitant le développement d'applications (en particulier Web dynamiques) et autorisant une programmation claire et facilement réutilisable.

Le serveur Web utilisé est la solution Apache¹⁹ (Open Source elle aussi), reconnue comme étant un véritable standard pour ce service.

La solution de stockage retenue est une base de données MySQL²⁰. Le serveur de base de données MySQL est la base de données « open source » la plus populaire au monde de par son architecture qui la rend extrêmement rapide et facile à adapter.

Ceci est notamment réalisé par la réutilisation étendue du code dans le logiciel et une approche minimalisant l'effort de production de dispositifs riches et fonctionnels. Ce système de gestion de base de données se caractérise en outre par une compacité, une stabilité d'utilisation et une facilité de déploiement au dessus de la moyenne. De plus, le serveur de base de données de MySQL est disponible en open source et sans licence, selon les

¹⁹ www.apache.org

²⁰ www-fr.mysql.com

accords GNU General Public License (GPL). Son implémentation est donc totalement gratuite.

La suite EasyPHP²¹ a été utilisée afin de disposer de ces différents éléments logiciels constituant CO²MED. Cette application installe et configure automatiquement un environnement de travail complet sous Windows permettant de mettre en oeuvre le langage dynamique PHP et son support efficace des bases de données MySQL au travers d'un serveur Web Apache. EasyPHP regroupe ainsi un serveur Apache, une base de donnée MySQL, le langage PHP et des outils d'aide au développement.

La Figure 41 présente l'architecture de l'application retenue.

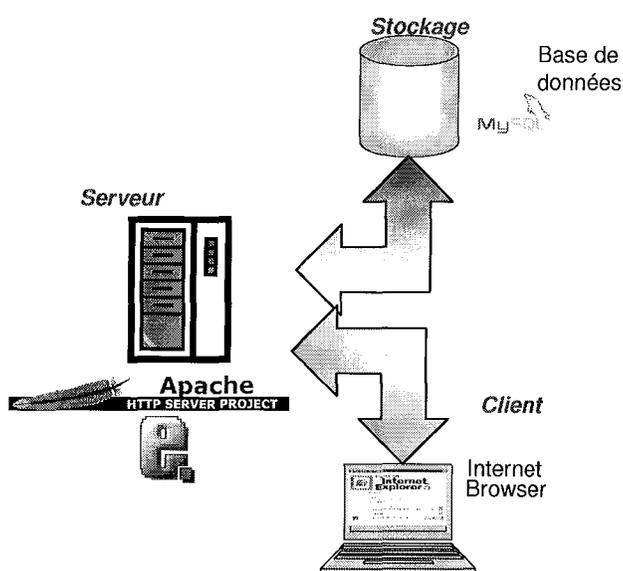


Figure 41 : Architecture logicielle de CO²MED

²¹ www.easyphp.org

5.4. Méthode de développement

5.4.1. Organisation générale du travail

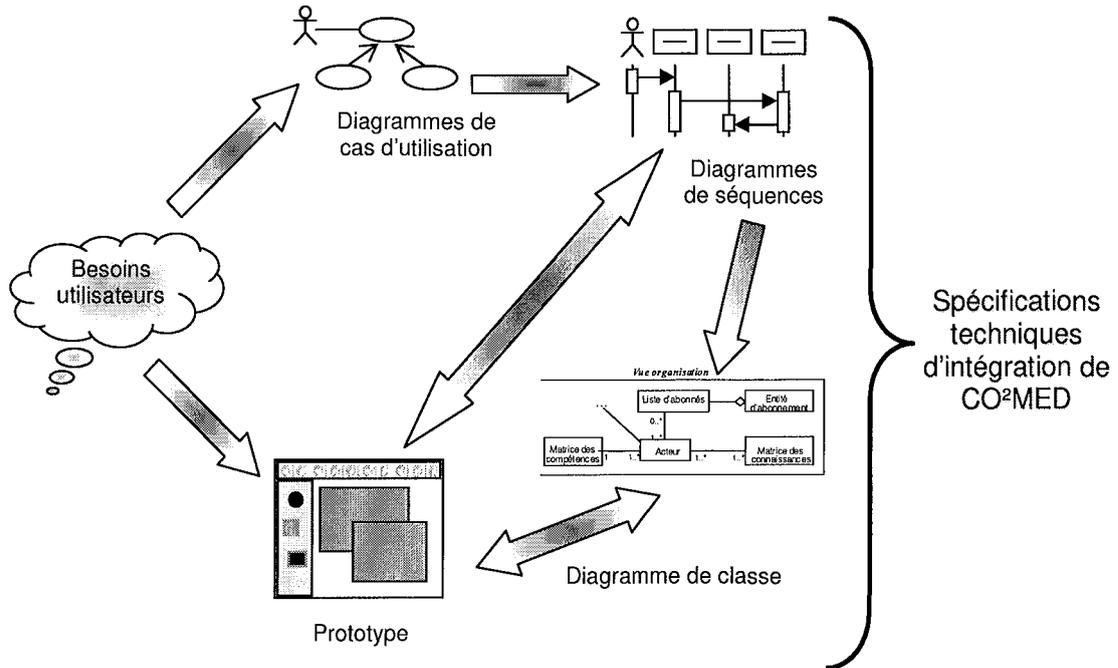


Figure 42 : protocole de développement utilisé

Le protocole de développement suivi reprend la méthode générale adoptée par le consortium IPPOP, adaptée de celle proposée par la société de service *SOPRA Group*²² (Figure 42).

Les différents diagrammes présentés au chapitre précédent servant de spécifications pour le prototype logiciel présenté dans ce chapitre. La logique générale de développement utilisée s'inspire du cycle en V.

La phase de validation est présentée dans le Chapitre 4.

5.4.2. Architecture logicielle

Afin de permettre une portabilité accrue de ce logiciel, la modularité a été privilégiée lors du développement du logiciel. Ainsi le code n'est pas dépendant de la structure matérielle et logicielle qui l'accueillait pour les tests.

On peut ainsi distinguer quatre modules distincts et indépendants dans l'application:

²² www.sopra.fr

- Le module d'authentification des utilisateurs qui pour les tests se trouvait être une base de données MySQL, mais qui peut parfaitement devenir une base Ldap ou toute autre structure capable de lier un identifiant et le mot de passe qui s'y rattache.
- Le module de stockage des données constituant les itérations. La solution choisie pour les raisons évoquées précédemment est un serveur MySQL mais l'application aurait très bien pu se connecter à un serveur Oracle 8i,9i, Sybase ou encore SQL Server.
- Le module d'envoi des e-mails, qui récupère notamment les informations relatives aux coordonnées professionnelles des acteurs du projet.
- Le module de gestion des Indicateurs de Performance, qui consiste en un fichier de requêtes adressées au serveur MySQL afin d'obtenir des statistiques sur les projets passés et la charge de travail en cours.

Ces différents modules sont détaillés dans la Figure 43.

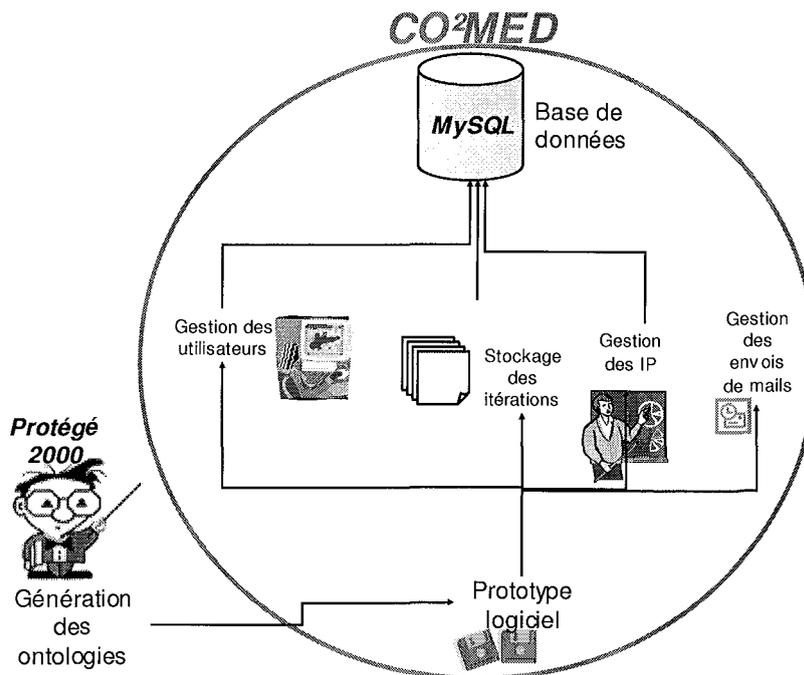


Figure 43 : Modules logiciels du prototype

5.4.3. Développement et implémentation des ontologies dans CO²MED

Comme nous l'avons vu précédemment, les ontologies sont des points d'entrée dans la gestion d'un conflit en spécifiant ce conflit par rapport à une typologie bien précise. Cette typologie est propre à l'entreprise voire même au projet étudié, et en ce sens est donc amenée à être modifiée ou même totalement renouvelée à chaque nouveau projet. En ce

sens, il ne convenait pas d'inclure l'ontologie de problème « en dur » dans le logiciel. Il a été préféré de la considérer en tant qu'application externe, personnalisable en fonction du point de vue et/ou des métiers touchés par les conflits susceptibles de se produire au sein de l'entreprise ou d'un des services de l'entreprise, suivant le niveau de granularité adopté.

Il convenait alors de trouver un langage d'échange entre l'environnement Web développé et l'ontologie créée, sachant que c'était essentiellement la partie typologie de l'ontologie, représentée sous forme arborescente qui nous intéressait d'un point de vue graphique. Néanmoins, nous ne voulions pas perdre les informations sémantiques contenues dans l'ontologie de problèmes lors de ce transfert. Le format XML s'imposa afin de transporter ce type d'informations.

5.4.3.1 XML

XML (**eXtensible Markup Language**, c'est-à-dire « langage à balises étendu » ou « langage à balises extensible ») est un métalangage pour décrire et diffuser des documents et des données structurées sur Internet [Michard, 2000].

XML est un sous ensemble de SGML (**Standard Generalized Markup Language**), défini par le standard ISO8879 en 1986 [ISO, 1986], utilisé dans le milieu de la **Gestion Electronique Documentaire** (GED). XML reprend la majeure partie des fonctionnalités de SGML.

XML a été mis au point par le XML Working Group sous l'égide du World Wide Web Consortium (W3C) dès 1996. Depuis février 1998, les spécifications XML 1.0 ont été reconnues comme recommandations²³ par le W3C (**World Wide Web Consortium**).

Contrairement à HTML, qui est à considérer comme un langage défini et figé (avec un nombre de balises limité), XML peut être considéré comme un métalangage permettant de définir d'autres langages, c'est-à-dire définir de nouvelles balises permettant de décrire la présentation d'un texte. La force de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer, poser le vocabulaire et la syntaxe des données qu'il va contenir. Ainsi, XML permet de séparer le contenu de la présentation. Majoritairement, les balises XML décrivent le contenu plutôt que la présentation (contrairement à HTML).

Dans notre cas, ce langage était tout à fait approprié pour véhiculer à la fois :

- Les informations de syntaxe et la structure des ontologies créées et représentées sous forme d'arborescence;

²³ Tous les documents liés à la norme XML sont consultables et téléchargeables sur le site web du W3C, <http://www.w3c.org/XML/>.

- La sémantique des différents concepts définis dans les ontologies (cette sémantique incluant le nom de ces concepts ainsi que la documentation éventuellement associée).

Dans le cadre d'une utilisation d'une solution « Web », différents langages du Web Sémantique aurait pu être utilisés. Ainsi, RDF (Resource Description Framework) et OWL (Web Ontology Language) sont deux standards destinés à apporter une nouvelle dimension dans la définition et le partage des documents et des données, et ce indépendamment des logiciels qui les exploitent. Ces outils, plus riches sémantiquement que XML, ont été développés afin de devenir les standards du consortium W3C pour le Web Sémantique. RDF fournit les moyens de décrire les informations et OWL permet de les traiter par les applications informatiques. Cependant, dans notre cas, l'utilisation de XML est largement suffisante puisque le traitement syntaxique des éléments de l'ontologie s'arrêtait au label de chaque composant constituant cette ontologie.

Le langage PHP contient des API capables de décoder les fichiers XML : ce langage étant devenu un standard sur Internet, PHP inclut un *parser* capable de les lire et les transformer directement.

Ainsi, les arborescences des ontologies, utilisant la fonction XML Tree du langage XML, peuvent être directement utilisées dans le programme PHP et ne nécessitent pas de pré-compilation.

Afin de développer ces ontologies, il convenait d'utiliser un logiciel d'édition d'ontologies capables de générer des fichiers XML en export. Nous ne voulions pas d'un simple éditeur XML car sa mise en œuvre relativement compliquée risquait de poser problème lors du déploiement en situation industrielle. De plus, nous voulions bénéficier de l'ergonomie et des fonctionnalités additionnelles relatives à la gestion des ontologies que proposaient certains éditeurs d'ontologies. Une brève étude bibliographique menée dans la littérature et sur Internet orienta notre choix vers le logiciel PROTÉGÉ. Nous présentons les raisons de ce choix et le logiciel dans la section suivante.

5.4.3.2 Le logiciel PROTÉGÉ-2000

Plus de cinquante éditeurs d'ontologies, issus de différents projets académiques ou industriels sont aujourd'hui disponibles sur le marché. Certains de ces produits sont gratuitement distribués sous licence Open Source. [Denny, 2002] et [Lambrix *et al.*, 2003b] proposent une étude comparative de ces différents outils. En rapport avec notre cahier des charges, nos critères de choix considéraient le coût du produit (nous nous sommes restreints

aux logiciels gratuits), son ergonomie, son aptitude à générer du XML en fichier de sortie ainsi que son aptitude à gérer la fusion ou le recoupement et la mise à jour d'ontologies (voir section 5.65.5.3). Les caractéristiques du logiciel PROTÉGÉ-2000 répondaient à ces attentes.

PROTÉGÉ²⁴ est un environnement graphique de développement d'ontologies et d'acquisition de connaissances développé en Java par le SMI (*Stanford Medical Informatics*).

Dans le modèle des connaissances de PROTÉGÉ, les ontologies consistent en une hiérarchie de classes qui ont des attributs (*slots*), pouvant eux-mêmes avoir certaines propriétés (*facets*).

L'édition des listes de ces trois types d'objets se fait par l'intermédiaire de l'interface graphique, sans avoir besoin d'exprimer ce que l'on a à spécifier dans un langage formel : il suffit juste de remplir les différents *formulaire*s correspondant à ce que l'on veut spécifier.

De plus, ce modèle autorise une liberté de conception assez importante car il est personnalisable à loisir, via la modification du contenu des formulaires. En effet, ceux-ci sont construits sur un système de métaclasse, constituant des sortes de « patrons de connaissance ».

L'interface s'en retrouve ainsi très ergonomique. L'architecture logicielle permet l'insertion de nombreux *plugins* (85 sont disponibles à l'heure actuelle) pouvant apporter de nouvelles fonctionnalités (par exemple, la possibilité d'importer et d'exporter les ontologies construites dans divers langages opérationnels de représentation mais aussi d'ajouter de nouveaux modes de visualisation de ces ontologies. [Napoli *et al.*, 2003].

De plus, PROTÉGÉ-2000 regroupe une importante communauté d'utilisateurs (plus de 20200 utilisateurs répertoriés) relativement actifs et constitue une référence pour beaucoup d'autres outils [Charlet *et al.*, 2003]. Son utilisation est également réputée très facile [[Lambrix *et al.*, 2003b] et appropriée dans les premières phases de création d'ontologies [Lambrix *et al.*, 2003a], ce qui nous intéressait car nous n'étions pas sensés disposer d'ontologies pré-établies avant d'utiliser CO²MED dans quelque domaine d'application qu'il soit. PROTÉGÉ-2000 nous permet de développer facilement des ontologies de test (Figure 44).

²⁴ <http://protege.stanford.edu/index.html>

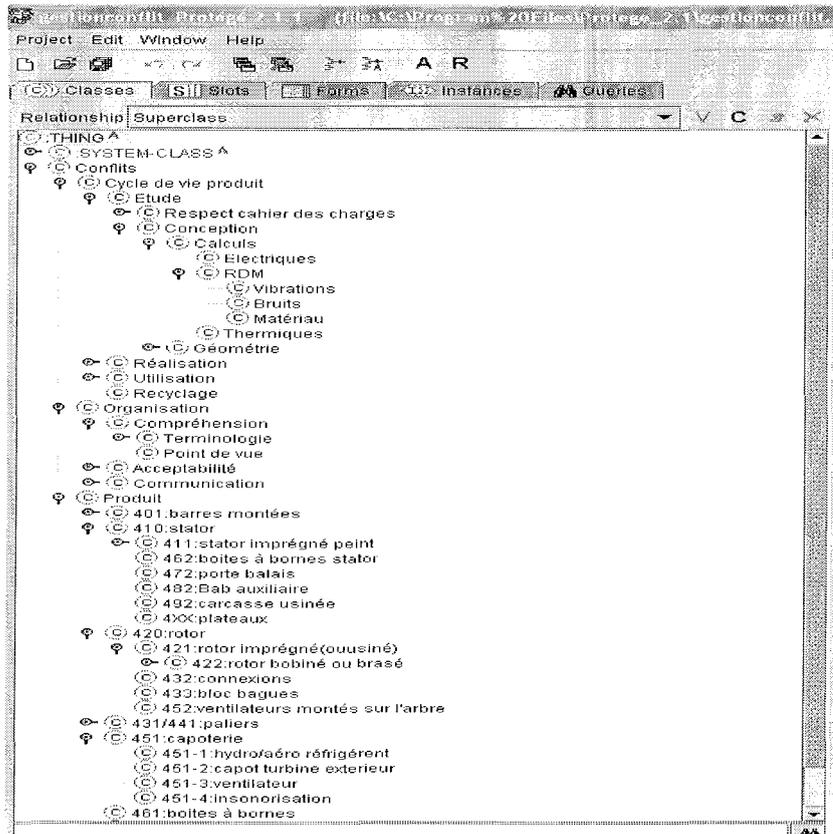


Figure 44 : Développement d'une ontologie sous le logiciel PROTÉGÉ-2000

Les fichiers XML contenant nos ontologies générés par la fonction « export XML » du logiciel peuvent être directement lus et utilisés par CO²MED.

5.4.4. Définition du modèle de données

Le diagramme de classe UML défini au chapitre 2 (Figure 26) permet de définir le modèle statique du logiciel à développer. Afin de pouvoir relier ce dernier à une base de données, il convenait de définir les tables, les attributs et les relations entre ces classes. Afin de minimiser le temps de développement relatif à cette phase particulière, et sachant que le diagramme de classe UML décrivait correctement les fonctions recherchées, nous avons utilisé l'atelier logiciel MEGA 6.1 de la société Méga²⁵. Cet outil permet de dériver un diagramme de classes UML en un modèle de données. Il permet ensuite également de générer le code des requêtes SQL défini pour un type spécifiquement de Système de Gestion de Bases de Données. Ainsi, nous avons pu obtenir de façon quasi-automatique un modèle de données définissant les classes ; attributs et relations du modèle relationnel à

²⁵ www.mega.com

implémenter dans la base MySQL; seules les clés étrangères ayant dues être créées manuellement (Figure 45).

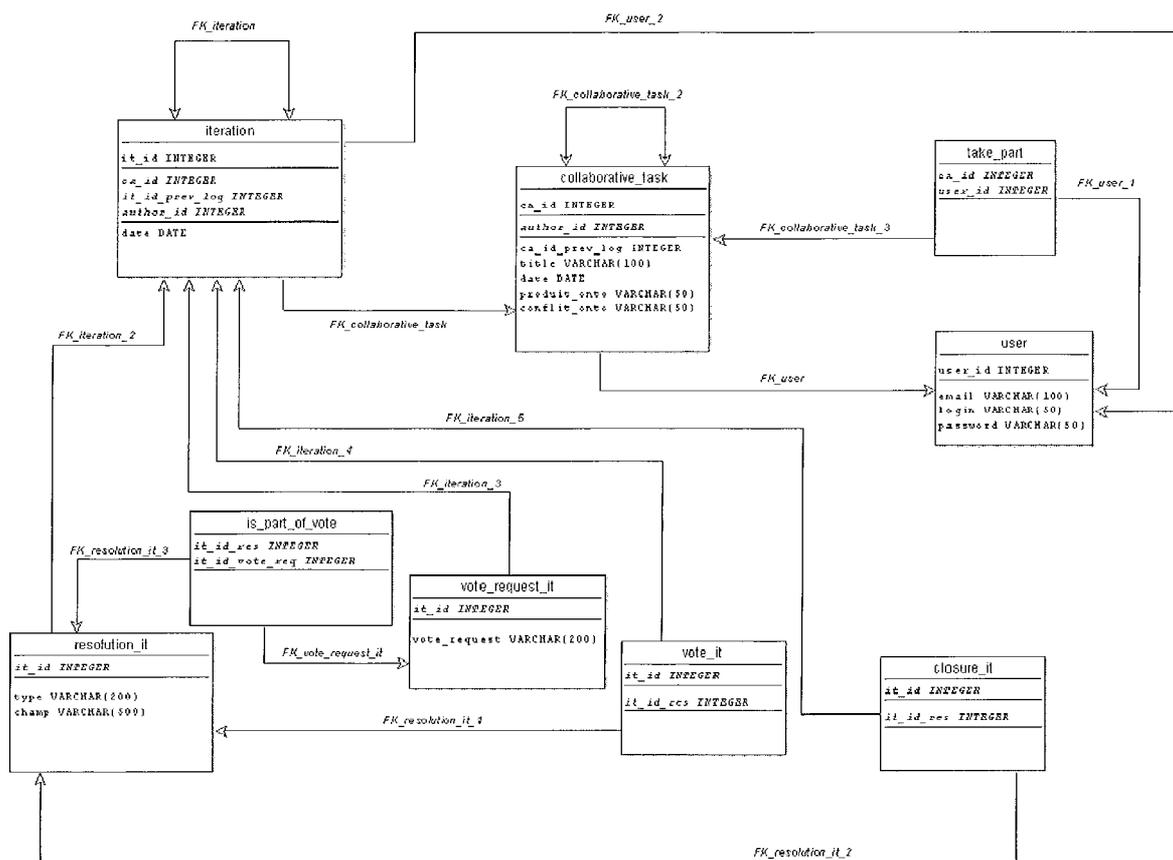


Figure 45 : Modèles de données de CO²MED

5.5. Fonctionnalités et utilisation du logiciel

5.5.1. Principe de base du logiciel

Le logiciel permet à différents acteurs de suivre le processus de résolution d'un conflit appelé aussi tâche collaborative. Il est accessible depuis n'importe quel poste disposant d'un Navigateur Internet (ou à défaut d'un accès Intranet si la solution est déployée uniquement en local).

Il fonctionne sur une suite d'itérations et de réponses qui correspondent aux différentes interventions successives des acteurs. Un acteur crée une première itération pour signaler le problème et à partir de cette itération les acteurs abonnés au projet peuvent soit proposer des solutions, soit répondre à une itération pour apporter des précisions ou valider une proposition. Cette suite d'itérations est représentée par une arborescence consultable via

une activité de collaboration. Un processus de vote précédant la clôture du projet est également implémenté.

5.5.2. Ergonomie du logiciel

Le logiciel est développé de manière à répondre en partie aux recommandations du W3C. De ce fait, il est possible de pouvoir facilement customiser son interface en relation avec l'entreprise ou le business traité (organisation et contenu des menus, organisation des fenêtres). De même, un module de langue peut y être facilement intégré, de façon à changer la langue de l'interface graphique rapidement sans aller recoder cette interface.

De manière générale, CO²MED est organisé en 8 pages principales :

- Une page de login,
- Une page de gestion des paramètres personnels,
- Une page d'accueil correspondant à la vue « Mes collaborations »,
- Une page de gestion des abonnés,
- Une page de création de l'activité de collaboration,
- Une page de création d'itérations, destinée à la négociation du conflit via les phases de Vulgarisation/Médiation,
- Une page destinée au vote,
- Une page de gestion des indicateurs de performance,

Nous présentons ces différentes pages ainsi que leurs fonctionnalités et leur contenu dans les pages suivantes.

5.5.2.1 Login et gestion des paramètres personnels

Afin d'utiliser le logiciel à partir d'un navigateur Internet, l'utilisateur doit se loguer et entrer son mot de passe. L'utilisation d'un accès personnalisé et sécurisé est justifiée d'une part pour des questions de sécurité par rapport aux informations échangées. Celles-ci sont en effet appelées à dévoiler une grande partie du savoir-faire de l'entreprise puisqu'il s'agit de problème ayant trait, de près ou de loin, aux produits de la conception. D'autre part, cet accès personnalisé permet de gérer les indicateurs de performances personnels.

Une fois le login et le mot de passe validé, l'utilisateur est dirigé sur la page présentant la liste des collaborations actives dans lesquelles il est enrôlé, c'est-à-dire les activités de collaborations sur lesquelles il participe à la gestion d'un conflit. Ce dernier est référencé par le nom de l'affaire au cours de laquelle il est survenu. Afin de changer les paramètres personnels, l'acteur doit sélectionner une des affaires en cours ou encore en créer une, puis sélectionner l'item « *Mon Compte* » dans le menu principal.

5.5.2.2 La vue « Mes collaborations »

Cette page permet de présenter les différentes collaborations en cours auquel l'acteur est abonné. Cette vue permet à ce dernier de choisir dans quelle activité de collaboration il veut travailler et intervenir. Elle permet en outre de créer une nouvelle activité de collaboration dans le cas de la découverte d'un conflit par ce même acteur (Figure 46).

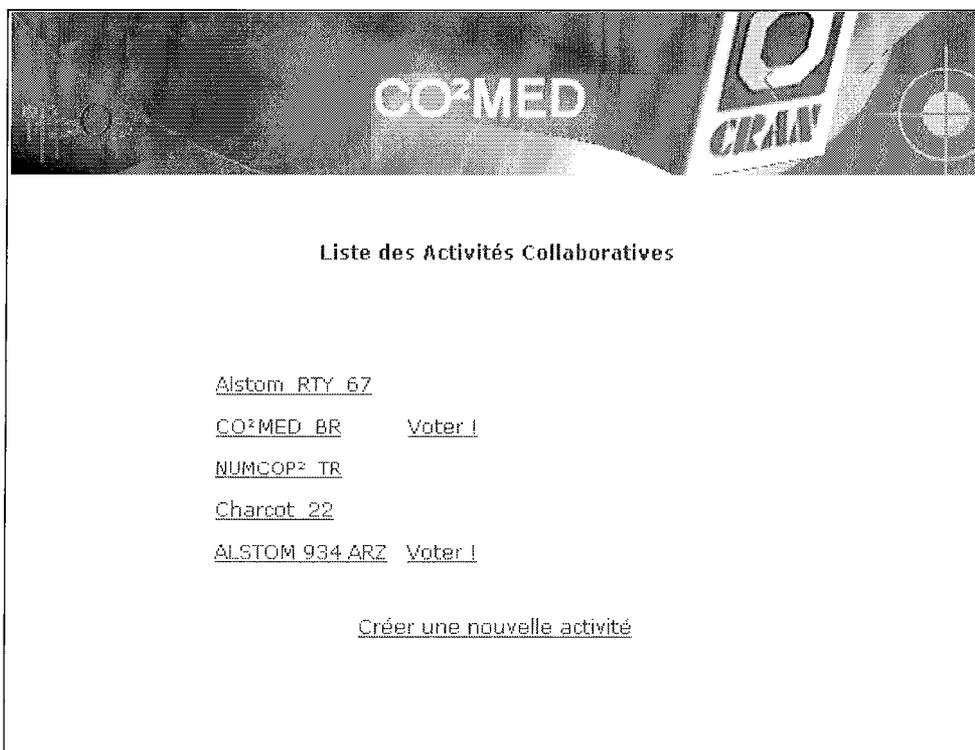


Figure 46 : Activités de collaboration de l'acteur

5.5.2.3 La page de Création de l'activité de collaboration

Cette page correspond à la déclaration du conflit dans le logiciel. L'acteur l'ayant découvert saisit le nom du projet sur lequel le conflit s'est produit ainsi qu'un index correspondant au numéro de conflit dans le projet.

Il doit ensuite choisir par rapport à quel concept de (ou des ontologies) il doit indexer le conflit à traiter. Cette action est réalisée via la sélection d'un des termes de l'arborescence qui est déroulée dynamiquement à la demande (Figure 47)²⁶, en fonction du niveau de détail dont l'acteur a besoin (on peut également noter que son apparence reste mémorisée jusqu'à la prochaine consultation lors de la saisie d'un conflit ultérieur). A partir de cette action, le conflit sera toujours référencé par rapport à ce terme de l'ontologie. La validation de cette étape via le bouton « **Créer** » permet de déclarer physiquement le conflit dans la base de

²⁶ pour des raisons de lisibilité, les copies d'écran seront proposées sans l'habillage du navigateur dans la suite du document.

données et de mener l'utilisateur à la page principale en vue de la Vulgarisation/Médiation du conflit.

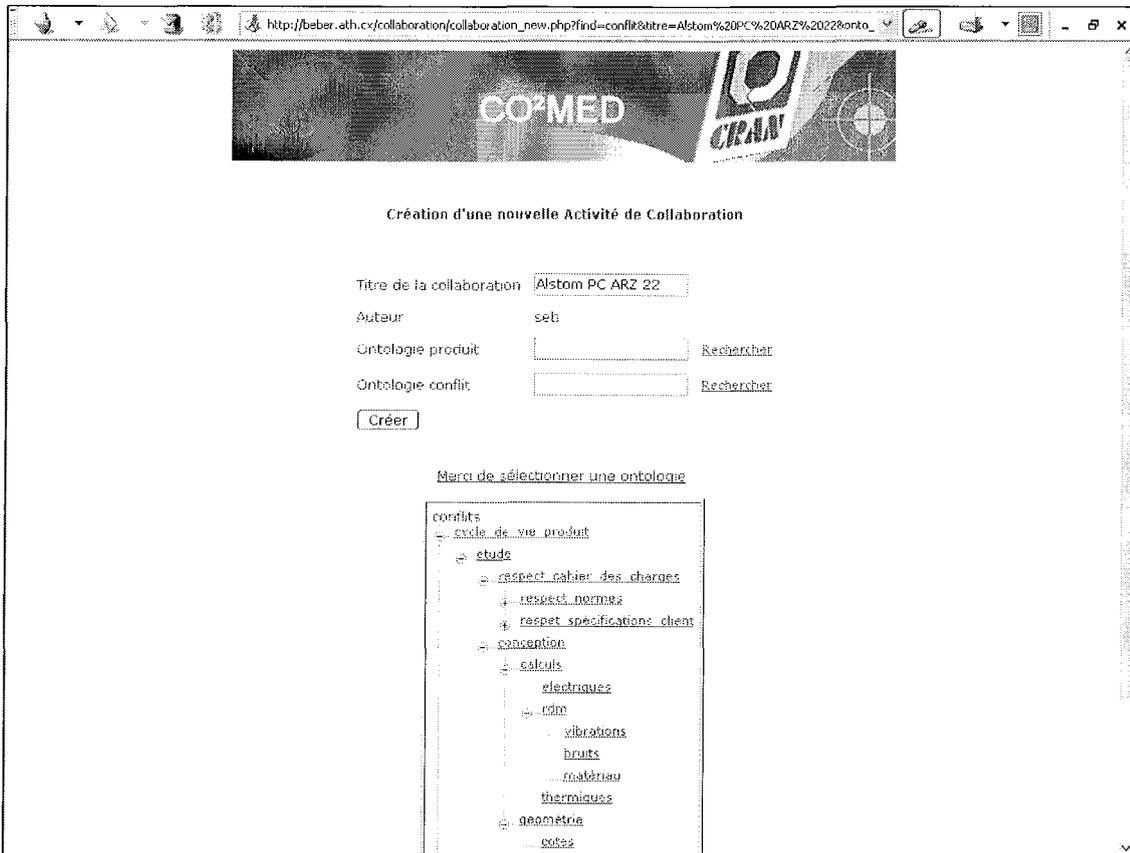


Figure 47 : Création de l'activité de collaboration et rattachement à un élément de l'ontologie

5.5.2.4 La page de création d'une itération

Cette page est de façon générale divisée en quatre parties (Figure 49) :

- Le menu général de navigation (en haut de page) permet d'accéder aux fonctionnalités du logiciel relatives à la tâche (initialisation, demande de vote, clôture), celles relatives au paramètres de l'utilisateur (Mes collaborations, Mon compte, Fermer ma session) ainsi que l'accès aux indicateurs de performance.
- Le résumé du conflit en cours, reprenant le nom qui lui a été attribué, le nom de l'acteur l'ayant déclaré, et enfin le ou les termes de l'ontologie le caractérisant le mieux.
- L'arborescence des itérations déjà créées sur ce conflit ; permettant d'accéder aux différents échanges préalables ayant eu lieu entre les divers acteurs abonnés à ce conflit. Un champ texte reprenant le contenu de ces échanges apparaît en regard de

cette arborescence. Cette partie matérialise la quatrième composante des connaissances collaboratives telles qu'elle a été présentée dans le chapitre 1.

- La liste des conflits ayant été renseignés précédemment à partir des mêmes index de l'ontologie que ceux définissant le conflit en cours. Cette liste, placée à droite de la page, est un premier niveau d'inférence dans CO²MED, et permet de consulter rapidement, à partir des échanges capitalisés, les solutions adoptées ou rejetées dans des cas similaires, avec l'objectif d'adapter ces solutions au cas en cours.

Cas de la première itération :

La saisie de la première itération est effective suite à la validation de la création d'une activité de collaboration et à la sélection de l'action « **initialiser le conflit** » dans le menu général.

La liste des itérations étant vide, elle ne contient qu'un champ texte libre destiné à initialiser la résolution en positionnant le conflit et le contexte dans lequel il s'est produit. La validation de cette étape intervient via le bouton « **Créer** ». Un message de création de l'itération dans la base apparaît alors et l'arborescence contenant l'itération nouvellement créée apparaît sur la partie gauche de la page. Le champ textuel décrivant le contenu de cette itération est également visible. L'utilisateur a alors le choix de supprimer ou de répondre à cette itération d'initialisation.

Itérations suivantes :

Lorsqu'un acteur désire intervenir dans les échanges sur la résolution d'un conflit particulier (alors qu'il est déjà logué sur ce conflit), il sélectionne l'itération l'intéressant parmi celles précédemment créées. Le contenu de cette itération s'affiche alors à l'écran. La sélection du lien « **Répondre** » ouvre une zone de texte libre où l'acteur peut proposer ses idées. Il peut décider de répondre à cette itération en :

- Proposant une explication au problème,
- Proposant une justification à la solution ou l'explication (ou éventuellement des précisions sur une justification) précédemment émise,
- Proposant une nouvelle solution permettant de résoudre le conflit.

Le choix de ces différents items est réalisé via une liste déroulante placée au dessus de la zone de texte.

Les deux premiers points recouvrent des actions de vulgarisation. L'émission de solutions consiste en des actions de médiation telles que nous l'avons défini au chapitre 2. L'identification de ces deux catégories se retrouve facilitée par la mise en place d'indentations dans l'arborescence représentant les itérations d'une page quelconque : les itérations à la racine correspondent à des solutions (médiations), les autres à des réponses (vulgarisations). Cette différenciation est proposée dans l'arborescence de la Figure 48.

Afin d'aider l'acteur dans ses réflexions, CO²MED propose une liste de conflits ayant eu lieu sur des causes similaires (proposition des conflits référencés par le même terme de l'ontologie de conflits). Cette aide permet d'adapter ou éventuellement de s'inspirer des solutions précédemment étudiées dans des situations proches ; ces solutions faisant office de « jurisprudence » [Troussier, 1999] pour le cas en cours de traitement. La consultation de ces projets passés est réalisée dans une autre fenêtre ouverte à la demande afin de ne pas surcharger la page de travail principale.

Voici l'arborescence des itérations de cette tâche :

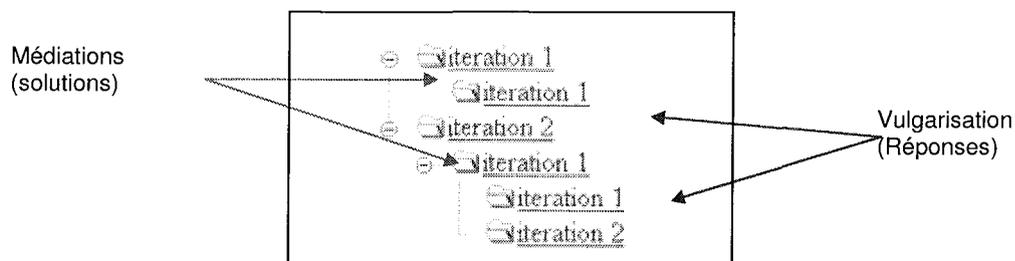


Figure 48 : Arborescence des itérations d'une activité de collaboration

La capture d'écran montre l'interface CO²MED pour la création d'itérations. Le titre de la page est 'Répondre à une itération'. Les informations de l'activité de collaboration sont :

Titre de l'Activité de Collaboration	Alstom PC_AR222
Ontologie produit	_492_carcasse_usinée
Ontologie conflit	vibrations
Login de l'auteur	seb

Le type de l'itération est 'initialisation'. La valeur de l'itération est 'Problème de diamètre magnétique trop important'. Le type de la réponse est 'Solution'. La valeur de la réponse est 'Reprendre les calculs électriques'. Un bouton 'Créer' est visible en bas à gauche.

Figure 49 : Création d'itérations

5.5.2.5 Processus de Vote

Le processus de vote est déclenché suite à la réception d'un message de demande de vote. Ce message peut être envoyé via un serveur Mail SMTP aux différents acteurs abonnés. Nous avons opté pour l'envoi d'un message via une fenêtre du navigateur lorsque la personne est loguée sur l'application ou lors de sa connexion à celle-ci. Ce message contient des informations relatives à l'activité de collaboration traitée ainsi qu'à la date limite de vote. Ce message comporte également un lien hypertexte menant directement l'acteur à la page de vote.

Le vote s'effectue en sélectionnant la solution la plus à même de résoudre le conflit au sein de l'arborescence. L'acteur est libre de valider la page sans la remplir ou de ne pas voter s'il juge les solutions évoquées inadaptées (Figure 50).

CO²MED

Choix des solutions pour le vote.

[Mes collaborations](#) [Indicateurs de performance](#) [Mon compte](#)
[Fermer ma session](#) [Retour à la tâche collaborative](#)

Titre de l'Activité de Collaboration CO²MED_BR

Ontologie produit ...461_boites_à_bornes

Ontologie conflit communication

Login de l'auteur Concepteur

Solutions non sélectionnées	Solution sélectionnées
Solution 1 -->	
Solution 2 -->	
Solution 3 -->	

Figure 50 : Fenêtre de vote

5.5.2.6 Développement et utilisation des IP

Les Indicateurs de Performance consistent en un certain nombre de requêtes SQL envoyées vers la base de données. Il existe trois types d'indicateurs dans CO²MED (Figure 51) :

- des indicateurs statistiques généraux relatifs à l'application
- des indicateurs spécifiques sur le processus de résolution ordonnés par conflit

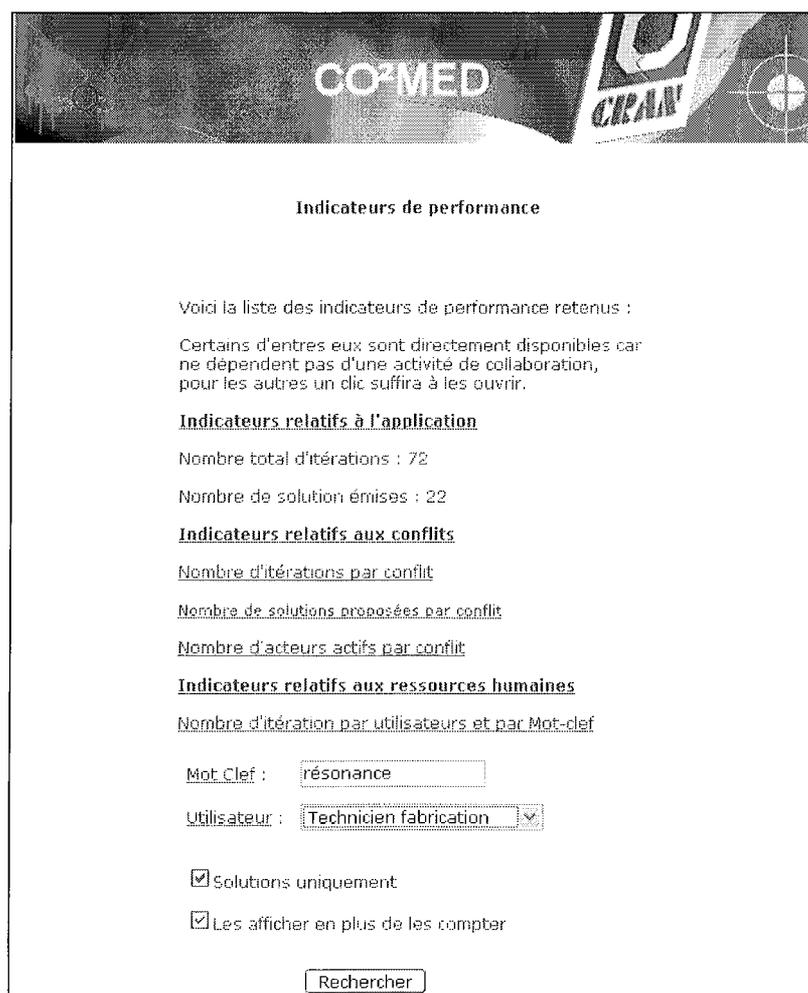
- des indicateurs relatifs aux Ressources Humaines abonnées aux différents conflits, comme ils ont été présentés dans le Tableau 7 du chapitre précédent.

Les indicateurs issus du premier type donnent des informations sur l'utilisation de l'application et la dynamique générale du processus de résolution via cette application.

Les indicateurs spécifiques à chaque conflit permettent d'avoir un retour sur la cohésion générale du groupe d'acteurs abonnées choisi pour résoudre un conflit (dynamisme, aptitude à prendre des initiatives via l'émission de nouvelles solutions...).

Comme proposé précédemment, les indicateurs de performance relatifs aux Ressources Humaines permettent de mieux cibler les domaines de compétence des différents acteurs impliqués dans le processus de résolution (Nombre d'itération créées / acteur/ mot clef ; Nom de la personne active / mot clef) ainsi que la répartition de la charge de travail parmi les différents acteurs du projet (nombre d'abonnements à un conflit / nom ; nombre d'abonnements à un conflit / personne). Leur utilisation est ainsi très utile lors de la constitution d'une liste d'abonnés à un nouveau conflit, car elle permet de mieux situer et d'affiner les différentes compétences des acteurs quantifiées dans la matrice des compétences associée au projet ou au service.

On peut toutefois noter un effet pervers éventuel lié à l'utilisation de ces indicateurs « personnalisés ». En effet, on peut envisager d'utiliser ces indicateurs pour mettre à jour et corriger la matrice des compétences et ainsi les listes de personnes à abonner en regard d'un conflit sur un type de domaine particulier. Ceux-ci peuvent éventuellement être aussi utilisés pour mettre en place des formations pour des acteurs n'étant pas performants dans un domaine donné. D'autre part, ces indicateurs peuvent révéler les personnes les plus dynamiques, susceptibles de devenir de futurs leaders avec une envergure de chefs de projet. En effet, même si le logiciel par la structuration et le formalisme imposé limite un peu ces ambitions de leadership, il n'en demeure pas moins qu'elles correspondent aux acteurs qui, outre la maîtrise des champs techniques impliqués dans le projet ainsi que la compréhension des spécificités du projet et l'adhésion à ses objectifs, sont capables de maîtriser la dimension instrumentale du pilotage de projet (par une implication active dans la résolution du conflit via notamment le recentrage des échanges vers les objectifs du projet et via la proposition ou l'orientation vers des solutions pragmatiques) ainsi qu'une compétence sociale et entrepreneuriale (capacité à faire réagir tel ou tel intervenant en suscitant son intérêt via une explication ou une justification mettant en avant ses compétences).



Indicateurs de performance

Voici la liste des indicateurs de performance retenus :

Certains d'entre eux sont directement disponibles car ne dépendent pas d'une activité de collaboration, pour les autres un clic suffira à les ouvrir.

Indicateurs relatifs à l'application

Nombre total d'itérations : 72

Nombre de solution émises : 22

Indicateurs relatifs aux conflits

Nombre d'itérations par conflit

Nombre de solutions proposées par conflit

Nombre d'acteurs actifs par conflit

Indicateurs relatifs aux ressources humaines

Nombre d'itération par utilisateurs et par Mot-clef

Mot Clef :

Utilisateur :

Solutions uniquement

Les afficher en plus de les compter

Figure 51 : Indicateurs de Performance généraux et personnalisés

Néanmoins, dans le cas contraire, ces informations peuvent être perverties car utilisées à contre-courant par rapport à leur objectif d'amélioration continue et d'optimisation des performances individuelles : elles peuvent amener certaines organisations à utiliser ces mêmes informations comme argument pour envoyer des blâmes ou pointer du doigt certaines personnes peu « productives » car peu impliquées et engagées personnellement dans ces processus de résolution de conflits voire même servir de preuve pour le limogeage de personnes jugées peu « rentables ». L'utilisation de ces instruments de mesure du logiciel donnant des indications quantitatives personnalisées doit en conséquence être réalisée sur une politique claire et bien définie au préalable, afin d'éviter toute perversion et mauvais emploi.

5.5.2.7 Clôture du conflit

La clôture du conflit est effective suite à la validation de l'action « Clôturer cette activité de collaboration » par un des acteurs abonnés au conflit dans le menu principal de l'application. Suite à cette action, la séquence de résolution du conflit traité est néanmoins toujours disponible via la fonction d'inférence proposée lors de la résolution d'un autre conflit. L'arborescence ainsi créée permet de se remémorer rapidement les différents échanges ayant eu lieu tout au long du cycle de résolution, créant une sorte d' « évènementiel » du conflit [Troussier, 1999], laissant une véritable trace structurée du processus de résolution de conflit.

5.5.3. Mise à jour et cycle de vie des ontologies suite à la résolution d'un conflit

Les ontologies ne se veulent pas exhaustives, et peuvent être vues comme un état les lieux à un moment donné des sources de conflits sur un produit donné, au sein d'une organisation spécifique. Cependant, leurs caractéristiques ne restent pas statiques et sont amenées à évoluer au cours du temps. Subséquemment, la résolution d'un conflit peut amener à reconsidérer certains concepts décrits dans des ontologies, en les raffinant, les supprimant ou en en ajoutant des nouveaux.

Le problème de la maintenance des ontologies se pose alors. En effet, il convient de faire évoluer les ontologies courantes de manière pertinente sans pour autant froisser ou casser l'engagement ontologique des acteurs. Ces ontologies peuvent évoluer par rapport à des besoins techniques (dans notre cas, découverte de nouveaux types ou causes de conflits) ou encore par rapport à des problèmes lexico-sémantiques (apparition de néologismes, fusion de vocabulaire suite à un regroupement de services, métiers voire entreprises [Roy J., 2004]).

De même, lors de l'utilisation de CO²MED, nous avons vu que nous pouvons déclarer un conflit à partir d'un (ou éventuellement plusieurs) des termes décrits dans une ontologie de conflits se rapportant au domaine du projet en cours. Le conflit est alors capitalisé et référencé à partir de ce terme. Dans le processus de proposition de cas passés par inférence tel qu'il est proposé dans CO²MED afin d'aider les acteurs dans la résolution d'un nouveau conflit, c'est donc via ce terme de l'ontologie que l'on pourra accéder de nouveau au processus de résolution capitalisé.

Cependant, a posteriori (suite à l'analyse des différents messages échangés), les différents acteurs du processus de résolution peuvent s'apercevoir que ce conflit aurait très bien pu être indexé et ainsi référencé par un ou plusieurs autres termes candidats existants dans les différentes ontologies proposées ; ou n'étant pas encore implémentés dans ces ontologies.

Nous avons regardé quelles solutions permettaient de palier à ce problème. Différents outils se proposent de « maintenir » les ontologies. Nous pouvons notamment citer l'outil ONTOLOGICO [Gargouri *et al.*, 2004] en ce qui concerne l'indexation sémantique et la cooccurrence des termes. Cet outil dispose d'une chaîne de traitement basée sur un thésaurus du domaine, un module de raffinement sémantique (basé sur l'Indexation Sémantique Latente) et un identificateur de termes reliés (basé sur le calcul de similarité sémantique entre les couples de vecteurs conceptuels). Cet outil, non finalisé, ne permettait pas de répondre à nos attentes. Dans cette même catégorie, parmi les éditeurs d'ontologies, DAG-EDIT²⁷ ou encore SEMTALK²⁸ permettent la comparaison et la fusion automatique de deux d'ontologies, mais ne disposent pas de la faculté de rechercher des relations sémantiques plus poussées dans des extraits de textes. De même, d'autres éditeurs d'ontologies affirment posséder cette fonctionnalité, mais uniquement à partir d'ontologies définies dans un format particulier.

Disposant de l'outil PROTÉGÉ-2000 et de différentes ontologies de test saisies dans cet outil, nous avons voulu utiliser son plugin « PROMPT » [Noy *et al.*, 2000], [Noy *et al.*, 2002], [Noy, 2003]. Ce logiciel muni de ce plugin est réputé comme l'un des plus performants en matière de fusion d'ontologies [Lambrix *et al.*, 2003a]. Il permet, outre le versionnement, l'extraction et la réorganisation d'ontologies, la possibilité d'aligner et de « mapper » (mettre en correspondance) deux ontologies différentes contenant des termes communs en proposant les différents termes à rapprocher ou fusionner. Cependant, cette technique nécessite un travail « manuel » préalable de sélection des nouveaux termes candidats à implémenter dans l'ontologie.

Aussi, dans notre cas, la meilleure solution pour la mise à jour des ontologies est de procéder *manuellement*. Un acteur du processus de résolution ou une personne spécifiquement désignée pour cette tâche peut effectuer *manuellement* cette mise à jour suite à la clôture du processus de gestion de conflit. Nous avons appelé cet acteur un « *gestionnaire d'ontologies* », véritable médiateur humain (par analogie au médiateur d'ontologies du projet PICSEL²⁹ défini dans [Reynaud *et al.*, 2003]).

Son action est double :

- Il doit être capable de repérer les termes les plus à mêmes à être intégrés dans l'ontologie. L'ampleur des champs d'actions traités étant normalement relativement

²⁷ <http://sourceforge.net/projects/geneontology>

²⁸ <http://www.semtalk.com/>

²⁹ Ce projet avait pour objectif d'étudier une approche centralisée qui consiste à construire un médiateur au dessus d'un ensemble de sources de données, donnant l'illusion à ses utilisateurs qu'ils interrogent un système centralisé et homogène.

faible et stable dans un projet ou une entreprise donnée, cette action manuelle peut être réalisée sans trop de contraintes. La modification de l'ontologie peut alors être réalisée dans PROTÉGÉ-2000. Le fichier XML alors recréé par PROTÉGÉ servant de nouvelle base pour l'indexation des conflits dans CO²MED. Dans le cas d'un apport important de nouveaux types ou de nouvelles causes de conflits, la construction d'une nouvelle ontologie et l'utilisation de « PROMPT » peuvent alors être requises afin de mapper l'ontologie nouvellement créée et l'ancienne.

- Il doit également pouvoir relier les conflits nouvellement traités à différents termes des ontologies auxquelles ils sont sensés se rapporter. Cette action est très importante dans un contexte d'adaptation et de réutilisation des solutions antérieures sur un nouveau cas. Le logiciel sera ainsi capable de proposer plus de cas passés et les solutions associées aux concepteurs lorsqu'un nouveau conflit sera déclaré et référencé par rapport à un terme de l'ontologie puisque chaque conflit traité aura pu être référencé par plusieurs termes des ontologies disponibles.

L'effet pervers de ces « multiplexages » dans les relations conflits/termes de l'ontologie réside dans le risque d'un nouveau « raz de marée » de solutions proposés aux acteurs. Néanmoins, ceci peut être jugulé par le fait qu'à moyen ou long terme, l'utilisation de CO²MED doit permettre de faire diminuer le nombre de conflits par effet d'apprentissage collaboratif [Dillenbourg *et al.*, 1996] des solutions de résolution envisagées.

5.6. Apports et enjeux de l'utilisation de CO²MED dans la conception de produits

5.6.1. Enjeux de la structuration et de la réutilisation

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la capitalisation en vue de réutiliser les solutions précédemment mises en œuvre présente un intérêt et des enjeux certains dans le cadre d'une recherche d'amélioration des performances de l'entreprise. En s'arrêtant sur la tryptique Qualité-Coûts-Délais, la mise en place d'un référentiel de conception collaborative et l'utilisation d'un logiciel basé sur ce référentiel afin de gérer les conflits est un atout dans tous ces domaines :

- Qualité du produit via réutilisation de méthodes et solutions techniques éprouvées ; y compris en terme de communication intra-projet,
- Réduction des Délais globaux de conception par prise en compte des projets passés, réutilisation et adaptation éventuelle,
- Réduction des coûts suite à la réduction des délais de conception.

Un exemple illustrant plus en détail ces principes sur un terrain industriel est proposé dans le chapitre suivant.

5.6.2. Best practices

A ces enjeux viennent également s'ajouter des intérêts liés à la mise en exergue de « Cas d'école » ou encore de « Best practices ». En effet, la structuration proposée pour la réutilisation des solutions évoquées lors des conflits permet de retrouver de véritables exemples : chaque conflit résolu, relatif à un concept précis référencé par l'ontologie comporte des connaissances de différents niveaux de généralité. Cependant, certains peuvent faire figure de solution optimale sur un type de conflit donné [O'leary, 2000]. Ces « best practices » sont facilement retrouvables dans CO²MED via le système de navigation lié à l'utilisation des ontologies (véritable outil de navigation dans la base de connaissance) et peuvent être éventuellement appliquées dans d'autres contextes.

5.7. CO²MED et la démarche Qualité

De par sa conception à partir de la boucle « Observer, Décider, Informer » (cf chapitre 2), CO²MED se veut résolument tourné vers l'implémentation d'une démarche qualité dans un entreprise. La norme est un outil stratégique pour l'entreprise ou l'acteur économique qui l'utilise car elle lui permet³⁰ :

- d'innover, d'anticiper et de faire évoluer ses produits,
- d'être compétitif, d'avoir de meilleures armes pour conquérir des marchés, de mieux connaître les marchés et leurs tendances.

Il permet ainsi de répondre aux recommandations d'un certain nombre de normes.

5.7.1. CO²MED et les normes internationales ISO 9000 :2000

5.7.1.1 Les normes ISO 9000 :2000

À partir de l'année 2000, l'ISO a mis en place une révision des normes. Elles ont comme nouvel objectif prioritaire la satisfaction des besoins du client, en intégrant une politique d'identification, de mesure de prise en compte de leurs exigences.

Cet objectif avait comme contraintes majeures [ISO, 2001]:

- d'élaborer un jeu de normes simplifié applicable aux petits, moyens et grands organismes, et
- de mieux adapter le contenu et le détail de la documentation requise aux résultats visés par les processus de l'organisme.

Elles ont été ainsi simplifiées pour alléger les contraintes organisationnelles des entreprises, en se concentrant sur la maîtrise des processus de réalisation et sur leur amélioration continue. En effet, ces nouvelles séries de normes ont l'ambition de promouvoir

³⁰ D'après la définition de l'AFNOR (www.afnor.fr)

une approche « processus » lors du développement, de l'implantation ou de l'amélioration d'un système de management de la qualité. Cette approche processus se retrouve essentiellement dans les normes ISO 9004 :2000 (Systèmes de management de la qualité – Conseils pour l'amélioration des performances) et ISO 9001 :2000 (Systèmes de management de la qualité, besoins). Elles représentent une révision majeure des normes éditées en 1994 par l'ISO. Ainsi, dans la norme ISO 9001 :2004, la structure des « 20 éléments » précédemment émise a été remplacée par la boucle de management de la qualité par l'approche processus représentée Figure 52.

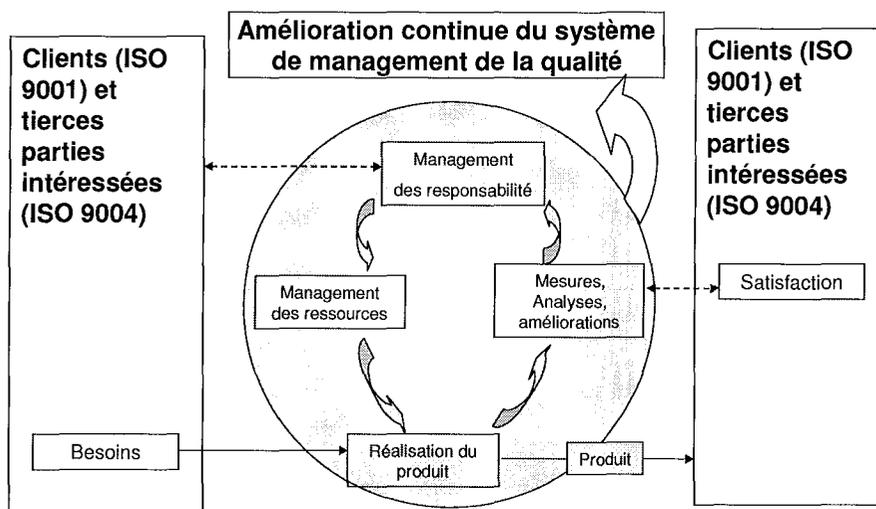


Figure 52 : modèle d'un système de management de la qualité orienté processus

Détail de la Norme ISO 9001 - Version 2000:

Mettre en œuvre un système de management de la qualité selon les exigences de la norme ISO 9001-Version 2000 consiste à

- Démontrer l'aptitude à fournir régulièrement un produit conforme aux exigences du client et aux exigences réglementaires applicables
- Chercher à accroître la satisfaction des clients par l'application efficace du système, et en particulier, mettre en œuvre un processus d'amélioration continue.

Les changements les plus marquants résident notamment dans l'accent mis sur [Beaumont 2002] :

- Un modèle de management des processus : tous les travaux effectués sont considérés comme des éléments de processus.

- Une amélioration continue de la qualité : le fonctionnement du système de management de la qualité est continuellement surveillé, mesuré et amélioré (analyse la qualité du produit mais aussi de la satisfaction du client, audits des fournisseurs et sous-traitants).
- Une plus grande implication des clients : les besoins des clients en terme de produits et services sont identifiés et étudiés. Les problèmes sont discutés et résolus par une communication effective avec le client ;

L'ISO 9001:2000 souligne donc l'importance pour une organisation d'identifier, de mettre en oeuvre, de gérer et d'améliorer continuellement l'efficacité des processus qui sont nécessaires pour le système de management de qualité, ainsi l'importance accordée à la gestion des interactions de ces processus afin de réaliser les objectifs de l'organisation. L'ISO 9004:2000 guide l'organisation au-delà des pré-requis d'ISO 9001:2000 en se concentrant sur des améliorations de performance. L'ISO 9004:2000 recommande une évaluation de l'efficacité, aussi bien que l'efficacité des processus [ISO, 2001b].

5.7.1.2 Positionnement de CO²MED par rapport à l'ISO 9001

CO²MED et le référentiel sur lequel l'application logicielle est construite sont en adéquation avec les principes de l'ISO 9001. Nous pouvons en effet détailler différents domaines et préconisations de la norme (d'après [Beaumont, 2000b]) dans lesquels CO²MED apporte une aide non négligeable :

- Management des ressources et ressources humaines, via notamment la possibilité de fournir des informations sur le recrutement des personnels ad hoc pour l'activité à mener, de même que la possibilité de détecter des besoins de formation chez certaines personnes (via la consultation des Indicateurs de Performance) ;
- Système de qualité documenté (système de documents contrôlé), via la mise en place de champs formalisés indiquant comment le processus s'est déroulé. L'enregistrement dans la base de données des différents conflits facilement réaccessibles répond aussi en partie à ces objectifs de la norme.
- Management des responsabilités, via l'accès personnalisé et sécurisé au logiciel, ce qui permet de responsabiliser chaque acteur émettant une nouvelle idée au sein des échanges ; avec toujours le soucis de répondre aux attentes du client final.
- Communication interne : CO²MED permet de déployer au sein de l'organisation un media de communication simple, efficace (car structurant les échanges) ; basé sur un processus stable et défini, et surtout accessible par tout le monde afin d'informer les

différents personnels de l'organisation du conflit en cours ou des conflits passés et résolus. CO²MED est ainsi un média efficace favorisant la collaboration.

- Système de contrôle de la conception : CO²MED permet de définir clairement quel est le champ d'action de chacun à travers les divers échanges sur le conflit, mais aussi d'évaluer, d'approuver et de capitaliser les différents changements survenus sur la conception d'un produit suite à un conflit.
- Mesure, analyse et amélioration des processus. Via sa faculté à promouvoir et structurer les échanges ainsi que l'implémentation d'Indicateurs de Performance capables de donner des informations pertinentes sur l'utilisation du logiciel et le processus de résolution de conflit suivi, CO²MED est un outil efficace dans le but d'implémenter une approche « processus ».

Ainsi, CO²MED peut être vu comme un excellent support en vue d'une certification ISO 9001.

5.7.2. CO²MED et les normes françaises

CO²MED répond également à un certain nombre de recommandations explicités dans les Fascicules de Documentation français édités par l'AFNOR dans le domaine de la conception (d'après [AFITEP, 2003]) :

- FD X 50-176 « Management des processus » (Juin 2000), présentant les lignes directrices pour aider à comprendre l'approche processus préconisée par les normes de la série ISO 9000 :2000 et leur déploiement en entreprise.
- FD X 50-127 : « Maîtrise du processus de conception et développement » - Avril 2002, présentant les recommandations pour assurer la maîtrise et l'efficacité du processus de conception et développement.
- FD X50-190 : « Outils de management - Capitalisation d'expérience » - Septembre 2002, description du processus de capitalisation d'expérience de manière à permettre aux organismes de mieux maîtriser leur patrimoine de connaissances. Selon ce fascicule, cette maîtrise assure que les réussites seront exploitées et les erreurs ne seront pas renouvelées. Par ailleurs, le processus de capitalisation d'expérience constitue un cadre propice à l'innovation.

CO²MED utilisé dans un cadre de recherche

CO²MED pourrait éventuellement répondre aux recommandations du document FD X50-551 «Qualité en recherche – Recommandations pour l'organisation en mode projet d'une activité de recherche conduite et réalisée notamment dans le cadre d'un réseau » (Novembre 2003). Ce document est destiné aux entités de recherche, engagées ou non dans une démarche qualité formalisée, qui souhaitent conduire leur activité de recherche en mode projet. Des

recommandations spécifiques sont présentées pour la mise en oeuvre dans le cadre d'un réseau multi-partenaires , multi-organismes et multisites, tel que projets européens, réseaux technologiques, groupement de recherche. Cette organisation correspond à l'utilisation en mode distribué pour laquelle est conçu CO²MED.

5.7.2.1 CO²MED et les normes étrangères

Nous avons identifié les normes suivantes comme susceptibles d'être recouvertes par l'utilisation de notre application logicielle.

- AS 4608-99 : « Guide pour la prévention, le traitement et la résolution des conflits »
Cette norme australienne examine non seulement les processus qui peuvent être utilisés pour résoudre des conflits (litiges, discussions), mais traitent également de ce qui peut empêcher et gérer différentes formes de conflits. Elle définit également des stratégies nécessaires pour des procédures de prévention, la communication et le contrôle [Sourdin, 2000]. CO²MED répond donc ainsi à ces objectifs de communication et de gestion des formes de conflit et pourrait servir en vue de recevoir la labellisation « *Conflict Management Organisation*³¹ » décernée par certains cabinets de conseil.
- HB 275-2001 : « La gestion des connaissances ». Référentiel australien consacré au knowledge management.

5.8. Limites de CO²MED

Nécessité d'un accompagnement des pratiques

Dans le triptyque coût – délai – qualité, la capitalisation et la réutilisation des solutions passées prennent une importance non négligeable [Troussier, 1999]. Il convient cependant de mettre en comparaison l'effort et l'investissement de saisie en regard de l'étendue de son intérêt dans une réutilisation ultérieure afin de s'assurer de sa réussite. Ce point nécessite un changement des modes de travail actuels à la fois en terme d'organisation et de structuration du travail comme en terme de communication entre les différents collaborateurs. Cette évolution des pratiques doit être préparée et accompagnée car elle entraîne une évolution nécessaire des états d'esprit qui se matérialise souvent par des formes *de résistance au changement* [Vaillancourt, 2004].

Une première forme de résistance, appelée résistance d'intérêt, se manifeste en raison des intérêts en jeu. Tout changement qui touche essentiellement à la culture et à la configuration en vigueur des rapports de pouvoir au sein de l'organisation ou de l'entreprise, non seulement questionne mais modifie radicalement la répartition dudit pouvoir. Cet aspect peut ressortir lors du déploiement et de l'utilisation de CO²MED en entreprise car la collaboration

³¹ <http://www.disputesolutions.com.au/conflictman/organisations.shtml>

que le formalisme de l'application implique peut changer ou remettre à plat les rapports hiérarchiques existants dans le projet.

Une seconde forme de résistance au changement relève de la non compréhension du bien fondé de la nouvelle solution par rapport à celle dans laquelle l'organisation se trouve plongée. Souvent, pour les utilisateurs d'un processus, il apparaît difficile voire dangereux de remettre en cause une sécurité " acquise " pour un éventuel changement qui, de toute façon, n'est pas perçu encore comme essentiel. Cette pensée génère une inertie dont saura amplement tirer profit la résistance d'intérêt. Dans ce contexte, c'est la façon avec laquelle le changement est amené, de façon à créer un « apprentissage du changement » qui devient déterminante pour atténuer ce type de résistance. Ce cas de figure pourrait être envisageable, sachant d'autant plus que le « retour sur investissements » né de l'utilisation de CO²MED n'est pas immédiat.

Afin de palier à ces différents types de résistance au changement, il convient donc de prévoir un certain nombre de formations mettant en évidence les atouts nés de l'utilisation d'une telle application logicielle ainsi que de montrer la simplicité d'utilisation de CO²MED.

CO²MED est donc une solution logicielle permettant la formalisation et la structuration des connaissances utilisées en gestion de conflits en conception utilisant des ontologies afin de référencer les conflits traités afin de capitaliser les solutions et le processus de résolution utilisé pour mener à bien la conception. Son utilisation et son déploiement engendrent des bénéfices importants en terme de retombées d'un point de vue de l'amélioration globale des performances de l'activité de conception. Le chapitre suivant présente les besoins auxquels répond la mise en place d'une telle solution dans un contexte industriel ainsi que son implantation in situ.

5.9. Conclusion : une solution logicielle facilitant la gestion de conflits en collaboration

CO²MED est une application distribuée facilement utilisable, tant du point de vue de son ergonomie et de sa disponibilité via Internet que du point de vue de son architecture facile à mettre en place. Outre sa faculté d'aider et de structurer la résolution de conflits en conception de produits en fournissant un média de communication formalisé, sa mise en place permet de répondre à des enjeux importants pour l'entreprise, tant du point de vue de la capitalisation et la réutilisation des différentes connaissances et solutions évoquées ou générées lors du processus de résolution, que de son utilisation dans le cadre de conformité aux références normatives.

Chapitre 4

Chapitre 4 : Utilisation de CO²MED dans un cas industriel

Ce chapitre s'intéresse à l'utilisation du logiciel CO²MED dans un contexte industriel, sur un cas réel de conception. La première partie de ce chapitre s'intéresse à la conception d'une tôle stator menée chez Alstom Moteurs Nancy, également partenaire du projet IPPOP. Après avoir présenté le contexte industriel de l'entreprise, nous étudions le processus de conception du produit ainsi que les différents conflits rencontrés sur un cas réel de conception, afin de mettre en exergue le besoin d'un référentiel et une solution pour gérer ces conflits. Cette étude de faisabilité a servi de démonstration auprès de notre partenaire industriel et a mené au raffinement du cahier des charges de l'application logicielle en vue de son utilisation dans le contexte « Alstom Moteurs ». Dans l'objectif de cette implémentation, nous examinons ensuite les besoins en terme de capitalisation de ces conflits pour proposer une solution basée sur le concept d'ontologie. Nous montrons comment nous avons élaboré différentes ontologies propres au domaine d'expertise et de travail d'Alstom Moteurs Nancy. La seconde partie de ce travail porte sur le test in situ du logiciel CO²MED. Nous déroulons, au travers des écrans IHM du logiciel, le processus de résolution d'un conflit afin de montrer la faculté du logiciel à gérer la résolution de conflit en elle-même, mais aussi à aider les acteurs dans leur activité de conception tout en offrant la possibilité de générer de l'expertise et des connaissances.

6.1. Problématique industrielle

6.1.1. Présentation de l'entreprise

L'entreprise ALSTOM Moteurs Nancy conçoit et produit des moteurs et générateurs électriques de moyennes et grandes puissances (de 100kW à 80 000kW). Elle emploie 378 personnes dont environ 120 sont dédiées à la conception des produits et au suivi logistique de leur fabrication. L'usine a une capacité de production de 1100 Moteurs/an et doit fournir environ 2000 pré-études afin de répondre aux demandes de devis émanant des clients des différents secteurs d'activités. Ces secteurs d'activités concernant l'utilisation de ces produits touchent aussi bien les domaines de la propulsion marine, de l'eau, l'énergie et l'industrie, du pétrole ou du gaz, mais aussi des énergies renouvelables. C'est à ce segment de marché que nous nous sommes particulièrement intéressés.

Le facteur de série concernant la conception et la réalisation des moteurs sur le site de Nancy est de 1,8. Cependant, l'activité de conception peut être caractérisée de routinière au sein du Bureau d'Etudes car la plupart des commandes correspond à la *customisation* de

modèles et solutions déjà réalisées par le passé, à partir d'un catalogue répertoriant des gammes de produit types. En revanche, environ une dizaine de commandes/an représentent des demandes totalement innovantes, nécessitant une forte collaboration entre la cellule R&D et le Bureau d'Etudes.

6.1.2. Présentation du contexte industriel et des besoins associés

6.1.2.1 La conception et les solutions d'accompagnement de l'activité de conception au sein du Bureau d'Etudes

L'un des principaux leviers d'actions chez Alstom Moteurs porte sur la maîtrise des échanges d'information en conception. Cet objectif porte notamment sur la capitalisation des solutions évoquées, rejetées ou validées lors de la résolution des conflits pour se constituer une « mémoire collective » pour l'entreprise afin de favoriser la collaboration lors des phases de conception en mettant à disposition ces connaissances capitalisées.

En effet, aujourd'hui, même si l'entreprise s'est dotée d'un puissant outil SGDT (Iman©), l'unique outil logiciel permettant de suivre la conception d'un moteur suite à une commande est un workflow implémenté dans ce SGDT. Les autres informations (telles les normes utiles et à respecter, instructions, critères de décisions...) ne sont pas prises en compte. De même, les autres processus spécifiques (en l'occurrence le processus de gestion de conflit) ne sont pas supportés par les workflows actuels. De plus, parmi les différents outils utilisés lors du processus de conception (synthétisés dans le tableau 1), il n'existe aucun outil capable de faire le lien entre deux commandes clients, pour rapprocher certains éléments ou problèmes qui pourraient être communs et nécessairement rencontrés lors de la conception d'une nouvelle machine et aucune solution n'est implantée pour rendre plus accessible à tous les connaissances et données emmagasinées au fil des projets. Concernant les données Produit, même si les choix physiques et technologiques sont suffisamment documentés dans l'outil SGDT implanté, un manque certain apparaît quant à la justification de ces choix et changements éventuels. En effet, même s'ils sont globalement dépendants de facteurs marketing et stratégiques, certains changements en terme de solutions technologiques peuvent néanmoins être intuités ou proposés par une solution informatique suite à l'analyse des situations précédentes.

Conception mécanique	<i>Unigraphics</i> : logiciel de CAO <i>Iman</i> : Logiciel de SGDT <i>ANSYS</i> : Calcul Mécanique-maillage
Conception électrique	<i>Bobstatri</i> : Logiciel dimensionnement électrique du stator (développement interne) <i>Bobrot</i> : Logiciel de dimensionnement électrique du rotor Fiches de Calcul Electriques (FCE)
Organisation/Communication au sein de l'activité de conception	<i>AGIR</i> : ERP/système de GPAO développé en interne <i>Vectra</i> : Synthèse des éléments demandés pour établir le devis <i>MS Project</i> <i>Lotus Notes</i> <i>Fiches d'évolutions</i> : synthèse des éléments modifiés sur le catalogue des gammes « de base » des produits <i>FAQ</i> : Fiches d'Anomalie Qualité, relatant les problèmes survenus lors de projets précédents, avec éventuellement les actions correctives déployées. <i>Netmeeting</i> <i>Outils MS Office</i> : pour la réalisation des documents contractuels

Tableau 10 : Outils informatiques mis en oeuvre lors de la conception d'un moteur ou générateur électrique

6.1.2.2 Besoins émis par l'industriel

Face à l'organisation et aux solutions mises en place, par l'intermédiaire de questionnaires et d'interviews réalisés auprès de différents acteurs du Bureau d'Etude, nous avons défini les besoins de l'entreprise en matière de gestion de connaissances dans le cadre particulier de la gestion de conflits.

La gestion des conflits : un enjeu permanent

A l'instar de beaucoup d'entreprises, la gestion des conflits se révèle comme un enjeu de taille pour Alstom, et plus particulièrement ceux se produisant au sein du bureau d'étude. En effet, même si des études et des cartographies des processus menées en interne ont prouvé que ces conflits n'intervenaient que pour environ 20% dans les causes de retard lors de la livraison du produit fini au client, les répercussions sur le processus de fabrication et les coûts engendrés par ces conflits et problèmes divers n'en demeurent pas moins très élevés. Ainsi, les pénalités de retard dues à un conflit découvert trop tardivement et mal géré peuvent non seulement absorber la marge faite par l'entreprise sur le produit, mais, au-delà des heures

de modifications et des nouveaux moyens imputés au projet posant problème, les pénalités de retard dues au client en cas de délais dans la livraison peuvent rendre le projet totalement déficitaire à très court terme. D'où l'importance de prévenir, éviter, et gérer au mieux au plus tôt les conflits pouvant apparaître lors de la conception des moteurs et générateurs électriques.

Mettre en collaboration plusieurs acteurs

(Illustration du problème d'identification et de formalisation de la collaboration entre acteurs chez Alstom Moteurs).

Lors de la conception d'un moteur électrique, un certain nombre de corps de métiers interviennent au cours du processus de conception. Pour la phase particulière de dimensionnement et calcul du moteur en lui-même, les décisions des différents métiers intervenant sur l'objet sont fortement corrélées. Ainsi, comme le montre la Figure 53 le calcul mécanique et le calcul électrique sont des actions fortement dépendantes l'une de l'autre : des résultats du calcul électrique naissent les premières dimensions du moteur et de là les premières études mécaniques sur celui-ci. De même, le calcul dynamique, c'est à dire notamment la détermination des modes de résonance propre du moteur est lié au calcul thermique, car celui-ci a pour élément de sortie le diamètre du refroidisseur et par là même l'encombrement et le diamètre global d'un moteur électrique. Les acteurs en charge de ces différents calculs sont donc amenés à collaborer étroitement en vue de proposer un dimensionnement fiable du moteur électrique.

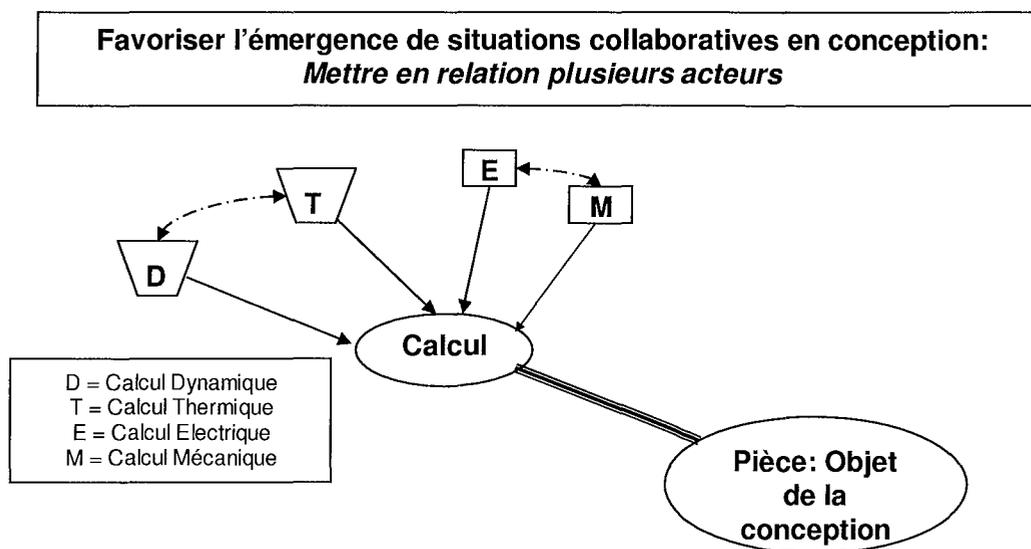


Figure 53 : Mettre en collaboration plusieurs acteurs

Mettre en exergue pour les capitaliser les connaissances mises en œuvre lors de la conception d'une pièce

A l'heure actuelle, la formalisation des connaissances métiers intervenant lors de la conception des moteurs/générateurs électriques au sein de l'entreprise existe via des instructions de procédés de calcul, de construction, ou encore des normes internes à l'entreprise, propres à un corps de métier particulier. Au sein de ces métiers, chaque action est formalisée par une règle générique. Cependant, toutes ces règles relatives à des connaissances particulières existent uniquement sous forme de classeurs papiers ou fichiers numérisés, peu facilement accessibles et dédiées uniquement au métier les ayant émises. Il n'existe pas de passerelles dynamiques entre les différents métiers intervenant dans le calcul.

Faire ressortir les différentes connaissances collaboratives manipulées et manipulables par les différents acteurs de l'activité « calcul » ressort ainsi comme un besoin nécessaire en vue d'améliorer la performance globale de l'activité de conception. La Figure 54 présente ainsi une situation de travail collaboratif lors d'un conflit sur la définition de la carcasse d'un stator. Les différents métiers intervenant définissent une première solution en regard des connaissances K' relatives aux règles de dépouille à appliquer pour la fabrication en fonderie de la carcasse, en tenant compte des différents paramètres issus des calculs électriques, mécaniques thermiques et des équations de comportement dynamique de la pièce en développement.

Ensuite, des discussions menées collectivement sur le problème en question permettent de définir une nouvelle version de la pièce et mènent à l'émergence d'une nouvelle connaissance collaborative K_1 relative aux règles de dépouilles de la pièce moulée, englobant la connaissance K' précédemment utilisée. Les différents acteurs mis en jeu lors de ce conflit passent alors à d'autres tâches ou poursuivent le projet en cours. Cette connaissance, partagée par les différents acteurs, n'est en général (faute de temps et de moyens) formalisée ou expliquée nulle part. Seul le versionnement de la pièce et le dessin de définition associé permettent de matérialiser l'utilisation de cette connaissance ; mais celle-ci n'est pas capitalisée et ne peut donc être mise en évidence pour la réutiliser dans une situation future.

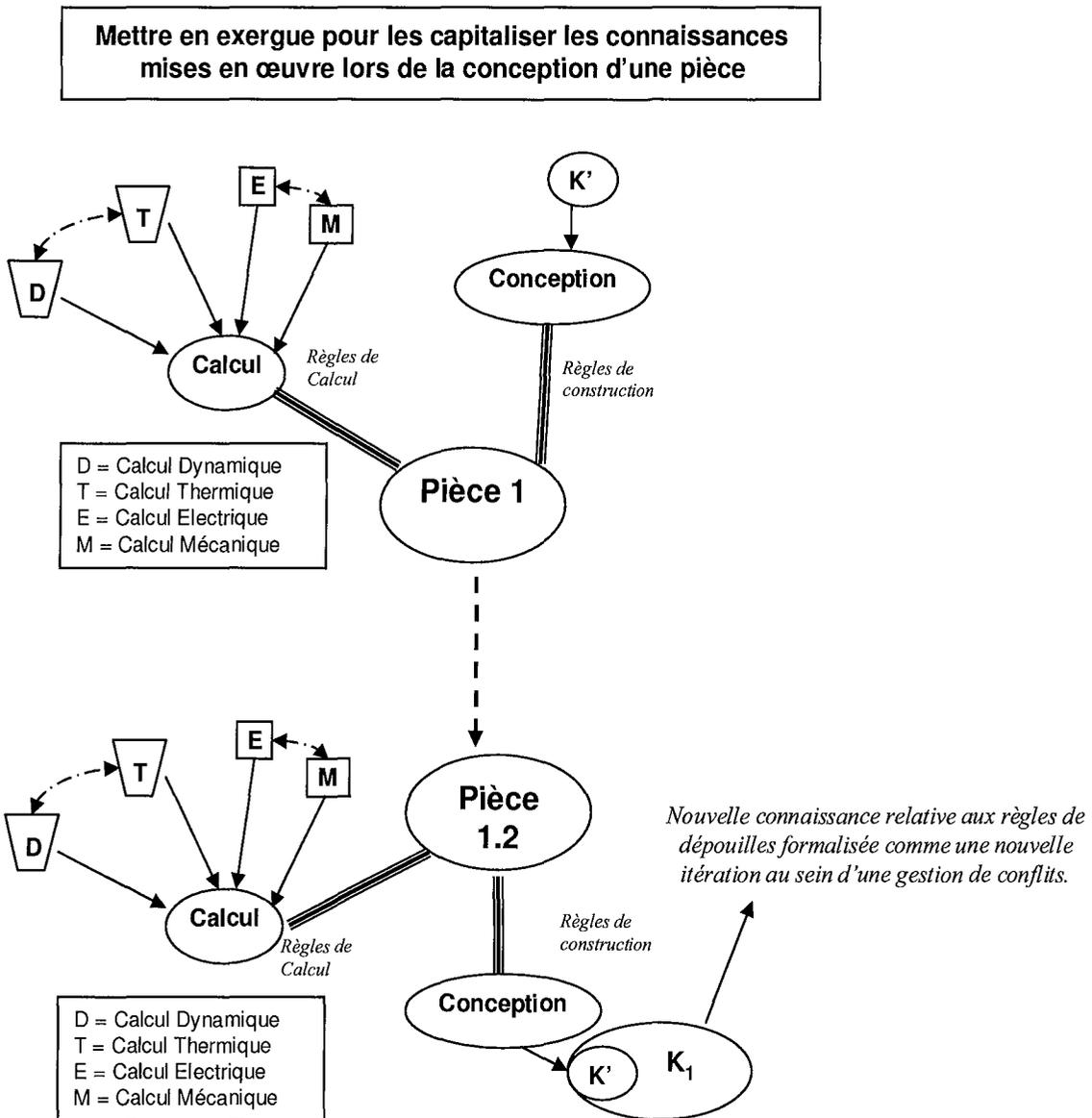


Figure 54 : Mettre en exergue pour les capitaliser les connaissances collaboratives utilisées lors de la conception de la carcasse d'un stator

L'illustration de certains de ces problèmes et besoins relatifs est proposée au travers de la résolution de conflits survenus lors de la conception d'une tôle stator. Le paragraphe suivant présente ce support et les problèmes rencontrés.

6.1.3. Cas typique d'un conflit nécessitant une capitalisation

6.1.3.1 Support étudié

Le processus de conception étudié concerne un segment de tôle stator utilisé pour la conception d'un générateur d'éolienne de forte puissance. Ce produit est issu en partie des bureaux de Recherche et Développement de l'usine ALSTOM Moteurs Nancy, en étroite collaboration avec le client qui a en charge une partie des composants du générateur électrique. La conception de ce produit fut réalisée entre Mars et Septembre 2002.

L'intérêt de ce support d'étude est double. D'un point de vue technologique, ce type de produit est une nouveauté pour l'entreprise. Néanmoins, même si les concepts électrotechniques, mécaniques et électriques faisant le cœur de la compétence de l'entreprise ont été utilisés pour son élaboration, il n'en demeure pas moins qu'un certain nombre de conflits techniques sont apparus lors des différents échanges entre les différents acteurs du projet, conflits dus notamment à la nouveauté du produit et des technologies et principes utilisés (position du refroidisseur, technique d'implantation des bobines ...).

En parallèle, un changement organisationnel a été opéré au sein de l'entreprise passant d'une organisation par produit à une organisation par segments d'activités. Ainsi, l'équipe composant le Bureau d'Etude se retrouva dispatchée en permanence et plus étroitement impliquée au cœur des projets de conception, permettant ainsi une communication beaucoup plus efficace avec les différents partenaires du projet, internes comme externes à l'entreprise. Ce changement d'organisation correspondait aussi à un changement de l'outil de production, lors de l'installation dans un nouveau site plus moderne et spacieux, capable de supporter un volume de commandes annuelles plus important.

D'autre part, ce projet fut lancé en tant que projet pilote suite à l'installation dans l'entreprise d'un nouveau système de SGDT/CAO Unigraphics©/Iman©. Il fut ainsi le banc de test permettant de définir des procédures de validation et d'archivage de documents pour la partie SGDT ainsi que les volumes de référence et les différentes règles de conception et de calcul pour la partie création de volumes 3D CAO et plans (l'utilisation de ces nouvelles ressources étant devenue vitale pour l'entreprise car devant, à terme, permettre un gain de productivité d'environ 40% sur les temps d'études par rapport aux méthodes et ressources précédemment opérationnelles).

Enfin, une autre spécificité de ce projet fut le partage des éléments à concevoir entre le client et l'entreprise d'une part, et entre l'entreprise et les sous-traitants d'autre part ; le concept d'entreprise étendue prenant ici toute son ampleur.

Acteurs internes à l'entreprise	Service R&D : 1 ingénieur calcul électrique : supervision et coordination de l'équipe 2 concepteurs : dimensionnement électrique du stator en fonction des caractéristiques du cahier des charges du client.
	Service Bureau d'Etude : 1 chef de projet : supervision et coordination de l'équipe, vérification des plans (en fonctions des caractéristiques du cahier des charges) et contact avec le client. 1 expert calcul mécanique : vérification des calculs RdM, calcul des modes de résonance. 1 concepteur : dimensionnement mécanique en fonction de l'encombrement spécifié par le client, calcul des contraintes et efforts mécaniques via un maillage en éléments finis.
	Service Fabrication : 1 chargé des relations avec les fournisseurs : dialogue avec les fournisseurs sur les caractéristiques techniques des pièces demandées.
Acteurs externes à l'entreprise	<i>Client</i> <i>Fournisseur</i>

Tableau 11 : ressources humaines déployées sur le projet de conception étudié

6.1.3.2 Processus de conception et conflits rencontrés

L'objectif du processus de conception consistait en la définition d'une tôle stator du générateur d'éolienne. Ce segment de couronne circulaire définit (présenté Figure 55), de par ses caractéristiques, les propriétés électriques de la machine future. Par empilement et décalage circulaire de ces tôles stator, on obtient le stator empilé. Les différents protagonistes participants à ce projet sont présentés dans le Tableau 11.

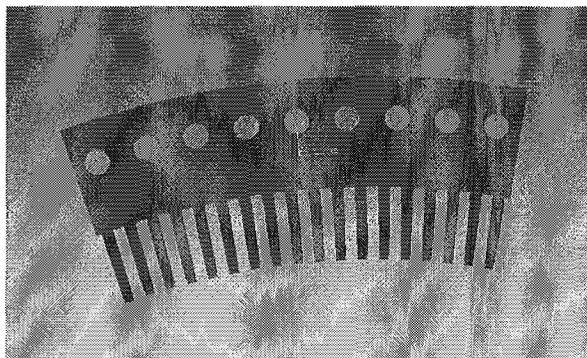


Figure 55 : Tôle Stator du générateur pour éolienne

La Figure 58 représente l'enchaînement des activités de conception de support d'étude dans un diagramme de séquences UML. Cette représentation permet de montrer l'enchaînement chronologique des activités menées ainsi que de mettre en évidence les différents conflits rencontrés et les actions entreprises par les initiateurs et différents protagonistes impliqués en vue de résoudre ces conflits.

6.1.3.3 Cas du premier conflit

Le premier conflit est un problème d'acceptabilité portant sur des résultats intermédiaires intervenant suite aux divers calculs réalisés par le Bureau d'Etude. Suite à ces calculs, l'expert en Calcul Mécanique s'aperçoit que le diamètre de la carcasse préconisé correspond exactement au mode de résonance à la fréquence nominale d'utilisation F_0 de la culasse (mode de résonance propre sans lobe), ce qui engendrerait une déformation radiale uniforme. Ce mode est le plus dangereux pour les générateurs car il correspond à un mouvement relatif de l'intégralité de la structure, provoquant des risques de dégradations plus importants ainsi que des problèmes de bruit. Il s'agit dans ce cas de figure d'un problème de passation de connaissances entre les acteurs. En effet, l'expert en Calcul Mécanique possède les connaissances relatives au calcul des différents modes de résonance et doit être capable d'externaliser ce savoir auprès de ses collègues afin de parvenir à une collaboration effective et déclenchée a priori avant la commande (c'est à dire avant la détection accidentelle du conflit). Il est donc nécessaire de formaliser et vulgariser cette connaissance propre de façon à la rendre accessible à tout à chacun et d'éviter de réitérer le conflit.

Après divers échanges et études des solutions possibles, ce conflit fut résolu en collaboration entre les différents acteurs du projet en choisissant d'intégrer au stator le circuit de refroidissement (Figure 56) composé de tubes transportant le liquide caloporteur et de couronnes circulaires chargées de transférer le liquide entre ces différents tubes, comme illustré sur la Figure 57.

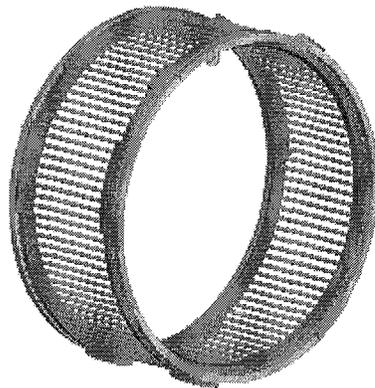


Figure 56 : Vue d'ensemble CAO de la cage et du refroidisseur

6.1.3.4 Cas du second conflit

Le second conflit est détecté tardivement et « manuellement » par un acteur du processus. Ce conflit porte en effet sur les raccords des tubes du refroidisseur. La pièce préconisée par les plans réalisés par le Bureau d'Etude n'existe pas en tant que standard dans le catalogue du fournisseur, d'où la naissance du conflit. Ce conflit mettant directement aux prises le fournisseur et l'acteur de la fabrication et plus indirectement le Bureau d'Etude est donc un conflit d'acceptabilité portant sur les éléments faisant l'objet du travail de conception. Il aurait pu être évité ou découvert et solutionné en amont dans le processus de conception en mettant en place une collaboration plus forte et au plus tôt entre les acteurs impliqués. Une solution à ce conflit fut d'allonger le tube de transport du liquide caloporteur et de l'usiner de façon à pouvoir s'insérer en le vissant à fond de filets dans la couronne circulaire inférieure du refroidisseur.

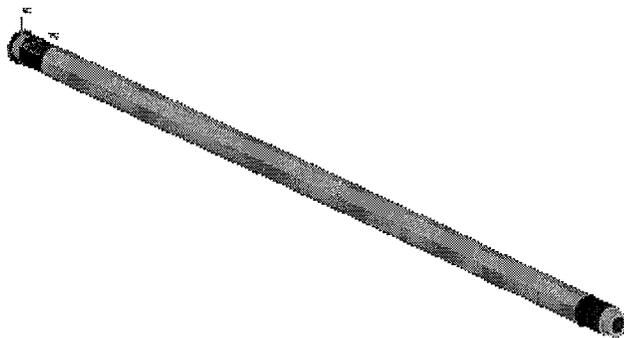


Figure 57 : Tube de transport du liquide caloporteur

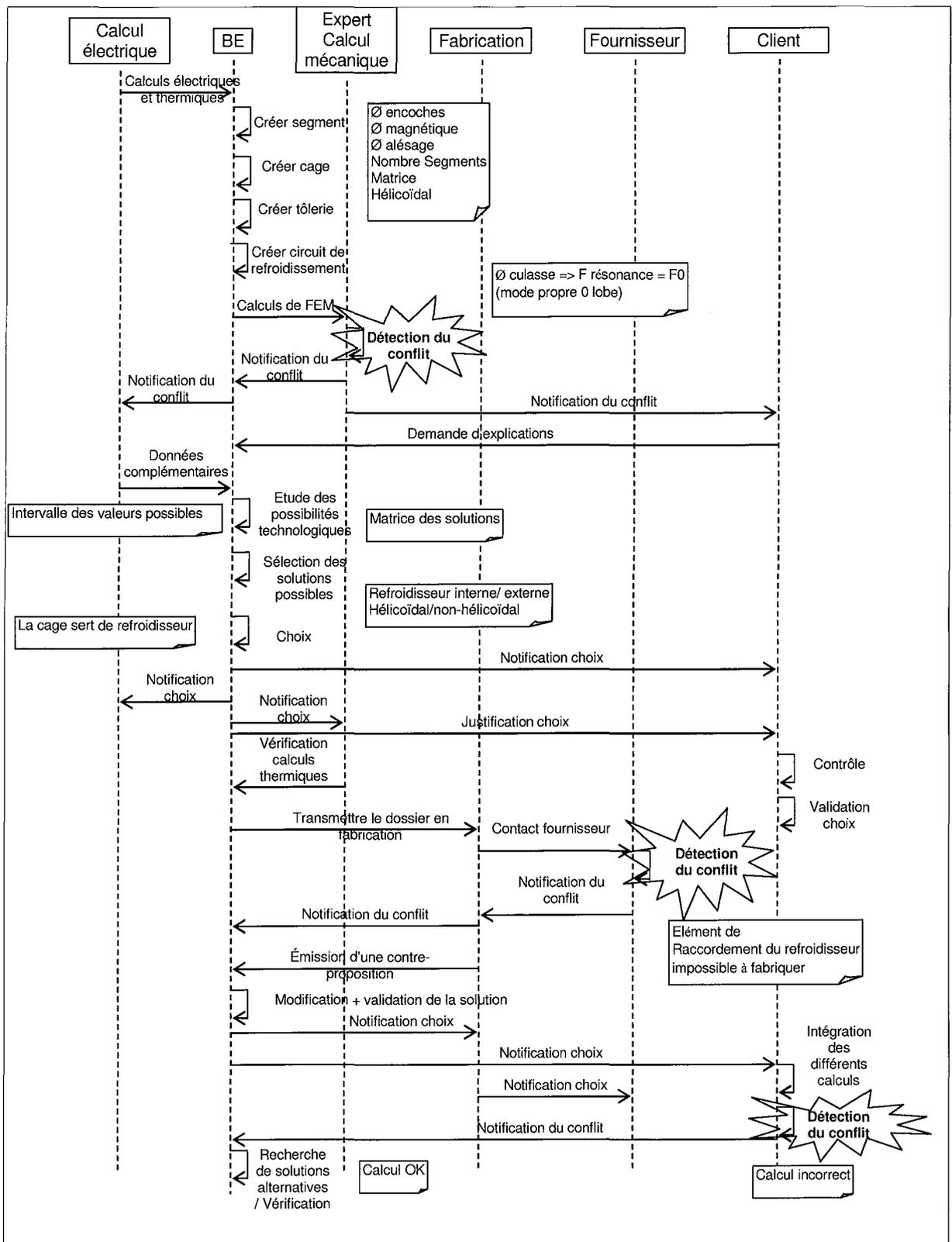


Figure 58 : Diagramme de séquence UML de la conception de la tôle stator E 64

6.1.3.5 Cas du troisième conflit

Le troisième conflit rencontré est un problème de compréhension, relevant d'une erreur d'interprétation des données par le client concernant le stator empilé et assemblé (Figure 59). Ce dernier a mal interprété ces données issues du Calcul Mécanique, du Bureau d'Etude et du Calcul Electrique. En reprenant les différents calculs effectués dans un but de vérification, il a trouvé une erreur concernant la capacité de refroidissement du générateur. Après en avoir été informé, le Bureau d'Etude a repris ces calculs et a retrouvé et validé les valeurs initialement diffusées. Ce problème relevait donc de la formalisation des résultats.

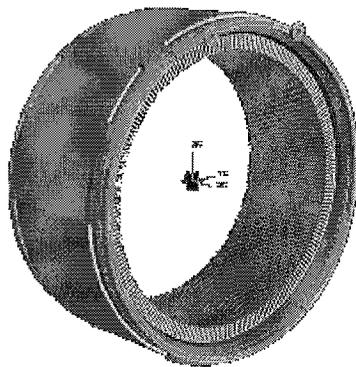


Figure 59 : Vue d'ensemble CAO du stator assemblé

Les besoins illustrés par les conflits relatés au travers de cet exemple illustrent donc le manque de structuration des échanges d'informations et le manque d'utilisation de connaissances collaboratives entre les acteurs intéressés par le conflit. On peut en outre noter qu'aucune action de capitalisation de ces connaissances, en regard du contexte donné, n'a été engagée faute de moyen ad hoc pouvant la réaliser.

6.1.3.6 Exemple de solution pouvant répondre à ces besoins : cas du premier conflit

Afin de définir quelle politique de capitalisation utiliser afin de développer une solution logicielle capable d'aider les acteurs de la conception dans leur résolution de problème, nous avons extrapolé la situation en imaginant comment pourrait être un scénario du processus de conception de la tôle Stator Alstom E 64 avec l'aide d'une application logicielle ayant capitalisée les solutions passées. Cette solution a été basée sur le modèle et l'implémentation dynamique présentée précédemment et peut être considérée comme une « maquette » spécifiquement dédiée à la gestion des conflits chez Alstom Moteurs Nancy. Le paragraphe suivant présente les capacités de cette maquette.

On pourrait ainsi envisager que le premier conflit issu de la conception de la tôle stator E 64 présenté précédemment pourrait être détecté par la transmission au système des données calculées. La corrélation avec le système de règles internes Alstom Moteurs permettrait alors au système d'expertises Métiers propre à Alstom d'appliquer un algorithme de vérification des données calculées du stator et de vérifier ainsi si le diamètre entre dans la tolérance autorisée afin d'éviter de potentiels problèmes de résonance. Ainsi, la notification d'un conflit au Bureau d'Etude, au client, au Calcul Electrique ainsi qu'à l'expert Calcul Mécanique serait tout de suite envoyée et permettrait d'éviter une perte de temps conséquente en calculs inutiles (calcul de la force électro-motrice, vérification des calculs thermiques et mécaniques du Bureau d'Etude par l'expert Calcul Mécanique ; nouveaux calculs de RdM suite à diverses possibilités évoquées).

De plus, la transmission des données au référentiel collaboratif défini précédemment impliquerait un formalisme et une saisie rigoureuse des éléments ; ce qui faciliterait et améliorerait la lisibilité ainsi que la communication de ces mêmes résultats aux différents acteurs du projet. La résolution de ce conflit serait ensuite menée par les différents acteurs intéressés via la médiation de l'application logicielle implémentée à partir des spécifications présentée dans le chapitre 2. Néanmoins, les acteurs du conflit resteraient les seuls maîtres de la décision finale. Différents outils de communication (email, téléphone, visioconférence et tableau blanc) pourraient être utilisés durant les phases de médiation et d'argumentation (Figure 60).

Ce scénario trop « idéal » nous a servi de base afin de mener nos réflexions sur la mise en place « in-situ », dans un contexte industriel réel, de CO²MED. Différents aspects, liés notamment à la détection automatique des conflits ou à l'intégration des médias de communication usuels dans l'entreprise semblaient hors de notre cadre de recherche. Cependant, la formalisation des échanges a vivement retenu l'attention de nos partenaires industriels.

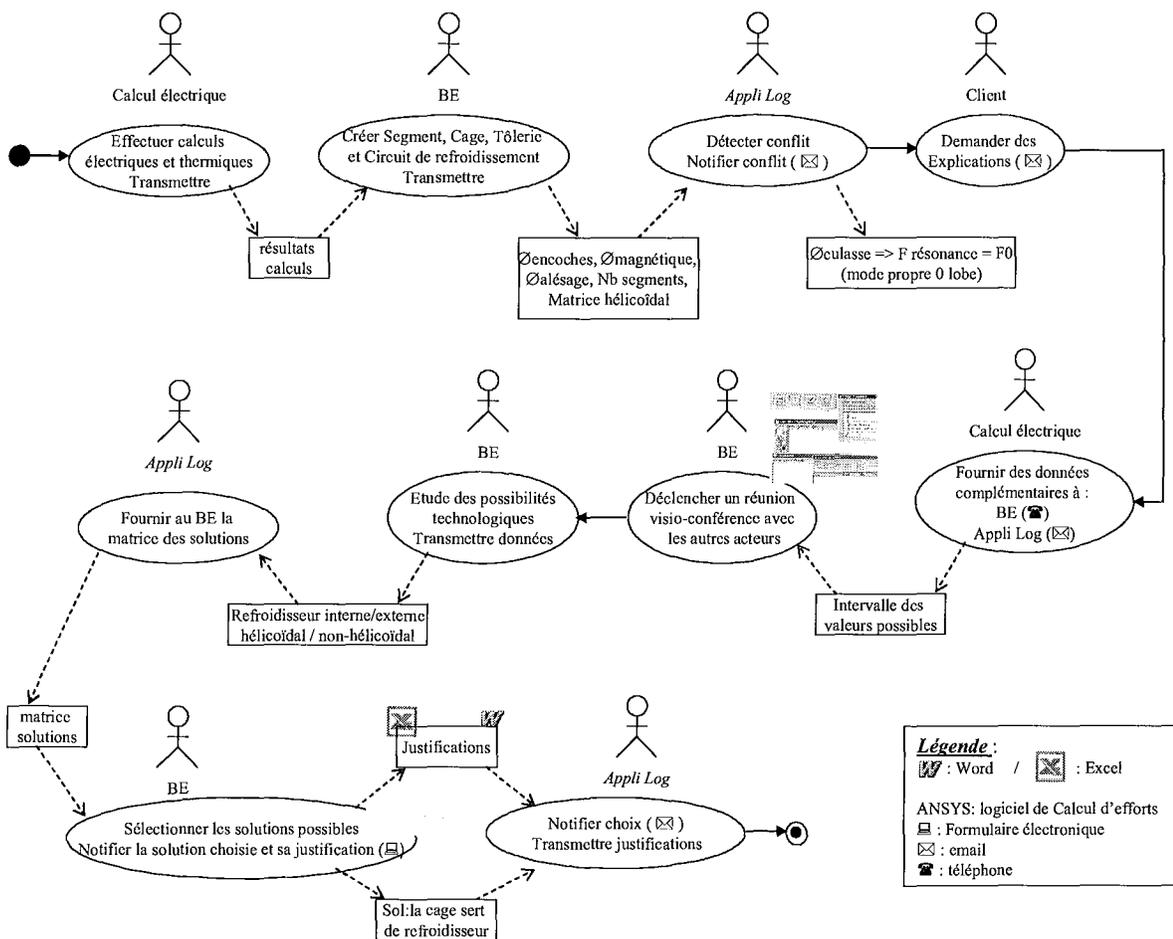


Figure 60 : Diagramme d'activité de la résolution du conflit « résonance » de la tôle stator

Différentes propositions de particularisation ont été ainsi proposées, discutées et prises en compte dans une nouvelle version de CO²MED. Ces particularisations portaient sur :

- Vues externes de données : modifications au niveau de l'architecture des pages afin d'en améliorer l'ergonomie :
 - o Permettre un double affichage des itérations (en mode texte et en mode développé),
 - o Changer le système de réponse en insérant les boutons (notamment répondre) dans l'itération développée,
 - o Revoir le système d'authentification pour permettre une authentification à la volée afin de pouvoir transmettre des liens dans un mail et retrouver la page à partir d'un lien,
 - o Permettre le typage des itérations de manière à pouvoir créer ultérieurement d'autres catégories (*initialisation, demande de renseignements notamment*).

- Créer un système de notification par mail lors de l'ajout d'une nouvelle tâche ou d'une nouvelle itération.
 - o Permettre la gestion des utilisateurs
 - Ajouter un utilisateur (sous le contrôle d'un administrateur).
 - Sélectionner les utilisateurs que l'on veut rattacher à une tâche.
 - o Permettre la consultation des indicateurs de performance spécifiques (activité d'un acteur pour un domaine d'expertise donné...).
- Mise en place d'un moteur de requêtes permettant d'aller retrouver des informations sur un conflit en fonction de différentes entrées (ex : utilisateur, ontologie...)

Tout en prenant en compte ces nouvelles spécifications au sein du développement de l'application logicielle, nous nous sommes intéressés à comment développer des ontologies afin d'indexer les conflits survenant chez notre partenaire industriel. La section suivante présente notre démarche et les résultats obtenus concernant cette analyse.

6.2. Développement des ontologies utilisées dans le cas de l'étude industrielle

6.2.1.1 Données traitées

Dans le cadre de l'étude menée chez notre partenaire industriel, la seule base d'informations existante par rapport aux conflits passés était la consultation des *Fiches d'Anomalie Qualité*. En effet, ces fiches servent de média de communication officiel au sein de l'entreprise afin de répertorier les différents conflits survenus tout au long du cycle de vie du produit (développement et conception, fabrication, tests, mise en service chez le client et utilisation durant la période de garantie). Ce sont notamment ces mêmes fiches qui sont à l'origine des *Fiches d'Evolution* des produits de la gamme. Ces fiches existent dans l'entreprise sous forme de classeurs papiers répartis dans les différents services et sont centralisées sur un serveur accessible en consultation par tous les acteurs de l'entreprise. Cependant, aucune passerelle avec le logiciel de SGDT ou les autres logiciels d'aide à la conception n'a été implémentée. Elles sont rédigées selon différents canevas types (édités à partir d'un modèle MS Word, MS Excel ou PDF) et sont parfois remplies manuellement puis scannées pour être stockées dans la base de partage. Ces fiches sont référencées et indexées par leur numéro unique de création.

6.2.1.2 Démarche suivie

Notre terrain d'action se situait, au niveau de l'entreprise, sur la gestion de conflits dans le domaine du Bureau d'Etude. Après avoir eu accès au fichier regroupant l'ensemble des FAQ des deux dernières années écoulées (ce qui représentait un volume de 3000 unités), nous avons réduit notre champ d'action en passant en revue toutes ces fiches et en ne conservant que celles concernant des problèmes liés au Bureau d'Etude. Cette première sélection, effectuée manuellement, consistait à sélectionner les FAQ dont le numéro d'imputation correspondait au service BE. Nous avons ainsi réduit notre volume de fiches à 700 items.

Un second tri nous a ensuite permis d'évincer tous les problèmes de conception « simples », résultant la plupart du temps d'un problème de lecture ou de compréhension du cahier des charges (perçages mal positionnés, non représentés sur le plan, confusion diamètre/rayon etc....) ainsi que les fiches inexploitable car peu ou mal renseignées, pas assez détaillées voire incompréhensibles. A la fin de ce second scanning, seules quatre-vingt fiches retenaient notre attention.

Ces fiches ont ensuite été triées en fonction des affaires concernées. Ce classement nous a alors permis de faire des regroupements de FAQ puisque certaines affaires avaient donné lieu à plusieurs FAQ corrélées. Enfin, après cet ultime tri, une cinquantaine d'affaires intéressantes à traiter ont été conservées.

A la différence de certaines études liées à la conception d'ontologie telle celle présentée dans [Golebiowska, 2002], notre ambition n'était pas de mener une analyse automatique systématique et sémantique des différentes FAQ afin de déceler les termes candidats à faire entrer dans notre ontologie. En effet, l'incomplétude et parfois la pauvreté des informations contenues dans ces fiches répondant à un formalisme bien défini et ne contenant pas ou peu de textes libres ne s'y prêtaient pas. D'autre part, le volume de données à traiter ne nécessitait pas le déploiement d'un arsenal technologique d'outils d'analyse lexicale et sémantique pour mener à bien cet objectif : une analyse manuelle pouvait répondre à ce besoin.

En revanche, une première analyse nous permit de déceler l'intérêt d'implémenter différents points de vue dans l'indexation des conflits. En effet, le conflit ne sera pas catégorisé et traité de la même façon s'il est observé par un chef de projet, un décideur ou un concepteur. De plus, il est irréaliste de s'attendre d'un seul homme qu'il soit capable de comprendre la totalité de l'ontologie et de ses interdépendances internes [Tallis *et al.*, 1999]. Il fut ainsi décidé de créer non pas une ontologie unique, mais trois *ontologies* de conflits selon les points de vue :

- *Produit*, représentant la nomenclature du produit
- *Cycle de vie*, afin de répertorier les conflits en fonction de leur apparition dans la chronologie du cycle de vie du produit.

- *Organisation*, présentant les conflits sur des propositions selon un point de vue managérial avec un peu de recul par rapport aux éléments techniques traités.

Différentes discussions avec les acteurs du **Bureau d'Etudes** ont alors permis d'affiner ces ontologies en ajoutant certains concepts n'apparaissant pas explicitement dans les FAQ étudiées mais ayant néanmoins existé par le passé. La Figure 61 synthétise le processus de création des ontologies suivi. Ces différentes ontologies sont présentées dans les paragraphes suivants.

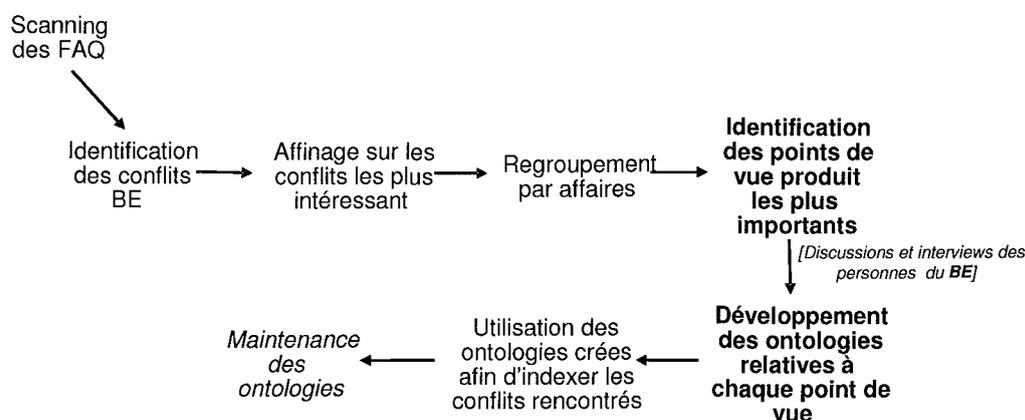


Figure 61 : Démarche suivie pour élaborer les ontologies

6.2.2. Ontologie « Produit »

En premier lieu, il a été décidé de créer une ontologie *Produit*, (présentée Figure 62) qui n'est en fait que la nomenclature d'un produit. Ce point de vue produit permet à une personne qui connaît parfaitement le produit sans forcément être capable d'identifier un problème d'ordre plus général, de pouvoir imputer le conflit à une pièce particulière et de faire une recherche sur les différents problèmes concernant précisément ce type de pièce. Ainsi, cette ontologie s'imposait de fait pour être maniée par les concepteurs notamment. Cette ontologie a été développée à partir du fichier de nomenclature des produits fourni par le Bureau d'Etude. Cette nomenclature produit regroupe les différents éléments d'une machine type fabriquée par Alstom.

Nous nous sommes arrêtés à deux niveaux de décomposition suite à l'analyse des différentes FAQ intéressantes. En effet, celles-ci ne mentionnaient que très peu les éléments des niveaux inférieurs, alors que les conflits les plus importants se situaient pour la quasi-totalité sur des composants des deux niveaux présentés.

Cette ontologie est spécifique à Alstom Moteurs Nancy. Néanmoins, elle peut être remplacée par toute autre ontologie de pièce relative à la nomenclature Produit de quelque entreprise manufacturière que ce soit.

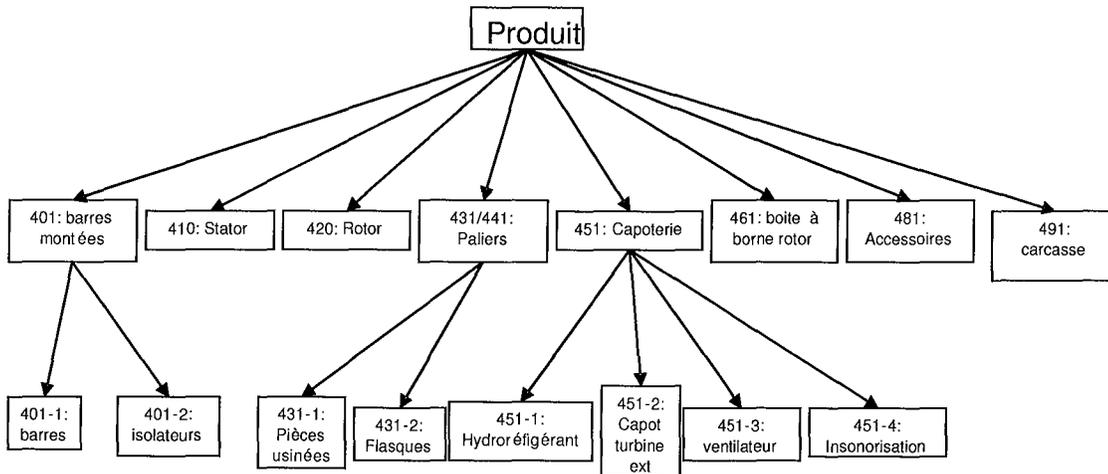


Figure 62 : Ontologie Produit ALSTOM

6.2.3. Ontologie « Cycle de Vie »

L'ontologie « cycle de vie » (Figure 63) décrit, dans le premier étage de sa typologie, les différentes opérations subies par le produit durant son cycle de vie. L'intérêt de nos travaux se cantonnant à la conception du produit, nous avons concentré nos actions sur la partie « Etude » de ce cycle de vie.

Nous avons ainsi voulu spécifier quels sont les conflits rencontrés lors du processus d'étude et de développement du produit en relevant ses différentes étapes et en les hiérarchisant en fonction du niveau de granularité des actions perpétrées au sein de chacune d'elles. En descendant dans les différents niveaux de l'arborescence, nous avons aussi voulu spécifier les conflits ayant eu lieu sur les éléments utilisés lors de ces actions ou les éléments à la source des problèmes survenus lors de ces actions.

Ainsi, la Figure 63 présente des conflits survenus dans la phase d'étude et développement des produits, à partir des cas recensés dans les FAQ.

Cette ontologie présente l'avantage de pouvoir être utilisée par des personnes ne connaissant pas parfaitement le produit en cours de conception, mais ayant néanmoins relevé des problèmes. Ainsi, elle peut être utilisée pour pointer des conflits d'ordre technique observés à partir de notions théoriques (secondes composantes des connaissances pré-requises à la collaboration : connaissance en calcul de résonance, matériaux...) ou d'observation visuelle ou sonore. L'indexation des conflits via cette ontologie est ainsi la

meilleure solution pour les acteurs externes à l'entreprise (clients, fournisseurs...) mais peut aussi être utilisée par les concepteurs en parallèle de l'ontologie « Pièces ».

Cette ontologie est plus générale que l'ontologie « Produit » puisqu'elle correspond au cycle de vie de tout produit existant, et ne reprend pas uniquement un point de vue Alstom. Elle permet aux acteurs de lier le problème à une phase spécifique de la vie du produit, que ce soit pendant son étude ou sa réalisation.

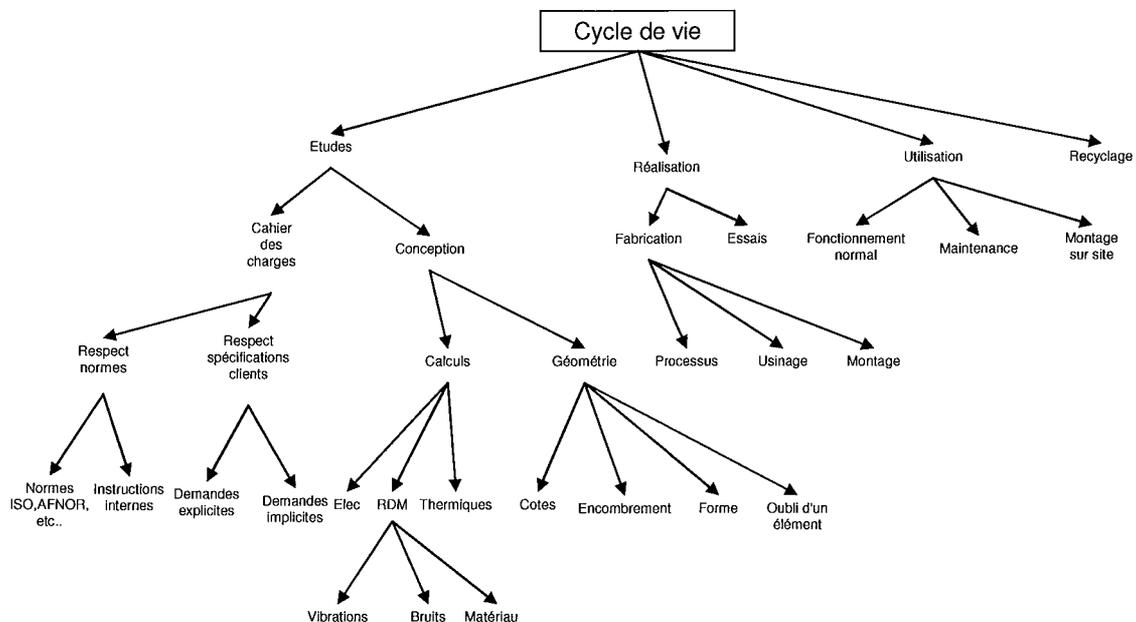


Figure 63 : Ontologie cycle de vie produit

6.2.4. Ontologie « Organisation »

Cette dernière ontologie est, à l'instar de l'ontologie « Cycle de vie », une ontologie d'ordre générale et représente le point de vue de l'organisation sur le projet (Figure 64). Réalisée sur la base de la typologie proposée par [Matta *et al*, 1996], elle permet de cibler les problèmes de compréhension, d'acceptabilité ou de communication à l'intérieur du projet entre les différents acteurs et documents échangés.

Cette ontologie est intéressante car elle présente un point de vue orienté beaucoup plus vers le management que les deux précédentes, qui restent des ontologies comportant des notions beaucoup plus techniques et proches du terrain d'application.

Ainsi, cette ontologie permet d'indexer des conflits de forme beaucoup plus que des problèmes de fond, qu'ils soient relatifs aux moyens utilisés, aux propositions énoncées ou à la compréhension et aux capacités/capabilités [Nowak *et al.*, 2004] mises en œuvre.

Cette ontologie s'adresse ainsi aux chefs de projet ou aux décideurs de l'entreprise : ces personnes ne maîtrisent pas les paramètres techniques de la conception mais ont cependant le recul nécessaire afin de pouvoir cibler la cause de ces conflits « procéduraux ».

En conséquence, cette ontologie, faisant appel à des notions relativement génériques, peut être réutilisée dans des contextes de conception différents, mais on peut également la voir en usage dans d'autres domaines totalement différents (Fabrication, production...).

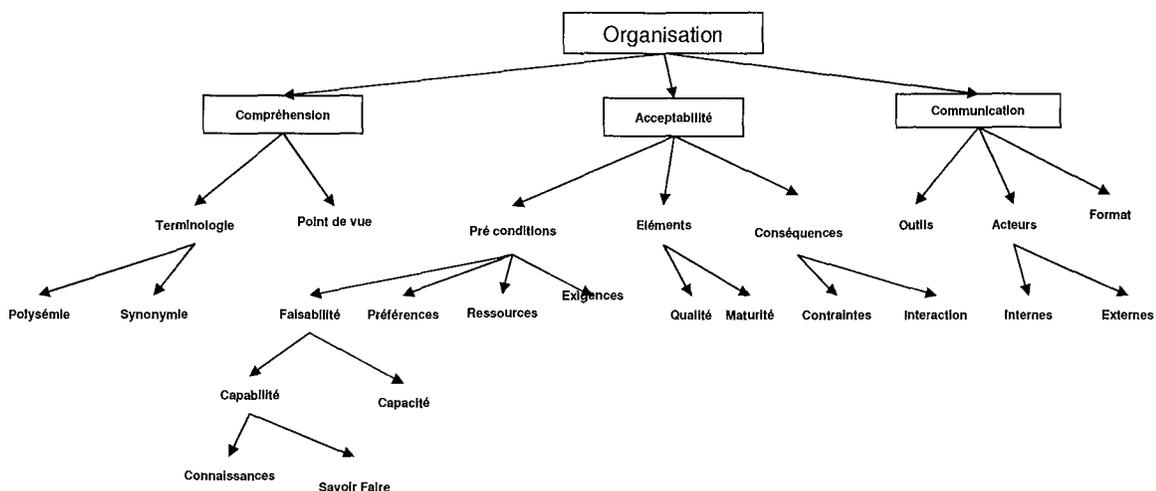


Figure 64 : Ontologie Organisation

Le Tableau 12 présente une synthèse de ces différentes ontologies ainsi que leurs utilisateurs potentiels et le niveau de réutilisabilité rattaché.

	Type d'ontologie	Utilisateurs potentiels Chez Alstom	Réutilisabilité dans un autre domaine de conception de produits
Ontologie Produit	Spécifique à l'application	Concepteurs, projeteurs	Improbable
Ontologie Cycle de vie	Domaine voire application	Concepteurs, projeteurs, acteurs externes	Possible
Ontologie Organisation	Domaine, voire générique	Managers, décideurs, chefs de projet	Forte

Tableau 12 : Récapitulatif des ontologies proposées, utilisateurs et réutilisabilité

La mise en place de ces ontologies permet ainsi d'obtenir un premier levier d'action afin d'obtenir un partage des connaissances. Afin de rendre ces ontologies opérationnelles au sein du processus de gestion et résolution de conflit via l'utilisation de CO²MED, une base de départ embryonnaire fut implémenté dans CO²MED en reportant de façon synthétique les éléments, causes et solutions réels rapportés depuis les différentes FAQ sélectionnées précédemment pour construire ces ontologies. Une phase de test en situation réelle fut alors

lancée chez Alstom, tout en gardant une architecture logicielle disjointe des applications et bases de données « métiers » de l'entreprise.

6.3. Validation de CO²MED sur un cas industriel Alstom : cas de l'affaire 934 ARZ³²

6.3.1. Contexte de l'étude³³

Le conflit étudié avec l'aide du logiciel CO²MED portait sur l'élaboration d'une carcasse pour moteur asynchrone.

Cette machine, de taille et aux caractéristiques importantes ; était différentes des machines habituelles du fait des dimensions hors normes de la carcasse relativement large (2 m de section). La plupart des calculs ont été réalisés sur la base d'une affaire précédemment réalisée avec une carcasse large, à partir des plans et documents capitalisés dans l'outil PDM. Cependant, dans cette affaire, les paliers étaient libres alors que dans le projet en cours, ceux-ci sont fixés à la carcasse. Le poids total du stator était de 17000kg. Les paliers supportant des roulements d'environ 500kg chacun assurent le guidage en rotation du stator dans la carcasse.

Cette carcasse présenta un certain nombre de problème lors de la phase de tests en fin de processus de fabrication. Elle ne passa pas cette phase de test de par l'excitation du mode de résonance axial le plus énergétique du moteur lors d'une utilisation dans la fourchette des vitesses allant de 0 à 3 fois la vitesse nominale attendue de celui-ci. Pour des raisons de sécurité, le moteur électrique ne doit pas entrer en résonance dans une plage d'utilisation incluant cette fourchette de fréquences de rotation.

Afin d'analyser plus finement les phénomènes physiques se produisant sur ce moteur ainsi que les solutions à apporter en vue de résoudre ce conflit, un certain nombre de démarches et calculs supplémentaires furent menés sur cette carcasse.

Une modélisation 3D fut ainsi implémentée sous le logiciel ANSYS³⁴ en simplifiant la géométrie comme présentée Figure 65.

³² Pour se conformer au vocable utilisé chez Alstom, nous parlons ici indifféremment d'affaire ou de projet pour se référer à la conception et à la fabrication du moteur électrique étudié.

³³ Pour des raisons de confidentialité, les données reportées ici ne le sont qu'à titre d'exemple et ont été modifiées par rapport à la réalité.

³⁴ www.ansys.com

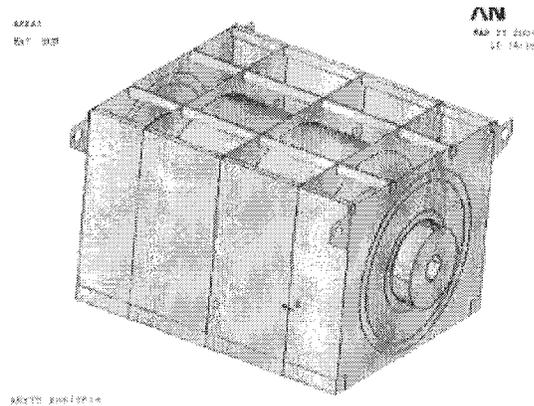


Figure 65 : Géométrie 3D de la carcasse et du Stator assemblé

Afin de rendre les calculs issus de la modélisation les plus proches de la réalité, le volume global de l'assemblage fut conservé mais la densité des éléments utilisés fut ajustée de manière à obtenir le poids global de la machine. Un maillage en éléments finis 3D de la machine fut alors réalisé afin de mener une analyse modale de la résonance de cette machine (Figure 66).

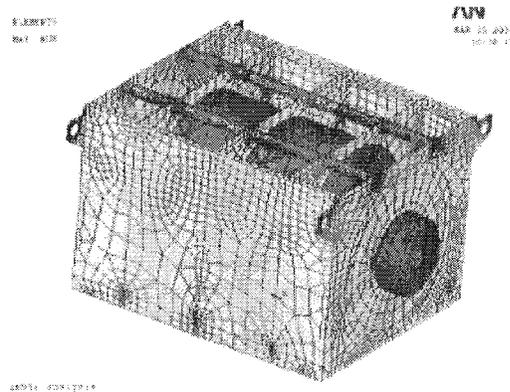


Figure 66 : maillage 3D avec le logiciel ANSYS

La section suivante présente le processus de résolution suivi, orchestré par l'utilisation de CO²MED.

6.3.2. Scénario de gestion de conflits

6.3.2.1 Initialisation

Déclaration de l'activité de collaboration

Suite à la découverte du conflit par le technicien en charge des tests au sein de la cellule de production de l'usine, l'information fut tout de suite propagée au responsable du projet au

sein du **Bureau d'Etude**. Celui-ci déclencha une activité de collaboration dans CO²MED. La cause technique du conflit ainsi que l'élément mis en défaut étant clairement identifiés, il enregistra ce conflit comme étant un problème de conception portant sur la géométrie de l'élément en cause, et plus précisément un problème de vibrations depuis l'ontologie « Cycle de Vie ». Concernant le choix dans l'ontologie « Produit », la carcasse fut directement sélectionnée pour référencer ce conflit.

Le chef de projet initialise alors le projet en entrant les caractéristiques de ces conflits depuis l'arborescence d'ontologies (Figure 67) et en saisissant dans une zone de texte l'explication du conflit au moyen des données disponibles.

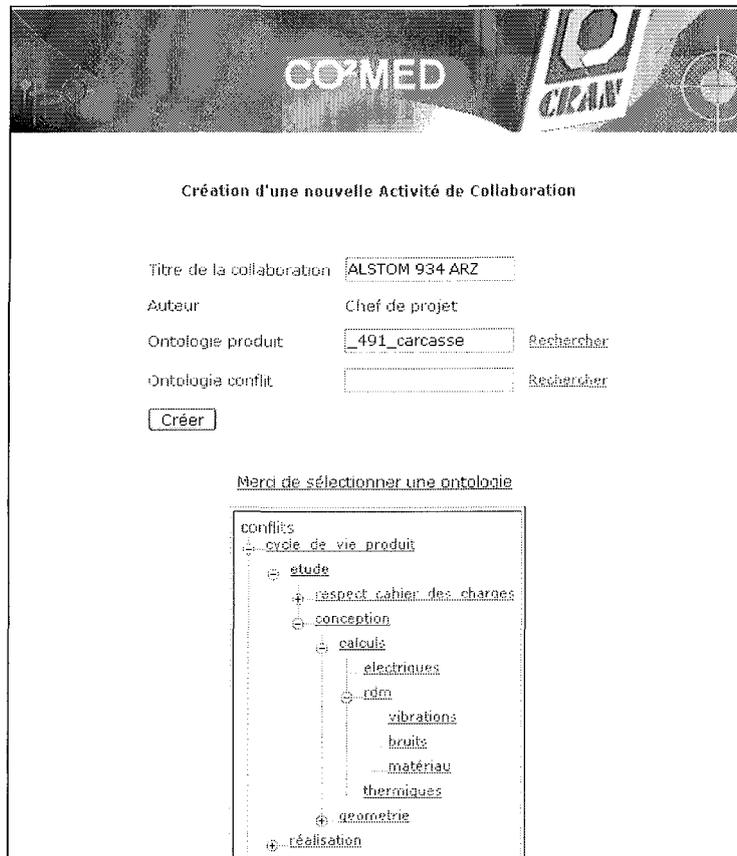


Figure 67 : initialisation du conflit

Recrutement des acteurs

Le projet sur lequel le conflit se produisit étant d'une envergure relativement importante et destiné à un client « sensible », un certain nombre d'intervenants non-techniciens furent abonnés à la tâche collaborative créée dans le but de piloter d'un point de vue managérial et tactique (vis-à-vis de l'allocation des ressources humaines et temporelles notamment) cette résolution de conflit. Ces différents intervenants sont répertoriés dans le Tableau 13. La

sélection des acteurs « techniques » a été menée en regard de l'expérience de chacun quant à la participation à la conception de la machine corrélée par la consultation des indicateurs de performance récupérés à partir des données saisies dans la base de départ (Figure 68 et Figure 69).

Acteurs internes à l'entreprise	<p>Service Bureau d'Etude :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 chef de projet (responsable de l'activité de collaboration): <i>supervision et coordination technique de l'équipe, contact avec le client.</i> • 1 expert calcul mécanique: <i>Modélisation en éléments finis, calcul des modes de résonance.</i> • 1 concepteur: <i>dimensionnement mécanique en fonction de l'encombrement spécifié par le client, calcul des contraintes et efforts mécaniques via un maillage en éléments finis.</i> • 1 responsable de service: <i>allocation des ressources pour mener à bien la conception.</i> • 1 responsable qualité BE.
	<p>Service Fabrication :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 technicien : chargé de la réalisation des mesures et tests de la machine sur banc.
	<p>Service Qualité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 ingénieur en charge de la conformité de la machine.
Acteur externe à l'entreprise	<p>Le Client aurait pu être abonné à cette activité de collaboration, mais la technicité, la sensibilité et le niveau de confidentialité des données échangées semblait peu opportun pour cette option. Le client fut donc mis au courant au fur et à mesure des avancées via email.</p>

Tableau 13 : Participants au processus de résolution de conflit de l'affaire ARZ 934.

CO²MED

Choix des utilisateurs

Mes collaborations Indicateurs de performance Mon compte
 Fermer ma session Retour à la tâche collaborative

Titre de l'Activité de Collaboration ALSTOM 934 ARZ
 Ontologie produit _491_carcasse
 Ontologie conflit
 Login de l'auteur Chef de projet

Utilisateurs non sélectionnés	Utilisateurs sélectionnés
seb => Responsable de service =>	<-- Chef de projet <-- Expert calcul mécanique <-- Concepteur <-- Responsable qualité BE <-- Technicien fabrication <-- Ingénieur qualité

Figure 68 : Abonnement des acteurs au conflit

Indicateurs relatifs aux ressources humaines

Nombre d'itération par utilisateurs et par Mot-claf

Mot Clef :

Utilisateur :

Solutions uniquement

Les afficher en plus de les compter

Résultats

Iteration - seb - initialisation
Iteration - seb - informations
Iteration - seb - explication
Iteration - seb - explication
Iteration - seb - explication
Iteration - Technicien fabrication - initialisation
Iteration - Responsable qualité BE - informations
Iteration - Responsable qualité BE - explication
Iteration - Responsable qualité BE - explication
Iteration - Responsable qualité BE - explication
Iteration - Technicien fabrication - explication
Iteration - Expert calcul mécanique - solution
Iteration - Expert calcul mécanique - justification
Iteration - Chef de projet - initialisation
Iteration - Chef de projet - informations
Iteration - Chef de projet - explication
Iteration - Chef de projet - initialisation
Iteration - Chef de projet - initialisation
Iteration - Expert calcul mécanique - informations
Iteration - Chef de projet - explication
Iteration - Expert calcul mécanique - explication

Nombre d'itérations en relation avec vos choix : 21

Informations relatives aux utilisateurs

Figure 69 : Consultation des IP pour sélectionner les abonnés

6.3.2.2 Négociation du conflit via les phases de vulgarisation/médiation

Il s'agit comme décrit dans les figures Figure 70 et Figure 71 (responsable Qualité BE) d'un problème de vibration sur une machine avec une justification du problème qui dit que ces vibrations anormales sont certainement dues à l'utilisation d'un élément peu utilisé car non standard.

CO²MED

Répondre à une itération

Titre de l'Activité de Collaboration	ALSTOM 934 ARZ
Ontologie produit	_491_carcasse
Ontologie conflit	
Login de l'auteur	Chef de projet

Type

Valeur

Vibrations axiales trop élevées 2.5 mm/s pour 1.8 mm/s garanti; présence d'harmonique 2.
Problème de résonance à 50Hz pour la carcasse

Type

Explication

Valeur

Le problème décelé est un problème de vibrations hors tolérances de la machine

Créer

Figure 70 : Première itération sur le conflit

Répondre à une itération

Titre de l'Activité de Collaboration ALSTOM 934 ARZ

Ontologie produit _491_carcasse

Ontologie conflit

Login de l'auteur Chef de projet

Type explication

Valeur Le problème décelé est un problème de vibrations hors tolérances de la machine.

Type Justification

Valeur Problème certainement dû au fait d'utiliser une carcasse non standard!

Créer

Figure 71 : Deuxième itération sur le conflit par le responsable Qualité BE

S'en suit alors une suite d'itérations émises par le responsable de service et le chef de projet qui vont venir apporter des précisions sur la nature du problème et sur les premiers éléments à utiliser pour résoudre l'affaire où l'on découvre qu'ils s'agit en fait d'une pièce mal utilisée avec ce type d'élément non standard. Le responsable de service affirme que l'étude de montage et dimensionnement des paliers utilisés est issue de calculs d'affaires précédemment menées. Le chef de projet corrobore cette affirmation. L'ingénieur Qualité réclame alors des essais complémentaires. Une fois obtenus (Figure 73), ces résultats sont comparés et corrélés avec une analyse des déformations en élément finis de la vibration des paliers en opposition de phase, selon une direction horizontale ou verticale.

Répondre à une itération

Titre de l'Activité de Collaboration: ALSTOM 934 ARZ
 Ontologie produit: _491_carcasse
 Ontologie conflit:
 Login de l'auteur: Chef de projet

Type: explication
 Valeur: Le problème est dû plus particulièrement à la manière d'utiliser les paliers

Type: Justification
 Valeur: Cette affaire n'est pas la première dans laquelle on utilise une carcasse large. Pour la conception de cette machine, nous avons utilisé les informations d'une affaire précédente, mais sans porter attention au mode de travail et de montage des paliers.]

Figure 72 : le chef de projet justifie l'erreur commise

Activité de Collaboration

[Mes collaborations](#) [Indicateurs de performance](#) [Mon compte](#)
[Fermer ma session](#)

Titre de l'Activité de Collaboration: ALSTOM 934 ARZ
 Ontologie produit: _491_carcasse
 Ontologie conflit:
 Login de l'auteur: Chef de projet

Iteration	Type	Valeur
Iteration 1	explication	Résultats obtenus après essais: • Vibrations axiales trop élevées (32,8mm/s pour 25 mm/s garantis). • Présence d'Harmonique 2. • Résonance à 250 Hz à 2700tr/min.

[Répondre](#) [Supprimer](#)

Figure 73 : Résultats obtenus après essais

Dans un second temps, alors que tous les acteurs se sont mis d'accord et ont vérifié que les causes du conflit sont bien identifiées, le concepteur propose une première solution concernant des modifications à apporter sur le produit en l'état : modification de la raideur des flasques par ajout de raidisseurs horizontaux et verticaux (Figure 74).

The screenshot displays a web interface for a collaborative activity. At the top, there are logos for 'CO²MED' and 'CIRAN'. Below the logos, the title 'Activité de Collaboration' is centered. A navigation bar includes links for 'Mes collaborations', 'Indicateurs de performance', 'Mon compte', and 'Fermer ma session'. The main content area shows details for a collaboration: 'Titre de l'Activité de Collaboration: ALSTOM 934-ARZ', 'Ontologie produit: ...491...carcasse', 'Ontologie conflit:', and 'Login de l'auteur: Chef de projet'. A table lists iterations with their types and values. A tooltip is visible over the 'Valeur' column, containing the text: 'Modifier la raideur des flasques paliers: diminution pour tenter de changer la fréquence de résonance. Mener des nouvelles campagnes d'essais après modifications.' At the bottom right, there are buttons for 'Répondre' and 'Supprimer'.

Iteration	Type	Valeur
Iteration 1	solution	
Iteration 1		
Iteration 1		
Iteration 2		
Iteration 1		
Iteration 3		
Iteration 1		
Iteration 2		

Figure 74 : Solution émise par l'acteur "Concepteur BE."

Une nouvelle campagne de calculs est alors menée par les acteurs abonnés du BE afin de déterminer la fréquence naturelle de résonance de l'assemblage. Les modifications calculées sont alors implémentées sur la machine en unité de production.

De nouveaux essais sont effectués. Ceux-ci se révèlent cependant infructueux. Suit alors une réponse du chef de projet indiquant qu'après essais le problème persiste. Il apporte par la même occasion de nouveaux éléments permettant de comprendre les raisons de l'échec de cette solution (Figure 75).

CO²MED **CIRAN**

Répondre à une itération

Titre de l'Activité de Collaboration: ALSTOM 934 AR2

Ontologie produit: _491_carcasse

Ontologie conflit:

Login de l'auteur: Chef de projet

Type: explication

Valeur: Après essais de la machine modifiée: problèmes de vibration persistants malgré modifications. La modification de la raideur n'a pas modifié le comportement vibratoire de la machine.

Type: Justification

Valeur: Les calculs effectués pour la modification n'étaient pas assez poussés et étaient basés sur des affaires précédentes]

Figure 75 : Eléments de réponse suite aux essais menés après modification.

6.3.2.3 Aide à la conception tout en poursuivant la résolution de conflits

Dans une troisième étape de cette résolution de conflit, une seconde solution (Figure 76) est avancée par l'expert en calculs mécaniques, proposant des modifications plus importantes de la structure. Suite à un calcul de rééquilibrage dynamique de l'assemblage, il propose d'apposer deux masselottes diamétralement opposées afin de parvenir à ce rééquilibrage. Une nouvelle campagne de calculs fut alors lancée dans le but de déterminer la position angulaire ainsi que la masse des masselottes à apposer.

Activité de Collaboration

Mes collaborations: [Indicateurs de performance](#) [Mon compte](#)
[Fermer ma session](#)

Titre de l'Activité de Collaboration: ALSTOM 934 ARZ
 Ontologie produit: ...491...carcasse
 Ontologie conflit:
 Login de l'auteur: Chef de projet

iteration 1	iteration 1	Type	solution
iteration 2	iteration 1	Valeur	Plutôt que de modifier la structure, essayer de rendre la machine mieux équilibrée. Rééquilibrage dynamique <ul style="list-style-type: none"> Apposer sur le rotor 2 masses diamétralement opposées (choix de la distance par rapport à l'axe de rotation, du positionnement angulaire et des masses à apposer).

[Répondre](#) [Supprimer](#)

Figure 76 : proposition de modification via rééquilibrage dynamique

Suite à la consultation via l'ontologie des conflits passés référencés dans la base de départ de CO²MED (Figure 77), le chef de projet préconise d'appliquer la méthodologie de calcul utilisée dans un calcul d'équilibrage précédemment mené sur une affaire portant sur un moteur aux caractéristiques différentes (dimensions beaucoup plus petites) mais ayant subi des phénomènes vibratoires comparables lors de la phase de test.

La méthodologie suivie permet de déterminer les valeurs des masses et des positions angulaires des masselottes à positionner.

Cette solution s'avéra efficace aux vues des essais perpétrés suite à son implémentation sur la machine.

A partir de cet instant la machine était acceptable d'un point de vue contractuel. Cependant, le client la refusa par peur de réapparition du problème en utilisation dans des conditions différentes de la plate-forme de tests Alstom. On aurait pu clôturer le conflit ici puisque le problème de vibrations n'existait plus et imposer la machine au client. Cependant, la pérennité de la solution n'étant pas acquise (l'idée proposée n'étant qu'une modification superficielle de la machine qualifiée de « bricolage » par le client), il fut choisi au niveau du

centre de décision³⁵ de poursuivre le processus de résolution dans le but de proposer une action corrective fiable et pérenne au problème.

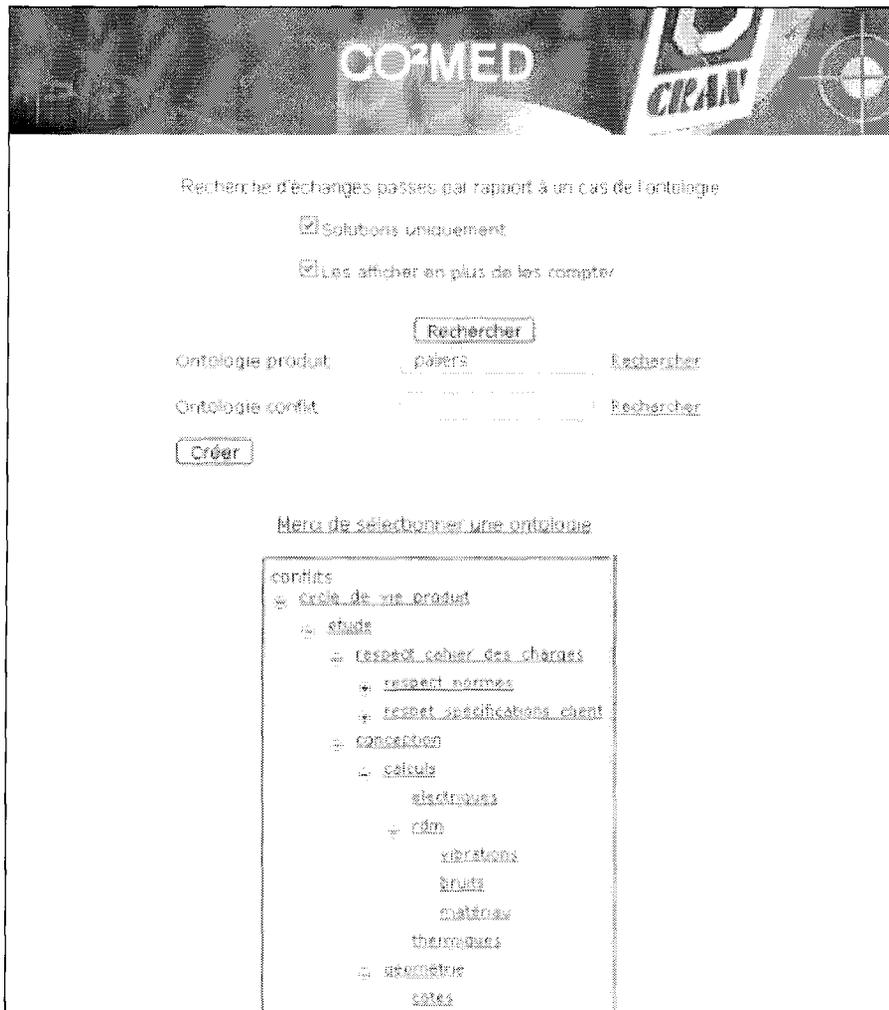


Figure 77 : Recherche d'échanges passés par rapport à un cas de l'ontologie

6.3.2.4 Génération de nouvelles connaissances via l'utilisation de CO²MED

Suite à une nouvelle campagne d'études beaucoup plus importantes (150h de calculs conduisant à une rectification du modèle éléments finis de l'assemblage), un modèle fiable et beaucoup plus précis fut élaboré en suivant la méthodologie suivante :

- Chargement du modèle,
- Résolution,
- Recalage modèle / mesures,

³⁵ Ce terme est employé ici au sens de celui existant dans la méthodologie GRAI R&D. Il est défini plus précisément dans le modèle Organisation du projet IPPOP en Annexe 3.

- Modification des paramètres du modèle,
- Rechargement du modèle,
- Résolution,
- Bouclage jusqu'à obtention d'un modèle utilisable et de résultats prédictifs satisfaisants.

La consultation de différents conflits vibratoires répertoriés et capitalisés dans CO²MED permet alors de proposer un certain nombre de modifications suite à la combinaison des solutions précédemment utilisées. Les modifications à effectuer proposées par l'expert en calcul mécanique portent sur l'augmentation de l'épaisseur des flasques (la carcasse étant usinée ce sont les flasques qui sont donc retouchés) ainsi que sur l'apport d'éléments de rigidification (Figure 78). Le jalon de négociation étant atteint, une demande de vote fut envoyée à tous les acteurs concernés. La réutilisation de connaissances et d'expériences précédemment capitalisée permet ainsi de créer une synergie de création de connaissance via la combinaison des expériences passées.

The screenshot displays the 'Activité de Collaboration' interface. At the top, there are navigation links: 'Mes collaborations', 'Indicateurs de performance', 'Mon compte', and 'Fermer ma session'. The main content area shows details for a collaboration titled 'ALSTOM 934 ARZ' with the product ontology '_491_carcasse' and the author 'Chef de projet'. Below this, a list of iterations is shown, including 'iteration_1' through 'iteration_4'. A 'Type' field is set to 'solution' and a 'Valeur' field contains the following text: 'Après avoir établi un nouveau modèle les modifications suivantes seront apportées: Augmenter épaisseur flasque, Ajouter rigidificateurs sur flasques'. At the bottom right of the iteration list, there are buttons for 'Répondre' and 'Supprimer'.

Figure 78 : proposition d'une solution fiable et pérenne

6.3.2.5 Vote et capitalisation de la solution

La dernière solution corrective étant la plus fiable d'un point de vue modèle tout en améliorant les performances initiales de la machine; elle fut choisie à l'unanimité par tous les acteurs abonnés et capitalisée comme étant la solution à ce conflit type.

Une fois les modifications préconisées dans cette solution prises en compte sur le moteur toujours stationné sur le site de production, une série de tests sur le banc d'essais permit de les valider. La machine est alors proposée au client qui l'accepte.

Le chef de projet clôt alors le processus de gestion de conflit et les différents acteurs abonnés sont donc informés de cette décision. Les différentes explications, justifications et solutions concernant ce conflit peuvent néanmoins être réutilisés via la consultation des ontologies dans d'autres activités de collaboration déclarées.

6.4. Conclusion : apports du logiciel pour l'entreprise

Après une démonstration de la faisabilité sur un exemple réel, ce test grandeur nature conforte notre position quant à l'intérêt d'un tel outil logiciel en vue d'aider les concepteurs au travail. Il permet de répondre au souci de réactivité, d'échanges de connaissances et de capitalisation de celles-ci lors de la confrontation des points de vues à propos d'un conflit donné. L'infrastructure de « mémoire collective » ainsi proposée, mettant à disposition un panel de choix documentés sur les solutions adoptées comme celles qui ont été écartées répond aussi au besoin de collaboration existant dans ces situations conflictuelles et participe ainsi à l'amélioration de la performance de l'activité de conception. Cette expérience montre donc l'intérêt de mener une véritable politique de capitalisation des connaissances en entreprise, et l'influence que celle-ci peut avoir sur l'organisation de la conception [Robin *et al.*, 2004c], en mettant en évidence la réutilisabilité de cette gestion de conflits par la suite, via notamment la consultation de l'ontologie. Dans l'objectif d'une plus grande ergonomie d'utilisation et de fait d'une plus grande interactivité entre les acteurs abonnés au processus de résolution de conflit; une intégration avec les bases de données et l'outil PLM utilisé par le Bureau d'Etude de l'entreprise permettrait un apport de connaissances non négligeable et la possibilité de rechercher et de lier des documents justificatifs permettant d'appuyer les itérations argumentatives lors des phases de vulgarisation du conflit.

Conclusion générale

Contribution scientifique

La conception de produits requiert aujourd'hui de nouvelles formes d'interactions entre les différents acteurs y participant. Néanmoins, le partage d'expertises de connaissances et savoir-faire métiers associés au développement d'outils et de moyen de communication de plus en plus performants génèrent un nombre toujours plus grand d'informations et de connaissances

L'objectif de ces travaux, effectués en corrélation avec les recherches menées au sein du projet **IPPOP**, était de proposer une structuration des connaissances pour mieux les capitaliser et les réutiliser lors de conflits survenant lors de la conception de nouveaux produits, et ainsi permettre un collaboration plus performante.

L'état de l'art, présenté au **Chapitre 1**, permet de caractériser les démarches entreprises selon différents points de vues scientifiques et de s'intéresser au concept de connaissances collaboratives échangées durant la conception. Il nous permet de mettre en avant que, même s'il existe de nombreuses solutions capables de répondre à des fonctionnalités de communication, de coordination, aucun exemple alliant à ces caractéristiques la gestion de la collaboration dans un environnement de travail dédié à la conception ne peut être mentionné.

Ceci nous a amené à proposer dans le **Chapitre 2** les spécifications statiques et dynamiques d'un référentiel collaboratif s'attachant à répondre à ce type de fonctionnalités. Ce référentiel permet en outre d'apporter une solution à la majeure partie des objectifs du projet IPPOP, en montrant par exemple comment particulariser à l'aide de patrons l'organisation du processus de résolution de conflits ou encore en proposant des indicateurs de performance afin de gérer les ressources humaines à impliquer dans celui-ci.

L'application logicielle née des ces spécifications et présentée au **Chapitre 3** propose un certain nombre d'avantages en permettant notamment de :

- permettre une communication aisée dans un contexte de conception distribuée,
- d'assister les concepteurs dans leur travail quotidien en leur fournissant un outil capable de leur faire réaliser un premier niveau de formalisation des conflits rencontrés,

- proposer une réutilisation des connaissances emmagasinées sur des points précis de la résolution de conflits,
- répondre aux exigences normatives.

Les conclusions du **Chapitre 4** montrent l'intérêt de l'utilisation de ce référentiel et de l'application logicielle associée dans un contexte industriel. Cette mise en pratique d'une démarche de gestion des connaissances en entreprise démontre ainsi le potentiel que peut générer l'utilisation d'un système dans un contexte industriel.

Perspectives de ces travaux

Cependant, le référentiel pour la gestion de conflits précédemment proposé peut s'interpréter comme un cas spécifique de la collaboration en conception. Aussi, nous pouvons proposer une généralisation de tout ou partie de ce processus pour les niveaux moins contraints d'une taxinomie du travail collaboratif telle celle proposée dans [Girard *et al.*, .2003]. Ainsi, ce référentiel peut permettre de répondre à la plupart des Fonctions de Coopérations Élémentaires en réunions définies par [Février-Quesada *et al.*, 2003]; à savoir celles relevant de la confrontation et de la mise en commun des positions des acteurs, de l'orientation des propos ou de la prise de décision. De même, en cas de collaboration totalement exempte de contraintes, menée de façon impromptue et volontaire entre deux acteurs, c'est à dire dans le cas d'une collaboration non-prévue, libre et non-établie), ce référentiel pourra être tout à fait intéressant dans le but de structurer et formaliser les discussions des acteurs, sans qu'il y est pour autant de conflit détecté.

Afin de pouvoir optimiser l'utilisation de CO²MED dans un cadre industriel, un certain nombre de voies restent ouvertes :

- La prise en compte du niveau de maturité des informations et connaissances échangées durant le processus de résolution de conflits pourrait permettre de rationaliser les interventions des acteurs, en spécifiant, par exemple, le degré de confiance qu'ils accordent à un argument avancé ou une solution échangée durant le processus.
- La détection des conflits a priori, via un module de vérifications de contraintes par exemple pourrait être envisagée. Ce module serait cependant dédié à un domaine d'expertise précis.
- Le développement d'un moteur d'inférences pour la gestion des connaissances capitalisées, basé par exemple sur des concepts de logique floue (tels qu'ils sont spécifiés dans [Deneux *et al.*, 2000]) pourrait soumettre aux acteurs des solutions ou

alternatives [Nowak *et al.*, 2003] beaucoup plus ciblées que celles proposées actuellement par le logiciel, en corrélant différents facteurs autres que le concept d'ontologie auquel est rattaché le conflit afin de leur proposer des solutions modulaires prêtes à l'emploi. Cet aspect peut également être réalisé via la liaison de CO²MED avec des **S**ystèmes d'**A**ide à la **D**écision.

- Une autre utilisation de ce moteur d'inférences pourrait trouver naissance dans l'analyse des échanges, afin de pallier aux différences sémantiques existant entre les différents métiers et par là même proposer une formalisation et une capitalisation intuitive des conflits en rapport avec des catégories de l'ontologie utilisée. Ce moteur d'inférence pourrait alors remplacer le gestionnaire d'ontologies en faisant automatiquement le rapprochement sémantique envisagé par ce dernier.
- L'intégration d'Indicateurs de Performance sur la validité des solutions proposées, en fonction de paramètres de faisabilité ou de rentabilité économique peut également être possible.
- Une identification ainsi qu'une gestion dynamique des connections de l'activité de collaboration aux activités du processus. Cette perspective peut entraîner une formalisation algébrique de la collaboration au sein du processus de conception.
- Un lien direct avec les concepts organisationnels de l'environnement de conception est également envisageable afin de déployer, au sein des centres de conception [Girard *et al.*, 2004a], les moyens et ressources nécessaires pour mener à bien la résolution de conflits, qu'ils soient internes ou externes au projet. Outre le lien avec le prototype *IPPOP*, cette perspective nécessite l'interfaçage de *CO²MED* avec différents outils de planification, collecticiels ou groupware. De même, un paramétrage des modes de vote en fonction de la position hiérarchique de l'acteur dans le projet peut être implémenté de manière à répondre à une organisation particulière de l'entreprise dans laquelle la solution logicielle est utilisée.

Ces perspectives s'accordent avec les tendances de recherches actuelles dans le domaine de la conception de produits, visant à avoir des solutions intégrées capables de gérer la globalité du cycle de vie du produit. Ainsi, la méthode préconisée dans ces travaux pourrait être applicable à d'autres phases du cycle de vie du produit, en suivant une démarche similaire.

Bibliographie

- Adams R.S., Atman C.J., 1999, Cognitive process in Iterative Design Behavior, Proc of the 29th ASSE/IEEE Frontiers in Education Conference, 10-13 Novembre, San Juan de Puerto Rico.
- Adams R.S., Atman C.J., 2000, Characterizing Engineering Student Design Process, An illustration of Iteration, Proc of ASEE annual conference, 18-20 Juin 2000, St Louis, USA.
- AFCIQ, 1987, Cycle de vie du logiciel, Norme AFNO NF 67-100.
- AFITEP (Association Francophone de Management de Projet), 2003, Liste des principaux référentiels à utiliser, Commission Terminologie, Document 6bis – version 5.
- AFNOR X 50-127, Outils de management - Maîtrise du processus de conception et développement, Fascicule de Documentation de l'AFNOR, Avril.
- Afnor, NF Z 68-901, 1996, Génie automatique - Représentation des systèmes de contrôle et de commande des systèmes automatisés de production - Modèle conceptuel base-PTA.
- Alexander C., Ishikawa s. et al., 1977, A Pattern Language, Oxford University Press, New York.
- Anzieu D., Martin J.-Y., 1997, La dynamique des groupes restreints, PUF, 11^{ème} édition corrigée, 1^{ère} édition 1968.
- Aussenac-Gilles N., Biébow B., Sulzman S., 2000, Modélisation du domaine par une approche fondée sur l'analyse de corpus, Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances, IC 2000, Toulouse, 10-12 Mai.
- Austin, A.E. et Baldwin, R.G., Faculty Collaboration :Enhancing the quality of Scholarship and Teaching, Washington DC University report.
- Axelsson, B., 1995, the development of network research-A question of Mobilization and perseverance, extract published in Business Marketing: an interaction and network perspective, Kluwer Academic Publisher, Boston, p110-132.
- Bachimont B., 2000, Engagement sémantique et engagement ontologique: conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances; dans Ingénierie des connaissances Evolutions récentes et nouveaux défis, Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D., Eyrolles.
- Bachimont B., 2000a, Une ontologie pour éditer des schémas de description audiovisuels, extension pour l'inférence sur les descriptions, Journées Francophone d'Ingénierie des Connaissances, IC 2000, Toulouse, 10-12 Mai.
- Badke-Schaub P., Gehrlcher A., 2003, Patterns of decisions in design: leaps, loops, cycles, sequences and meta-processes, proc. of International Conference on Engineering Design ICED 03, Stockholm, august 19-21.
- Bannon L., Kuutti K., Shifting perspectives on Organizational Memory : From Storage to Active Remembering. Proc of the 29th HICSS, Vol 3., Information, Systems and Technology, IEEE Computer Society Press, Washington, 1996, p 156-167.
- Bannon L., Schmidt K., 1991, Studies in Computer Supported Cooperative Work, Theory, Practice and Design, chap. CSCW: four characters in search of a context, North-Holland.
- Bareigts C., 2000, Importance de la coordination/coopération en terme d'apprentissage organisationnel, Actes du colloque Agent logiciels, coopération, apprentissage & activité humaine, ATIEF, Biarritz, France.
- Barki H., Hartwick J., 2001, Interpersonnal conflict and its management in Information System Development, Cahier du GReSI n°01-01, EHECM, Montréal.
- Barnard, C. I., 1938, The Functions of the Executive, Harvard University Press.

- Beaumont, L. R., 2000a, ISO 9001, The Standard Interpretation, Third Edition (year 2000 revision), ISBN 0-963003-6-2.
- Beaumont, L. R., 2000b, ISO 9001, The Standard Illustration, disponible sur <http://www.isoeasy.org/illustrated.pdf>
- Beck K., Cunningham W., 1987, Using Pattern Languages for Object-Oriented Programs, Proceedings of OOPSLA-87.
- Béguin, P., 1994. De l'individuel au collectif dans les activités avec instruments. Thèse de doctorat, Paris, Laboratoire d'Ergonomie, CNAM.
- Bekhti S., 2004, Mémoire de projet. Une approche de modélisation et de réutilisation du contexte et de la logique de conception, article dans *Coopération et organisation Numériques*, coordonné par Eynard B. et Matta, N., Documents Numériques Vol 8, n°1, pp137-150.
- Bekhti S., Matta M., 2004, Traçabilité et mémorisation des connaissances au fil de l'eau en mémoire de projet, « Gestion dynamique des connaissances industrielles », *Traité IC2*, coordonné par Eynard B., Lombard M., Matta, N., Renaud, J., Hermès Sciences Publications, Septembre.
- Belkadi F., Bonjour E., Dulmet M., 2003, Vers un modèle de situation support à la conception collaborative, CITE'2003, *Coopération, Innovation et Technologie*, Troyes, 3-4 Décembre.
- Belkhadi F., Bonjour E., Dulmet M., 2004, Démarche de modélisation d'une situation de conception collaborative, dans *Coopération et organisation numériques*, sous la direction de Matta N. et Eynard B., Documents Numériques vol.8 n°1, Hermès Lavoisier.
- Benali, K., Bourguin, G., David, B., Derycke, A., Ferraris C., 2002, *Collaboration/Coopération*, actes des secondes assises nationales du GdR I³, Nancy ; Rédacteur J. Lemaître, Décembre 2002, Cépaduès-Éditions.
- Bernard A., 2000, Modèles et approches pour la conception et la production intégrées, *Productique, méthodes et outils*, CPI'99, numéro spécial de la revue JESA, volume 34 n°2-3.
- Beuscart, R., 1998, *Travail coopératif et réseaux*, Informatique et Santé, Springer-Verlag France, p 3-10.
- Blanco E., « L'émergence du produit dans la conception distribuée, vers de nouveaux modes de rationalisation dans la conception de systèmes mécanique » 1998, thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Boboc A., 2002, *Formes de socialisation dans la conception automobile – le cas Renault*- Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- Bond A.H., 1990, A computational Model for Organizations of cooperating intelligent agents, in Proc of the Conference on Office Information Systems, Cambridge.
- Booch G., Rumbaugh J. and Jacobson I., 1998, *The Unified Modeling Language User Guide*, The Addison Wesley Object Technologies Services, Addison Wesley.
- Boterf (le), G., 2001, *Construire les compétences individuelles et collectives*, seconde édition, éditions d'organisation, p25.
- Boudon R., Bourricaud F., 2002, *Dictionnaire critique de la sociologie*, 2nd éd. Quadrige PUF.
- Boudouh T., Noyes D., 2002, Modélisation et gestion des itérations dans le processus de conception, *Integrated Design and Manufacture in Mechanical Engineering conference 2002*, Clermont Ferrand, France, 14-16 Mai 2002.
- Boujut J.-F., 2001, *Des Outils aux interfaces : Pour le développement de processus de conception coopératifs*, Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches, Grenoble, Université Joseph Fourier, INPG/3S.

Bibliographie

- Boujut J.F., Laureillard P., Jeantet A. (1997), «Rethinking CAD Tools Through Their Use ? », *Intergrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, pp.41-51, Kluwer Academic Publisher
- Boujut Jean-François, Laureillard Pascal, 2002, " A Co-operation Framework For Product-Process Integration In Engineering Design", *Design Studies*, Vol. 23 N°6, pp.497-513
- Bourguin, G., 2000, Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la Théorie de l'Activité : le projet DARE, thèse de l'université des sciences et technologies de Lille.
- Bourne, C., 1997, Catégorisation et formalisation des connaissances industrielles, *Connaissances et savoir – faire en entreprise - Intégration et capitalisation*. sous la direction de M. Fouet, Edition HERMES, chap 9.
- Bouthier C., Canals, G., 2001, Le contexte comme base de conscience de groupe, CITE 2001, Troyes, France, Novembre 2001.
- Brassac C., 2000, La conception située et distribuée, un point de vue de psychologue des processus cognitifs collaboratifs, cours au sein de la 7^{ie} école d'été de l'ARCo, Bonas (F), 10-21 Juillet.
- Breuker J., Van de Welde W. (ed), 1994, *CommonKADS Library for Expertise Modelling, Reusable Problem Solving Components*, IOS Press, Amsterdam.
- Brisseaud, D. et Garro, O., 1998, Conception distribuée, émergence dans Conception de produits mécaniques, sous la direction de M. Tollenaere, Hermès, p. 105-115, 1998.
- Brna, P., 1998, *Models of Collaboration. Proceedings of the Workshop on Informatics in Education, XVIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação Rumoa Sociedade do Conhecimento in Belo Horizonte, Brazil.*
- Buckingham Shum S., Representing Hard-to-Formalise, Contextualised, Multidisciplinary, Organisational Knowledge, Buckingham Shum S., AAAI Spring Symposium Artificial Intelligence in Knowledge Management Stanford University, March 24-26, 1997.
- Cahour, B., Darses, F., & Poveda, O. 2001, Modéliser et favoriser l'intégration des points de vue des
- Cahour, B., Karsenty, L., 1996, Contextes Cognitifs et dysfonctionnement de la communication, *Interactions et cognitions*, 4.
- Camalot, J.P., 2000, Aide à la decision et à la cooperation en gestion du temps et des ressources, Thèse de doctorat, INSA de Toulouse.
- Campagne J-P., Sénéchal O., 2002, Les nouvelles exigences de coopération, Chapitre 1 de l'ouvrage collectif « Coopération et connaissance dans les systèmes industriels. Une approche interdisciplinaires », coordonné par Soënen R., Perrin J., Hermès-Lavoisier.
- Carroll, J. M. ,2003, *HCI models, theories and frameworks: Toward a multidisciplinary science*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Castelfranchi C., « Computational conflicts- Conflict modeling for distributed intelligent systems », Chapitre Conflict ontology, Springer Verlag, 2000, H.-J.Müller and R.Dieng editors.
- Castelfranchi C., 2000, « Computational conflicts- Conflict modeling for distributed intelligent systems», Chapitre Conflict ontology, Springer Verlag, 2000, H.-J.Müller and R.Dieng editors.
- Castelfranchi, C., Falcone, R., 2000,. Conflicts within and for collaboration. In Tessier, C., Chaudron, L. & Muller, H. J. *Conflicting agents: conflict management in multi agent systems* (33-61). Kluwer Academic Publishers.
- Cedip, 1998 , Fiche Technique « Créer la compétence collective », En Lignes n°5.
- Chandrasekaran, B., Josephson, J.R., 2000, Function in Device Representation, in *Engineering with Computers, Special Issue on Computer Aided Engineering*, 16:162-177.

- Charlet J., Bachimont B., Bouaud J., Zweigenbaum P., 1996, Ontologie et réutilisabilité : expérience et discussion. In : N. Aussenac-Gilles, P. Laublet, C. Reynaud (éd.) Acquisition et ingénierie des connaissances : tendances actuelles. Toulouse : Cepaduès Editions.
- Charlet J., Bachimont B., Troncy R., 2003, Ontologies pour le Web Sémantique, Chapitre 4, Rapport Final de l'AS n° 32 du département STIC du CNRS.
- Clark, H.H., 1996. Using Language. Cambridge University Press, NewYork.
- Clermont P., Geneste L., Rakoto H., 2002, Le retour d'expérience, un processus soci-technique, GCC-GI 2002, 1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel, "Vers l'articulation entre Compétences et Connaissances", Nantes, 12-13 Décembre.
- Coad P., 1992, Object-Oriented Patterns, Communications of the ACM, Vol 35, N°9, September.
- Crow, K., Collaboration, disponible à l'URL www.npd-solutions.com/collaboration.html
- Dameron S., Les deux conceptions du développement de relations coopératives dans l'organisation, in Dolaster I. et Laroche H., Perspectives en Management Stratégique, Tome VIII, EMS Éditions, 2002.
- Darses F., 1997, « L'ingénierie concourante: un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception », Bossard P., Chanchevriev C. and Leclair P. (Eds), Ingénierie concourante : de la technique au social, Economica.
- Darses F., Détienne F., Falzon P., Visser W., 2001 a, A Method for Analysing Collective Design Processes, Rapport de recherche RR- 4258 de l'INRIA-Rocquencourt, Equipe EIFFEL, disponible à l'URL <http://www.inria.fr/rrrt/rr-4258.html>
- Darses F., Détienne F., Visser W., 2001b, Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique, ÉPIQUE 2001, Actes des Journées d'étude en Psychologie ergonomique, Nantes, IRCCyN, France, 29-30 Octobre, dispo à l'URL : <http://www.sop.inria.fr/acacia/gtpe/GTPE-Actes-epique-2001-tdm.html>
- Darses, F., Falzon, P., 1996, La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive, in G. de Terssac, E. Friedberg (Eds.), Coopération et Conception, Toulouse, Octarès.
- David B., Chalon R., Vaisman G., Delotte O., "Capillary CSCW", Human-Computer Interaction Theory and Practice (Stephanidis C., Jacko J., ed.) Vol. 2, 2003, LEA, London, p. 879-883.
- David, B., Vaisman, G., Saikali, K., 2001, Evolution du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur: Vers la TCAO « capillaire », CITE'2001, Coopération, Innovation et Technologie, 29 et 30 Novembre, Université Technologique de Troyes.
- De Haas M., Kleingeld Ad, 1999, Multilevel design of performance measurement systems: enhancing strategic dialogue throughout the organization Management Accounting Research, 10, 233-261.
- De Terssac G., Maggi B., 1996, "Autonomie et conception" dans De Terssac G., Friedberg E., (s/d), Coopération et conception, Octarès, p. 243-266
- Dehais F., Pasquier P., 2000, Approche générique du conflit, Actes de la conférence d'ergonomie, d'informatique avancée pour les interfaces homme-machine (ERGO-IHM'00), édité par ESTIA & CRT ILS, pages 56-63, Biarritz, France.
- Deneux D., Lerch G., Euzenat J., Barthes J-P., 2002, Pluralité des connaissances dans les systèmes productifs. Coopération et connaissance dans les systèmes industriels, sous la direction de Soënen R., Perrin J., Hermès-Lavoisier. Hermès, Paris, pp. 115-127.
- Deneux D., Wang X-H., 2000, A Knowledge Model for Functional Re-Design. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 10, pp. 29-39.
- Denny M., 2002, Ontology Building: A Survey of Editing Tools, disponible sur http://xml.com/2002/11/06/Ontology_Editor_Survey.html

Bibliographie

- Dieng R., Corby O., Gandon F., Giboin A., Golebiowska J., Matta N., Ribière M., 2001, *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances : Une approche pluridisciplinaire du Knowledge Management*, Dunod.
- Dieng R., Hug S., MULTIKAT, 1998, a Tool for Comparing Knowledge from Multiple Experts. In M. L. Mugnier, M. Chein eds, *Conceptual Structures: Theory, Tools and Applications*, Proc. of the 6th Int. Conference on Conceptual Structures (ICCS'98), Montpellier, August 10-12, Springer-Verlag.
- Dillenbourg, P., Baker, M.J., Blaye, A. & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. Dans P. Reimann & H. Spada (Eds.) *Learning in Humans and Machines : Towards an Interdisciplinary Learning Science*, Oxford : Pergamon, pp. 189-211.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. et Beale, R., 1993, *Human-Computer Interaction*, 570 pages, Prentice-Hall.
- Dourish, G. and Button, G., 1998, On "Technomethodology": Foundational Relationships between Ethnomethodology and System Design, *Human Computer Interaction*, 13(4), 395-432.
- Dourish, P., Bellotti, V., 1992, Awareness and Coordination in shared Workspaces, in Proc. of the ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW-92), Toronto, Canada, ACM Press.
- Durkheim E., 1930, *De la division du travail social*, PUF/ Quadrige, 1996.
- Easterbrook S.M., Beck, E.E., Goodlet J.S., Plowman L Sharples M., 1993, Wood C.C, *A Survey of Empirical Studies of Conflict, CSCW: Cooperation or Conflict?* New York: Springer-Verlag.
- Effendi I., Henson B., Agouridas V., De Pennington, A., 2002, "Methods and tools for requirements engineering of made-to-order mechanical products," ASME 2002 Design Engineering Technical Conferences and Computer and Information in Engineering Conference, Montreal, Canada, 29 September - 2 October 2002.
- Ellis C., et Wainer J., 1994, Goal-based models of collaboration. *Collaborative Computing*, vol. 1 (1), March 1994.
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J., Rein G., 1991, Groupware, some issues and experiences, *Communications of the ACM*, 34(1):39-58.
- Ericksson, D., 1997, A Principal Exposition of Jean-Louis Le Moigne's Systemic Theory, *Revue "Cybernetics and Human Knowing"*. Vol. 4 no. 2-3.
- Ermine J.L., 2000, *Enjeux, démarches et processus de la gestion des connaissances. Actes des journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC'2000) - Conférence tutorielle*, Toulouse.
- Ermine, J-L, 2000. *Les systèmes de connaissances*. Hermès, Paris, 2ième édition.
- Eynard B., *Modélisation du produit et des activités de conception – Contribution à la conduite et à la traçabilité du processus d'ingénierie*, Thèse de l'Université Bordeaux 1, France, 1999.
- Faerber R., s.d., La notion de collecticiel, disponible à l'URL <http://faerber.u-strasbg.fr/collecticiels/collecticiels.html>
- Fernandes H., 2001, La classe, le gnou et le pingouin, article en ligne sur le site de l'ofset (Organisation for Free Software in Education and Teaching), <http://www.ofset.org/articles/5>
- Fernandez, M. Gomez-Perez A., Juristo N., 1997, METHONTOLOGY: From Ontological Arts Towards Ontological Engineering. Proceedings of the AAAI97 Spring Symposium Series on Ontological Engineering, Stanford, USA, Mars.
- Fernandez-Breis, J. T., and Martinez-Bejar, R., 2002, *International Journal of Human-Computer Studies*, 56, pp. 65-720.
- Février Quesada T., Darses F., Lewkowicz M., Une démarche centrée utilisateur pour la conception d'un portail coopératif d'aide à l'innovation, *RSTI-ISI*, Vol 8 – n°2, 2003.

- Fox M.S., Gruninger M., 1998, Enterprise Modeling. The AI Magazine, p 109-121, Vol 19-3.
- Franck A., Mitschang, B., 2002, A Customizable shared information space to support concurrent design, Computers in Industry n°48, pp 45-57.
- Frey, R., 2000, La gestion de documents à travers une application Workflow, mémoire de diplôme postgrade en informatique et organisation, Université de Lausanne.
- Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J., 1995, Design Patterns, Elements of reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley Publishing Company.
- Gamper J., Nedjl W., Wolpers M., 1999, Combining ontologies and Terminologies in Information Systems, 5th International Congress on Terminology and Knowledge Engineering TKE'99, Innsbruck, Austria, 23-27 August.
- Gandon F., 2002a, Ontology Engineering: a Survey and a Return on Experience , rapport de recherche de l'INRIA RR-4396, équipe ACACIA, Sophia Antipolis.
- Gandon F., 2002b, Distributed Artificial Intelligence and Knowledge Management: ontologies and multi-agent systems for a corporate semantic web, Thèse de doctorat en Informatique de l'université de Sophia Antipolis.
- Gandon F., Dieng R., Corby O., 2000, Giboin A., A Multi-Agent System to Support Exploiting an XML-based Corporate Memory, Proc. of the Third International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management , 30-31 October, Basel, Switzerland.
- Garel G., Giard V., Midler C., 2001, Management de projet et gestion des ressources humaines, IAE de Paris, Cahiers de recherche GREGOR, 2001.
- Gargouri Y., Lefebvre B., Meunier J.G., 2004, ONTOLOGICO: vers un outil d'assistance au développement itératif des ontologies, Workshop "Terminology, Ontology and Knowledge Representation", 22-23 Janvier, Lyon.
- Garon, M., 1999, Une expérience de conception coopérative et simultanée via l'outil informatique: Le jeu des Cmaoistes, mémoire d'ingénieur CNAM, Nancy.
- Garro O., Salau I., Martin P.? 1995, Distributed design theory methodology, *Concurrent Engineering - Research and Applications*, Vol. 3, n° 1.
- Gero, J.S., 1990, *Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design*, AI Magazine, Vol. 11, No. 4, pp. 26-36.
- Giard, V., Gestion de projets; Paris; Economica; 1991.
- Gidel T., Gautier R., Christofol H., 2000, La maîtrise du risque dans les projets innovants par la conduite effective du processus décisionnel, Actes du 12^{ème} colloque National de Sûreté de fonctionnement, p 481-489, Montpellier, Mars.
- Girard Ph., Merlo C., Doumeingts G., 2002, "Approche de la performance en conduite de l'ingénierie de la conception", IDMME 2002, Clermont Ferrand, 14-16 May.
- Girard Ph., Robin V., Barandiaran D, 2003, Analysis of collaboration for design coordination. 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, CE'03, 26-30 July 2003, Madeira, Portugal.
- Girard Ph., Doumeingts G., 2004, Modelling the engineering design system to improve performance, Computers and Industrial Engineering Vol. 46, issue 1, March, p. 43 – 67.
- Godart C., Molli P, Oster G., Perrin O., Skaf-Molli H., Ray P. Rabhi F., The toxicfarm integrated cooperation framework for virtual teams. Distributed and Parallel Databases, 14, Jan 2004. <http://www.loria.fr/~molli/rech/dpd03>.
- Golebiowska J., 2002, Exploitation des ontologies pour la mémoire d'un projet-véhicule, Méthode et outil Samovar (Système d'Analyse et de Modélisation des Validations des Automobiles Renault), thèse de doctorat en informatique, Université de Nice Sophia Antipolis, 4 février 2002.

Bibliographie

- Gomez-Perez A., 1999, Ontological Engineering, Tutorial of IJCAI'99, Stockholm, Suède, aout.
- GRACC (Groupe de Recherche sur l'Activité de Conception Collaborative), 2001, Une expérience de conception collaborative à distance, 7ème Colloque national sur la conception mécanique intégrée, AIP Priméca, La plagne, <http://www.3s.hmg.inpg.fr/ci/GRACC/>
- Granovetter M., 1985, Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness, American Journal of Sociology, No 91, p 481-510.
- Gray B., 1989, Collaborating: Finding Common Ground for Multiparty Problems (San Francisco: Jossey-Bass) p. 11.
- Green T.R.G., Hoc J.M., 1991, What is Cognitive Ergonomics? Le Travail Humain, 54 (4), pp 291-304.
- Grégori N., Brassac C., La conception collaborative d'artefacts : activités cognitives en situation dialogique ÉPIQUE 2001, Actes des Journées d'étude en Psychologie ergonomique, Nantes, IRCCyN, France, 29-30 Octobre, dispo à l'URL : <http://www-sop.inria.fr/acacia/gtpe/GTPE-Actes-epique-2001-tdm.html>
- Grigori, D., Skaf-Molli, H., Charoy, 2000, Adding Flexibility in a Cooperative Workflow Execution Engine. In HPCN Europe 2000.
- Gruber T. R., 1993, A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, n° 5, pp 199-220.
- Grudin, J., 1994, CSCW: History and Focus. Journal, IEEE Computer, 1994, volume 27, numéro 5, IEEE.
- Grundstein M., 2000,. From capitalizing on Company Knowledge to Knowledge Management, chapter 12, pp. 261-287, in Knowledge Management, Classic and Contemporary Works by Daryl Morey, Mark Maybury, Bhavani Thuraisingham, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Grundstein M., Rosenthal-Sabroux C, Pachuski, A., 2003, Reinforcing decision aid by capitalizing on company's knowledge: Future prospects, European Journal of Operational Research 145 pp 256-272.
- Grundstein, M., Rosenthal-Sabroux, C., 2000, Capitalisation des connaissances de l'entreprise et aide à la décision, Revue 2000 UE Ensam, Dunod, Paris.
- Gruninger M., 2002, Using Ontologies to evaluate knowledge-based Systems, PerMIS, USA.
- Gruninger M., Fox M., 1995, Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies, Proc of IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing.
- Grunstein, M. and Barthès J.-P., 1996, An Industrial View of the Process of Capitalizing Knowledge. In J. F. Schreinemakers ed, Knowledge Management: Organization, Competence and Methodology, Proc. of ISMICK'96, Rotterdam, the Netherlands, Wurzburg:Ergon Verlag, Advances in Knowledge Management, vol. 1, October 21-22, p. 258-264.
- Guarino N., Giaretta P., 1995, Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In N. J. I. Mars (ed.), Towards Very Large Knowledge Bases, IOS Press.
- Guarino N., Welty C., 2000, Towards a methodology for ontology-based model engineering. In Proceedings of ECOOP-2000 Workshop on Model Engineering. Cannes, France. Disponible sur <http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/ontology/Papers/OntologyPapers.html>
- Günther J. and Ehrlenspiel K., 1999, Comparing designers from practise and designers with systematic design education, Design Studies, Vol. 20 No 5 p. 439-452.
- Gutierrez B., Esquirol P., Erschler J., 2003, Coopération pour la planification et l'affectation des activités dans les processus socio-techniques, Rapport LAAS N°03371.
- Gzara L., 2000, « les patterns pour l'ingénierie des systèmes d'information produit », Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, France.

- Gzara L., Rieu D., Tollenaere M., 2000, Patterns Engineering For Reuse at Product Information Systems Development, Revue Requirements Engineering, Vol 5 - N°3, Ed. Springer-Verlag.
- Hachette, 2004, Le Petit Robert de la langue française, Hachette ed.
- Håkansson H. , Johanson J., 1992, A Model of Industrial Networks, Routledge, (ed. by B. Axelsson and G. Easton).
- Håkansson H., Snehota I., 1995, Developing Relationships in Business Networks, London: International Thomson Business Press.
- Håkansson, H. and Johanson, J., 1992, A Model of Industrial Networks, Routledge, (ed. by B. Axelsson and G. Easton).
- Haque B., Pawar K.S., Barson R.J., 2003, The application of business process modelling to organisational analysis of concurrent engineering environments, Technovation, February, vol. 23, iss. 2, pp. 147-162(16), Elsevier Science
- Harrington J.V., Soltan H., Forskitt M., 1995, Negotiation in a Knowledge-Based Concurrent Engineering Design, Environment, Expert Systems Vol. 12 No. 2 ,May, p139-147.
- Hars A., 2003, From publishing to knowledge networks: Redesigning online knowledge infrastructures. Heidelberg (Springer).
- Hars, A. USC Cybrarium: An infrastructure for the creation and management of information systems knowledge. In: Baets, W.R.J. (ed.): Proceedings 6th European conference on information systems, Aix-en-provence, 1998, pp. 75-85.
- Harvey P.L., 1995, De l'autoroute Alma-La Baie à l'autoroute "Alpha-branchée": Les labyrinthes de l'action structurante, colloque Autoroute de l'information et territorialités: convergences technologiques et divergences sociologiques, Québec, Canada, Mai.
- Hasan R., 2002, « Contribution à l'amélioration des performances des systèmes complexes par la prise en compte des aspects socio-techniques dès la conception : proposition d'un modèle original de SITUATION DE TRAVAIL pour une nouvelle approche de conception », Thèse de l'UHP Nancy, Mars.
- Hatchuel A., 1994, « Apprentissages collectifs et activité de conception », Revue Française de Gestion
- Hatchuel A., 1996, « *Coopération et conception collective, variété et crise des rapports de prescription* », dans *Coopération et Conception*, sous la direction de G. De Terssac et E. Fridberg, édition Octares.
- Hill A., Song S., Dong A., Agogino A., 2001, "Identifying shared understanding in design using document analysis," ASME 2001 Design Engineering Technical Conferences and Computer and Information in Engineering Conference, Pittsburgh, USA, 9-12 September 2001.
- IEEE , 1998, Standard for Functional Modeling Language - Syntax and Semantics for IDEF0. New York; IEEE.
- Imine A., Molli P., Oster G., Rusinowitch M., 2004, Achieving convergence with operational transformation in distributed groupware systems. Rapport de Recherche, INRIA.
- IPPOP Consortium, 2002, Positionnement SGDT/IPPOP, Document de travail Lot 4, Juin.
- IPPOP Consortium, 2003, R2.3, Modèle de gestion des environnements, Novembre.
- IPPOP Consortium, 2004, Délivrable R5.2, Rédaction des plans d'expérience.
- ISO 8879:1986, Traitement de l'information - Systèmes de texte et de bureau - Langage de balisage généralisé standard (SGML) ; <http://www.iso.ch/cate/d16387.html>
- ISO, 2001a, ISO 9000 Introduction and Support Package: Guidance on the Process Approach to quality management systems, Document de l'ISO/TC 176/SC 2/N 544R, 27 Mai 2001.

Bibliographie

- ISO, 2001b, Module d'introduction et de soutien, guide sur les exigences de documentation de l'ISO 9001:2000, Document ISO/TC 176/SC 2/N 525R, Mars 2001.
- Jardim-Goncalvez R., Olava R., Sarraipa J., Steiger-Garcão S., 2004, Ontology-based framework for enhanced interoperability in networked industrial environments, 11th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Salvador, Brasil April 5-7th, 2004.
- Jeantet A., Boujut J.F., 1998, «Approche sociotechnique des processus de conception», in Conception de produits mécaniques : méthodes, modèles et outils., Hermès.
- Kanawati, R. 1997, Construction de collecticiels : étude d'architectures logicielles et de fonctions de contrôle. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Novembre 1997.
- Karsenty, A., 1994. Le collecticiel : de l'interaction homme-machine à la communication homme-machine-homme. Journal, Technique et Science Informatiques (TSI), , volume 13, numéro 1, Hermès.
- Klein M., 1993, Supporting conflict resolution in cooperative design systems, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 21 (6), 1379-1390.
- Klein M., 2000, "Toward a systematic repository of knowledge about managing collaborative design conflicts", in Proceedings of 6th Artificial Intelligence in Design (AID'00), Kluwer Academic Publishers, pp. 129-146.
- Klein M., Dellarocas C., Bernstein A., 2000, Introduction to the Special Issue on Adaptive Workflow Systems, CSCW Journal, Vol 9 issue 3, pp 265-267.
- Kuchar J.K. and Yang, L. C, 2000, A Review of Conflict Detection and Resolution Modeling Methods, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 1, No. 4, pp. 179-189 (2000).
- Kuuti K., Work process: scenarios as a preliminary vocabulary, dans Carroll J. (dir.), Scenario based design, p19-36, John Wiley, New York, 1995.
- Kvan, T., 2000, Collaborative design: what is it? Automation in Construction 9(4) pp 409-415. New-York, Elsevier.
- Labrousse M., 2004, proposition d'un modèle conceptuel unifié pour la gestion dynamique des connaissances d'entreprise, Thèse de Doctorat de l'école Centrale de Nantes.
- Lambrix P., Edberg A., 2003a, Evaluation of ontology merging tools in bioinformatics, Pacific Symposium on Biocomputing PSB-03, Kauai, Hawaï, également disponible sur <http://www.smi.stanford.edu/projects/helix/psb03/lambrix.pdf>
- Lambrix P., Habbouche M., Perez M., 2003b, Evaluation of ontology development tools for bioinformatics, Bioinformatics Vol. 19 no. 12.
- Lander S., 1997, Issues in Multi-agent Design systems, in IEEE Expert, 1997 18-26.
- Lang S.Y. T., Dickinson J., Buchal R.O., 2002, Cognitive factors in distributed design, Computers in Industry, Volume 48, Issue 1, May, Pages 89-98.
- Larousse, 2004, Le petit Larousse, Larousse ed.
- Laureillard P., 2000 Conception intégrée dans l'usage : mise en oeuvre d'un dispositif d'intégration produit-process dans une filière de conception de pièces forgées, Thèse INPG.
- Laurillau Y., 2002, Conception et réalisation logicielles pour les collecticiels centrées sur l'activité de groupe : le modèle et la plate-forme Clover, Thèse de doctorat Informatique, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, Septembre 2002.
- Le Moigne J.L., 1990, La modélisation des systèmes complexes. Dunod, Paris.
- Le Moigne, 1977, La théorie du système général. Théorie de la modélisation. PUF, Paris.

- Leclère M., Tixier B., Trichet F., 2000, Capitaliser et partager des connaissances: une approche fondée sur l'exploitation d'un Système à Base de Connaissances de type Tâche/Méthode, rapport de recherche n°0011 de l'IRIN, octobre 2000.
- Lefébure R., Venturi G., 1998, Le Data Mining, Editions Eyrolles.
- Legardeur J., Merlo C., Franchistéguy I., Bareigts C., 2003, Coordination et coopération dans les processus de conception, Colloque AIP Priméca La Plagne 2003, 1 et 2 Avril.
- Legardeur J., Merlo, C., Franchisteguy, I., Bareigts C., Coordination et coopération dans les processus de conception, Colloque AIP Priméca La plagne, 2003.
- Levan, S. K., 1999, Le Projet Workflow : Concepts et outils au service des organisations, Eyrolles.
- Li Y., Shao X., Li P., Liu Q., 2004, Design and implementation of a process-oriented intelligent collaborative product design system, Computers in Industry, February 2004, vol. 53, issue 2, pp. 205-229(25), Elsevier Science.
- Liu X. F., Yen J., 1996, An analytic framework for Specifying and analyzing imprecise requirements, in Proc of the 18th IEEE International Conference on Software Engineering, March IEEE Computer Society Press, Berlin, Germany.
- Lombard, M., 1994, Contribution au génie productique : prototypage d'une architecture d'ingénierie concourante des systèmes intégrés de fabrication manufacturière. Thèse de doctorat de l'université de Nancy I, France.
- Lombard M., 1996, Robotics and Manufacturing, recent trends in research and applications, Jamshidi M., Pin F., Dauchez P. (eds) Vol. 6, ASME Press Series, NY.
- Lombard M., **Rose B.**, Gzara L. Claudon P.A., 2004, *Vers un référentiel informationnel support à la gestion de conflits en conception collaborative de produits: Etude de cas industriel*, article dans *Coopération et organisation Numériques*, coordonné par Eynard B. et Matta, N., Documents Numériques Vol 8, n°1.
- Longueville, B., Stal Le Cardinal, J., Bocquet, J.-C., 2002, Decision based knowledge management for design project of innovative products, International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14-17.
- Lynch, K., Snyder, J. & Vogel D., 1990, "The Arizona Analyst Information System: Supporting Collaborative Research on International Technological Trends" Multi-User Interfaces and Applications: Proceedings of the IFIP WG 8.4 Conference on Multi-User Interfaces and Applications, Heraklion, Crete, Greece, 24-26 September, 1990, edited by Simon Gibbs and Alex A. Verrijn-Stuart, Amsterdam: North- Holland, 1990, pp. 159-174.
- Maggi, B., 1996, la régulation de processus d'action de travail, dans *Traité d'Ergonomie*, Casamian, P., Hubault, F., Noulin, M. (s/d) , Eds. Octares..
- Malglaive G., 1990, Enseigner à des adultes, Paris, PUF.
- Malone, T. W., K. Crowston, et al., 1998, "Tools for inventing organizations: Toward a handbook of organizational processes." *Management Science* 45(3): 425-443.
- March J., Simon H., 1958, Organizations, NY: Wiley, New York.
- Marle, F., Modèles d'informations et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projet, Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale Paris, 25 novembre 2002.
- Matta N., Cointe C. , 1997, Concurrent Engineering and Conflict Management Guides, in proc of International Conference of Engineering Design, Tampere, August 19-21.
- Matta N., Corby O., Modèles génériques de gestion de conflits dans la conception concourante. Rapport de recherche INRIA n°RR3071, Décembre 1996.
- Matta N., Ribière M. Corby O., 1999a, Définition d'un modèle de mémoire de projet. Rapport de Recherche INRIA RR-3720, juin.

Bibliographie

- Matta N., Ribière M. Corby O., 1999b, Méthodes de capitalisation de mémoire de projet. Rapport de Recherche INRIA RR-3819, juin.
- Mattessich, P.W. Monsey, B.R. , 1992., Collaboration: What Makes It Work, Amherst H. Wilder Foundation, St. Paul, MN.
- Mendes L.A.G., Araujo C.S., Toledo L.B., Resende, H. B., 2003, Engineering Design Process Modelling In Action -Embraer's Approach – Insights And Lessons Learned, International Conference On Engineering Design, ICED 03 Stockholm, August 19-21.
- Mer S., 1998, « Les mondes et les outils de la conception, pour une approche socio-technique de la conception de produit », thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble
- Merlo C., Girard P., 2000, Knowledge Modelling in Engineering Design Control, IDMME 2000, Montreal, Canada.
- Micaelli J.P., 1998, une synthèse, Colloque L'Ingénierie Simultanée, Belfort, France.
- Michard A., 2000, XML : langage et applications, 2^{nde} édition, Eyrolles.
- Midler C., 1998, L'Auto qui n'existait pas, management des projets et transformation de l'entreprise. Préface R.H. Lévy. Paris, Interéditions, 1^{ère} édition 1993.
- Mintzberg H., 1982, "Structure et dynamique des organisations", Les Éditions d'Organisation, Paris
- Mizoguchi, R., 2002, Ontology-based systematization of functional knowledge, in Proc. Of TMCE 2002 Conference, 22-26 April, Wuhan, China.
- Molleman, E., Broekhuis M., 2001, Sociotechnical systems: towards an organizational learning approach, Journal of Engineering and Technology Management, Vol 18, pp 271–294.
- Molli, P., Skaf-Molli, H., Oster, G., 2002, Divergence awareness for virtual team through the web, 6th Biennial World Conference on Integrated Design and Process Technology, California, USA.
- Moisdon J.C., B. Weil « Dynamique des savoirs dans les activité de conception : faut-il compléter la gestion de projet ? » 1996, 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel, 2-4 avril, Grenoble.
- Monplaisir, L., 1999, An integrated CSCW architecture for integrated product/process design and development, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing (15), 145-153.
- Monsarrat E., Briand C., Esquirol P., Une aide à la coopération interentreprises pour la production à la commande, article dans Coopération et organisation Numériques, coordonné par Eynard B. et Matta, N., Documents Numériques Vol 8, n°1, 2004.
- Morch A., 1997, Method and Tools for Tailoring of Object-oriented Applications: An Evolving Artifacts Approach, part 1, Dr. Scient. Thesis Research Report 241, University of OSLO, Department of Informatics.
- Müller J., Dieng R., 2000, « On conflicts in general and their use in AI in Particular », Chapitre 1 du livre "Computational conflicts: conflict modeling for distributed intelligent systems", Springer Verlag, , H.-J.Müller and R.Dieng editors.
- Myers, J., 1991, "Cooperative learning in heterogeneous classes", Cooperative Learning vol 11 issue 4 (July).
- Napoli A., Lieber J., d'Aquin M., Brachais, S., 2003, Protégé and the Kasimir Decision Support System, Sixth International Protégé Workshop, 7-9 Juillet, Manchester, England.
- Neches R., Fikes R., Finin T., Gruber, T., Patil R., Senator T., Swartout, W.R. Enabling Technology for Knowledge Sharing. The AI Magazine. Winter issue. p36-56.
- Noël F., Roucoules L., Teissandier D., Specification of product modelling concepts dedicated to information sharing in a collaborative design context, , 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME 2004, April 5-7 2004, Bath, Royaume Uni.

- Nonaka I, Takeuchi H., 1997, La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise apprenante. De Boeck Université, (traduction).
- Nonaka I., Takeuchi H., 1995, The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, Oxford.
- Nowak P., Eynard B., Roucoules L., 2003, A design alternatives assessment and management approach, ASME 2003 Design Engineering Technical Conferences – DETC'03, Chicago, USA, 2-6 septembre.
- Nowak P., **Rose B.**, Saint-marc L., Callot M., Eynard B., Gzara-Yesilbas L., Lombard M., Towards a design process model enabling the integration of product, process and organisation, 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME 2004, April 5-7 2004, Bath, Royaume Uni.
- Noy N.F., Musen M., 2000, PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment, Proceedings of Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence, pp 450-455, Austin, TX, USA, également disponible sur http://smi-web.stanford.edu/pubs/SMI_Abstracts/SMI-2000-0831.html
- Noy N., Musen M., 2001, Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching. IJCAI2001 Workshop on Ontologies and Information Sharing, également disponible sur http://www-smi.stanford.edu/pubs/SMI_Reports/SMI-2001-0889.pdf
- Noy, N. F., McGuinness, D. L., 2001, "Ontology development 101: A guide to creating your first ontology," Stanford Medical Informatics, Stanford University, USA, Report No. SMI-2001-0880, disponible sur : http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html
- Noy N., 2003, Managing Multiple Ontologies in Protégé (and the PROMPT tools), Sixth International Protégé Workshop, 7-9 Juillet, Manchester, England, également disponible sur http://protege.stanford.edu/conference/2003/Natasha_Noy_prompt.pdf
- O'Leary D. E., 1998, Using AI in Knowledge Management : Knowledge Bases and Ontologies. IEEE Intelligent Systems, 13 (3): 34-39, mai-Juin 1998.
- O'Leary D.E., 1998, " Entreprise Knowledge Management", IEEE computer, p54-61, Mars.
- O'Leary, D., 2000, Knowledge management for best practices, Communications of the ACM, Volume 43 , Issue 11, November 2000.
- Ouazzani-Touhami M. A., Représentation dynamique du processus de conception : une perspective de capitalisation des historiques de conception - La méthode Sagep, Thèse soutenue à l'Ecole Centrale de Paris, Décembre 1999.
- Pachuslki, A., Grundstein M., Rosenthal-Sabroux C., 2000, GAMETH: A Methodology Aimed To Locate The Company's Crucial Knowledge, ECKM00, 26–27 octobre.
- Pahl G., Beitz W., 1996, "Engineering Design: A systematic Approach", Springer-Verlag.
- Panitz T., A Definition of Collaborative versus Cooperative Learning, <http://www.city.londonmet.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>
- Pinelle, D., Gutwin, C., 2002, Groupware walkthrough : adding context to groupware usability evaluation, SIGCHI: ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction, ACM Press, New York.
- Polanyi M., 1966, The Tacit Dimension, Routledge & Kegan Paul Ltd, London.
- Pomian J., 1996, Mémoire d'entreprise, techniques et outils de la gestion du savoir, Edition Sapienta.
- Poveda O., "Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentation", Thèse INPG, décembre 2001.

Bibliographie

- Prasad B., 1996, *Concurrent Engineering Fundamentals, Volume I: Integrated Product and Process Organization*, Upper Saddle River, New Jersey: PTR Prentice Hall.
- Pruitt D.G., 1981, *Negotiation Behavior*, New York: Academic Press.
- Puleo, M., 2003, It's not just Summer reading anymore: building bridges through the year between school and public librarians, NMRLS Introduction to Dynamics Youth Library Services Workshop, 4 /09.
- Putnam L.L. et Wilson C., 1982, "Communicative Strategies in Organizational Conflict: Reliability and Validity of a Measurement Scale," in M. Burgoon (ed.), *Communication Yearbook 6*, Sage : Newbury Park, USA.
- Reynaud R., Safar B., Gagliardi H., 2003, *Une expérience de représentation d'une ontologie dans le médiateur PICSEL*, Editions Eyrolles.
- Rieu D., Giraudin J.P., Saint-Marcel C., 1999, Réutilisation et patrons d'ingénierie, Chapitre dans l'ouvrage collectif « Génie Objet – analyse et conception de l'évolution d'objets ». C. Oussalah, Ed Hermes.
- Ris G., La Conception collaborative entre acteurs, indicateurs de performance, 2ème université d'automne PRIMECA, Modélisation des processus de conception, Nancy, 20-22 octobre 1999.
- Robin,V. Girard Ph., Barandiaran D., 2004a, Gestion d'environnements de conception pour l'aide à la conduite de la conception collaborative, Colloque IPI 2004, Autrans 22 et 23 Janvier.
- Robin V., Girard Ph., Barandiaran D., 2004b, A model of design environments to support collaborative design management. 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME04, Bath, Royaume-Uni.
- Robin V., **Rose B.**, Girard Ph., Lombard M., 2004c, Management of engineering design process in collaborative situation. 14th International CIRP design seminar, May 16-18, Cairo, Egypt.
- Robinson W.N., Fickas S., 1994, Supporting multi-perspective requirements engineering. Proc. of the 1st International Conference on Requirements Engineering, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, pp 206-215.
- Roche, C., 2000, Corporate ontologies and concurrent engineering, *Journal of Materials Processing Technology* n°107, p 187-193.
- Roschelle, J. et Teasley, S., 1995, The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In O'Malley, C.E., (ed.), *Computer Supported Collaborative Learning*. pages 69--97. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Rose B.**, Gzara I., Lombard M., Lossent L., Ris G., 2002, Vers un référentiel commun pour les connaissances collaboratives dans l'activité de conception de produits. GCC-GI 2002, 1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel, "Vers l'articulation entre Compétences et Connaissances", Nantes, 12-13 Décembre.
- Rose B.**, Gzara L., Lombard M., 2003a, Vers une formalisation des entités de collaboration dans la gestion des conflits en conception collaborative, 8ième colloque national AIP-PRIMECA, La Plagne, 31 Mars - 2 Avril.
- Rose B.**, Gzara L., Lombard M., 2003b, Conflict handling method for mechanical product design, CE2003, 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and applications, Madeira Island - Portugal, 26-30 July.
- Rose B.**, Gzara L., Lombard M., 2004a, « Towards a formalization of collaboration entities to manage conflicts appearing in cooperative product design », chapitre dans le livre "Methods and Tools for Cooperative and Integrated Design" édité par Tichkiewitch S. et Brissaud, D., publié par Kluwer Academic Publishers. pp. 475-486.

- Rose B.**, Lombard M., 2003c, Gestion du cycle de vie d'échanges formalisés en conception collaborative : capitalisation et évaluation, RCFAO Vol 18 n°4, sous la direction de B. Eynard et E. Caillaud., à paraître.
- Rose B.**, Lombard M., Gzara L., Lossent L., Claudon P.A., Leboeuf P., 2004b, Industrial Case of Product Design: Towards Specifications of a Collaborative Design Tool, e-challenge 2004, Vienna, 27-29 October.
- Roucoules L., 1999. Les méthodes et connaissances : contribution au développement d'un environnement de conception intégrée. Thèse INPG.
- Roy J., 2004, Approche structurationniste du partage des connaissances terminologiques en milieu industriel et implantation informatique, "Terminology, Ontology and Knowledge Representation", 22-23 Janvier, Lyon.
- Roy R., 2004b, A product ontology for automotive Seat specification, ASME 2004 Design Engineering Technical Conferences and Computer and Information in Engineering Conference, Salt lake City, Utah, USA.
- Salber, D., 1995, De l'interaction individuelle aux systèmes multi-utilisateurs. L'exemple de la Communication Homme-Homme-Médiatisée. Thèse de doctorat Informatique, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, Septembre 1995.
- Salau I., 1995, La conception distribuée : Théorie et Méthodologie, thèse de doctorat de l'Université de Nancy 1, Mars 1995.
- Sardas J.C., 1997, Ingénierie intégrée et mutation des métiers de la conception, Annales des Mines.
- Sardas J.C., Erschler J., De Terssac G., 2002, Coopération et organisation de l'action collective, Coopération et connaissance dans les systèmes industriels, sous la direction de Soënen R., Perrin J., Hermès-Lavoisier.
- Schreiber A.Th, Akkermans J.M. Anjerwierden, A., de Hoog R., Shadbolt N., Van de Weld W., Wisalinga B.J., 1999, Knowledge engineering and Management : the CommonKADS Methodology, MIT Press.
- Schulz-Hardt S., Jochims M., Frey D., 2002, Productive conflict in group Decision making : genuine and contrived dissent as strategies to counteract biased information Seeking, in Organizational Behavior and Human Decision Processes 88 pp 563-586
- Shea, G.P. , Guzzo, R.A., 1987, Group effectiveness: what really matters, Sloan Management Rev. 28-3 pp25-31.
- Shen W., Barthès J.P., 1996« An experimental multi-agent environment for engineering design », International Journal of Cooperative Information Systems, vol 2&3 (5), World Scientific Publishing Company, p 131-151.
- Sigman S., Liu X.F., 2003, A computational argumentation methodology for capturing and analyzing design rationale arising from multiple perspectives, Information and Software Technology (45), pp 113-122.
- Simon H.A., 1991, Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel, version traduite en français par J.L. Lemoigne, 1991, Dunod.
- Simone C., 1996, Collective Memory from Everyday Work. In Y. Waern.
- Simoni G., 2001, Capitaliser les connaissances générées dans les projets R&D, disponible à l'URL www.univ-aix.fr/lest/lesdocuments/lesnotesdetravail/2001/simoni/capitaliser.pdf
- Soënen et J. Perrin, Hermès Lavoisier.
- Sohlenius, G., 1992, Concurrent engineering, CIRP Annals Vol.41/2/1992. Key-note Paper CIRP General Assembly.

Bibliographie

- Sourdin T., 2000, The Future of Dispute Resolution in Business, New rules, The Arbitrator, Volume 19, Number 2, November.
- Sposito F., 2000, CSCW Groupware and social issues, applications, analytical perspectives and possible solutions in an ever-changing and critical study field, support du cours "Human-Computer-Interaction", téléchargeable à l'URL <http://citeseer.nj.nec.com>.
- Sreeram R. T., Chawdhry P. K., 1999, "A Unified Scheme for Conflict Negotiation in a Multi-Agent Decision Process", in Proceedings of Proceedings of the Concurrent Engineering Conference (CE'99), University of Bath, UK, pp. 129-141.
- Stahl-Le Cardinal J., 2000, Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision. Application au choix d'acteur, thèse de doctorat de l'Ecole Centrale Paris.
- Steinheider, B., 2000, Cooperation in interdisciplinary R&D teams, dans Proc. of the ISATA 2000.
- Stempfle J.; Badke-Schaub P., 2002, Thinking in design teams - an analysis of team communication Design Studies, September, vol. 23, issue. 5, pp.473-496 Elsevier Science.
- Suchman L., 1987, Plans and Situated Actions, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Suh N. P., 1990, « The principle of design », Oxford University Press, New York.
- Tacla C., Barthès J.P., 2004, Capitalisation continue des connaissances dans les projets de R&D, « Gestion dynamique des connaissances industrielles », Traité IC2 , coordonné par Eynard B., Lombard M., Matta, N. , Renaud, J., Hermès Sciences Publications, Septembre
- Tallis G., Gill Y., 1999, Designing scripts to guide users in modifying knowledge based systems, AAAI/IAAI 1999.
- Tang, J.C., 1991. Findings from observational studies of collaborative work. International Journal of Man-Machine Studies 34, 143-160.
- Taratoukhine V.V., Bechkoum K., Stacey M. K., 2001, Conflict Management in E-engineering. The Methodology and Applications In Proceedings of the International Workshop on New Models of Business: Managerial Aspects and Enabling Technology St Petersburg: St Petersburg State University, pp. 50-58.
- Taylor F. W., 1911, The Principles of Scientific Management, Harper & Row.
- Taylor, S. J. and Bogdan, R. C., 1984, Introduction to Qualitative Research Methods: The Search for Meanings, 2nd Edition. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Tehari A., 1999, *Analyse Morphologique de modèles pour décrire un produit par des caractéristiques en fonction du point de vue*, Thèse de l'Université Claude Bernard, Lyon.
- Terressac (de), G., Chabaud, C., 1990, Référentiel opératif commun et fiabilité, dans Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes, sous la direction de J. Leplat et G. de Terressac, Eds Octares, chapitre 4, p.111-139.
- Thomas K., Conflict and Conflict Management. Handbook of Industrial and Organizational Psychology, M. Dunnette, ea., Rand McNally College Pub., 1976, pp. 889-937.
- Thomas, K.W., 1992, "Conflict and negotiation processes in organizations." In M. Dunnette and L. Hough (eds.), Handbook of Industrial and Organizational Psychology: 651-718. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Tixier B., 2001, La problématique de la gestion des connaissances. Le cas d'une entreprise de développement informatique bancaire., Rapport de Recherche IRIN n° 01.9
- Tourtier, P.A., Analyse préliminaire des métiers et de leurs interactions. Rapport intermédiaire du projet GENIE, INRIA-Dassault Aviation, 1995.

- Troussier N., 1999, Contribution à l'intégration du calcul mécanique dans la conception de produits techniques : proposition méthodologique pour l'utilisation et la réutilisation. Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier
- Ulrich K., Eppinger S., Product Design and Development, 2nd ed., Irwin McGraw-Hill, Boston, 2000.
- Uschold M., Gruninger M., 1996, Ontologies : Principles, Methods and Applications Knowledge, Engineering Review, vol 11, n°2, Juin.
- Uschold M., Gruninger M., 1996, Ontologies : Principles, Methods and Applications Knowledge, Engineering Review, vol 11, n°2, Juin.
- Uschold M., King M., Moralee S., Zorgios Y., 1998, "The Enterprise Ontology", The Knowledge Engineering Review, Vol. 13, Special Issue on Putting Ontologies to Use (eds. Mike Uschold and Austin Tate). Disponible sur <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/>
- Vaillancourt, R., 2004, Le Temps de l'incertitude: du changement personnel au changement organisationnel, presses de l'Université du Québec.
- Van Heijst G., Schreiber A., Wielinga B., 1997, Using explicit ontologies in KBS Development, International Journal of Human-Computer Studies, 46.
- van Heijst G., van der Spek, R. and Kruijzinga, E., 1996, Organizing Corporate Memories, paper presented at the 10th KAW, workshop for knowledge acquisition, knowledge modeling and knowledge management, Banff, Canada.
- Visser, W., 2001, Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive, Rapport de recherche RR-4257 de l'INRIA-Rocquencourt, Equipe EIFFEL, disponible à l'URL <http://www.inria.fr/rrrt/rr-4257.html>
- Vygotsky, L.S., 1978, Mind and society: The development of higher mental processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wall J.A. and Callister, R.R. "Conflict and Its Management," Journal of Management, 21 (3), 1995, 515-558.
- Wallace K., Clegg C., Keane A., 2001, Visions for engineering design – a multi-disciplinary perspective. ICED 01, Glasgow, August.
- Wiener N., 1948, Cybernetics, Edition Hermann.
- Wood D. J., Gray B., 1991, Toward a Comprehensive Theory of Collaboration, dans Journal of Applied Behavioral Science, Vol. 27, No. 2 (June), pp. 143- 149.
- Zacklad, M., 2000, « La théorie des transactions intellectuelles : une approche gestionnaire et cognitive pour le traitement du COS », Intellectica, Vol 30, n°1, 2000, p.195-222.
- Zarifian, P., 1996, Travail et communication. Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle, PUF, Paris.
- Zhuang R., 1999, Conflict Detection in Web Based Concurrent Engineering Design, MSc Thesis, University of Florida.

Annexes

Annexe 1 : Objectifs et modèle Produit IPPOP.

(Obj_Prod_1, *Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit* et Obj_Prod_2, *Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers*).

Annexe 2 : Objectif et modèle Processus IPPOP.

(Obj_Process_3, *Formaliser la collaboration des acteurs et les processus métier sur la base d'une typologie d'activités*).

Annexe 3 : Objectifs et modèle Organisation IPPOP.

(Obj_Orga_5, *Mettre en place des environnements de conception*, Obj_Orga_6, *Favoriser une situation coopérative de conception*).

Annexe 4 : L'entreprise Alstom Moteurs Nancy.

Annexe 5 : Matrices de compétences utilisées lors de la constitution de listes d'abonnés.

Annexe 1 : Objectifs et modèle Produit IPPOP

1. Objectif Produit 1 : Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit

Obj_Prod_1	TITRE	Assurer une représentation multi-points de vues sur le produit
RESPONSABLE	L3S	
DESCRIPTION DE L'OBJECTIF	<p>Il existe plusieurs conséquences de la multiplicité de points de vue sur le produit en conception :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Multiplicité des informations produit : structures, fonctions, comportements. 2. Multiplicité des représentations logicielles : chaque expert utilise ses propres applications métiers qui se basent sur des modèles spécifiques. Il n'est pas possible d'identifier un modèle produit unique partagé par tous les acteurs. D'une représentation à une autre le modèle doit être traduit pour permettre les échanges. 3. Multiplicité des points de vues métiers: Fonctions servant à exprimer un point de vue métiers ou contextuel. En effet ces fonctions peuvent être exprimées différemment entre acteurs et suivant le contexte auquel ils s'intéressent. <ol style="list-style-type: none"> i. <i>Exemple : Les modélisations d'un moteur électrique seront distinctes pour un mécanicien et pour un électrotechnicien, (définition de l'entrefer dans le point de vue de l'électrotechnicien qui est absent de la vue du mécanicien). Le mécanicien s'attache à des fonctions d'assemblages, de résistance mécanique et de fabrication tandis que l'électrotechnicien s'attache à des fonctions électriques. (il n'y a que peu d'interaction entre les fonctions provenant de ces deux points de vues).</i> 4. Multiplicité des états matériel du système : le produit évolue tout au long de son cycle de vie. Il existe au travers d'états différents : en cours de fabrication – modes d'usages client – recyclage ou destruction. Ces états se subdivisent éventuellement en sous états. Le point de vue sur le produit dépend de l'état dans lequel on se place. 5. Multiplicité des niveaux de détail : le produit peut être envisagé dans son ensemble ou en focalisant sur des détails particuliers. Le nombre de niveaux de détail est inconnu de prime abord et dépend des études qui sont faites. Certaines parties du produit seront plus détaillées que d'autres. <p>Le modèle produit proposé par IPPOP doit intégrer ces cinq dimensions et permettre à l'utilisateur final de différencier des descriptions du produit selon ces cinq axes.</p>	
CONTEXTE	<p>Pour intégrer les cinq dimensions précédemment définies le modèle produit IPPOP doit:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Vue générale :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Permettre d'extraire les informations produit pour lancer une expertise particulière : abonnement + requête + notion de point de vue et de multireprésentation. • Assurer l'intégration des nouvelles données dans la modélisation produit. • Analyser les zones de recouvrement inter-expertises pour identifier les conflits éventuels. Là on démontre la gestion des collaborations entre les acteurs agissant sur le noyau. ➤ <u>Vue détaillée</u> <ul style="list-style-type: none"> • Permettre Une représentation hiérarchique (arborescente) des composants du produit. Chaque composant peut être considéré comme un produit à part entière 	

Annexe 1 : Objectifs et modèle Produit IPPOP

	<p>et donc être à son tour décomposé. Les composants caractérisent soit des éléments structurels, soit des éléments fonctionnels, soit des comportements du produit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permettre aux composants de l'arbre précédent d'être eux même décrits selon plusieurs points de vue : <ul style="list-style-type: none"> ○ Points de vue fonctionnels : ○ Etats du système ○ Référence à des représentations expertes <p>Les références à des représentations expertes sont fermées dans le sens où elles ne peuvent pas être détaillée dans le modèle produit IPPOP. Elle ne font donc pas partie de l'arbre de représentation du produit ou sont juste des feuilles de l'arbre. Le détail de ces représentations est une connaissance pointue (propre à l'expert qui sait manipuler cette représentation).</p> <p>Les points de vue fonctionnels et états du système sont détaillés si nécessaire et correspondent à des sous-modèle produit de l'arbre évoqué à l'item précédent. Une description spécifique, sous forme de structure fonction et comportement, peut être associée à chaque état ou à chaque point de vue fonctionnel.</p>										
<p>CE QUI N'EST PAS PRIS EN COMPTE</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>La maquette IPPOP ne prendra pas en compte des relations entre plusieurs modèles IPPOP.</i> 2. <i>La maquette IPPOP ne gère pas la cohérence des données instanciées. Cette cohérence sera laissée à l'initiative des utilisateurs. Les utilisateurs sont responsables de ce qu'ils instancient et/ou modifient.</i> 3. <i>Du fait de la complexité de la notion de comportements, cette dernière pourra être négligée.</i> 										
<p>VERROU LEVE PAR L'OBJECTIF</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>La modélisation proposée gère sous un même modèle toutes les représentations du produit.</i> • <i>Les niveaux de détails de description sont ceux souhaités par les utilisateurs finaux et ne sont pas imposés par les fichiers de sauvegarde des outils experts.</i> • <i>Elle permet de créer des liens entre représentations expertes très variées dans l'action de conception en fonction des besoins.</i> 										
<p>LISTE DES SCENARIOS ASSOCIES</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; padding: 2px;">Définir une représentation partagée</td> <td style="padding: 2px;"><i>Description</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Lier une représentation experte</td> <td style="padding: 2px;"><i>description</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Recherche des justifications de l'état courant</td> <td style="padding: 2px;"><i>description</i></td> </tr> </table>	Définir une représentation partagée	<i>Description</i>	Lier une représentation experte	<i>description</i>	Recherche des justifications de l'état courant	<i>description</i>				
Définir une représentation partagée	<i>Description</i>										
Lier une représentation experte	<i>description</i>										
Recherche des justifications de l'état courant	<i>description</i>										
<p>RELATIONS AVEC LES AUTRES OBJECTIFS</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">Obj_Orga_5</td> <td style="padding: 2px;"><i>Pour réaliser l'objectif produit 1 il est donc nécessaire que l'objectif organisation 5 définisse des environnements de conception et des fonctions objectif.</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"><i>L'objectif produit 1 doit permettre la mise en évidence d'un conflit de conception pour un environnement de conception figé qui servira dans l'objectif organisation 5 pour envisager une réorganisation de l'équipe de conception.</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Obj_Orga_6</td> <td style="padding: 2px;"><i>Les données de multi-représentations et de Mondes associés permettent à l'objectif orga_6 de définir quelles sont les collaborations effectives.</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Obj_Process_3</td> <td style="padding: 2px;"><i>Les données produit sont des entrée/sorties de tâches définies dans un processus.</i></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"><i>Le processus assure la gestion du versionnement des différents états des données produits.</i></td> </tr> </table>	Obj_Orga_5	<i>Pour réaliser l'objectif produit 1 il est donc nécessaire que l'objectif organisation 5 définisse des environnements de conception et des fonctions objectif.</i>		<i>L'objectif produit 1 doit permettre la mise en évidence d'un conflit de conception pour un environnement de conception figé qui servira dans l'objectif organisation 5 pour envisager une réorganisation de l'équipe de conception.</i>	Obj_Orga_6	<i>Les données de multi-représentations et de Mondes associés permettent à l'objectif orga_6 de définir quelles sont les collaborations effectives.</i>	Obj_Process_3	<i>Les données produit sont des entrée/sorties de tâches définies dans un processus.</i>		<i>Le processus assure la gestion du versionnement des différents états des données produits.</i>
Obj_Orga_5	<i>Pour réaliser l'objectif produit 1 il est donc nécessaire que l'objectif organisation 5 définisse des environnements de conception et des fonctions objectif.</i>										
	<i>L'objectif produit 1 doit permettre la mise en évidence d'un conflit de conception pour un environnement de conception figé qui servira dans l'objectif organisation 5 pour envisager une réorganisation de l'équipe de conception.</i>										
Obj_Orga_6	<i>Les données de multi-représentations et de Mondes associés permettent à l'objectif orga_6 de définir quelles sont les collaborations effectives.</i>										
Obj_Process_3	<i>Les données produit sont des entrée/sorties de tâches définies dans un processus.</i>										
	<i>Le processus assure la gestion du versionnement des différents états des données produits.</i>										

Proposition d'un référentiel support à la conception collaborative : CO²MED

	Obj_Prod_2	<p><i>L'objectif produit 1 apporte les différentes vues du produit. L'objectif produit 2 s'en sert pour définir des points de vues variant en fonction des mondes.</i></p> <p><i>Les éléments produits (obj prod 1) sont caractérisés par des attributs dont les types sont définis au travers l'objectif produit 2</i></p>	
MOYENS NECESSAIRES	<i>démarche</i>	<i>Acteurs</i>	<i>logiciels</i>
EVALUATION	<p><i>La possibilité de détailler tout aspect du produit selon les 5 axes de multi-représentation du produit.</i></p> <p><i>La possibilité d'accéder aux justifications des choix de conception pour permettre la remise en cause de choix préalables et donc la mise en évidence de conflits.</i></p> <p><i>La possibilité d'échanger avec des expertises variées, dont les sources sont maîtrisés ou non sans modification des modèles experts.</i></p>		

2. Objectif Produit 2 : *Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers*

Obj_Prod_2	TITRE	Identifier les connaissances permettant une collaboration entre métiers
RESPONSABLE	L3S	
DESCRIPTION DE L'OBJECTIF	<p>Les collaborations entre métiers visent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Résoudre un conflit • Décider à plusieurs • Informer les autres acteurs <p>En conception ces collaborations sont relatives à des informations sur le produit. Du même coup les informations de collaboration devront être attachées aux données produit.</p> <p>Pour répondre aux objectifs visés, IPPOP doit :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Permettre de réaliser une cartographie des métiers ; 2. Permettre de réaliser une cartographie des connaissances ; 3. Ordonner les connaissances suivant les différents métiers recensés ; 4. Différencier les connaissances pointues et les connaissances de vulgarisation ; 5. Identifier les domaines d'expertise en interaction ; 6. Mettre à disposition les connaissances de vulgarisation auprès des différents domaines en interaction ; 	
CONTEXTE	<p>Les problèmes de conception ne sont pas pré-définis (sinon ce ne serait pas des problèmes !). Au travers de collaboration, les acteurs s'accordent sur des concepts qu'ils partagent. Ils traduisent ces concepts et doivent les modéliser dans un format commun. Ils exploitent ensuite ces concepts en les traduisant dans leur modèle propre.</p> <p>Définir et gérer les nouvelles entités issues de la collaboration au sein de la modélisation du noyau :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. La modélisation du produit issue de la décomposition en fonction-structure- comportement est décrite à l'aide des attributs qui sont des classes d'attributs génériques. Les acteurs définissent ainsi des attributs communs dont le rôle est de permettre d'explicitier le dialogue et les interactions mutuelles entre eux. b. IPPOP doit structurer l'information caractérisant les structures, fonctions et comportements par des instances (attributs) d'objets (classes d'attributs). Les classes d'attributs doivent pouvoir être enrichies en fonction des besoins. Leurs instances témoignent des objets nécessaires à la collaboration. c. IPPOP doit mémoriser les personnes accédant à différentes classes d'attributs afin de pouvoir déterminer les types de collaboration et les groupes d'utilisateurs qu'elles concernent 	
CE QUI N'EST PAS PRIS EN COMPTE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pas de procédure de capitalisation</i> • <i>Pas de détection automatique des conflits : cela est laissé à l'initiative des experts.</i> 	
VERROU LEVE PAR L'OBJECTIF	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Support à la traduction entre représentation experte. Ce n'est pas pour autant une automatisation systématique.</i> • <i>Identification des concepts créés dans l'action de conception.</i> 	

LISTE DES SCENARIOS ASSOCIES	Instanciation d'attributs pour les données partagées et/ou pour les représentations expertes	<i>Description</i>	
	Définition d'une nouvelle classe d'attribut	<i>description</i>	
	Créer la trace d'une réunion synchrone	<i>description</i>	
RELATIONS AVEC LES AUTRES OBJECTIFS	Obj_Orga_5	<i>La Mise en place d'un environnement de conception sera utile pour réorganiser les groupes de travail en fonction des évolutions du modèle.</i>	
		<i>L'objectif prod 1 sera utile pour répondre aux objectifs (fonctions) définis par l'organisation.</i>	
	Obj_Orga_6	<i>L'objectif produit 2 sera utile à l'objectif organisation 6 car cela définira qui travaille sur quoi et avec quels concepts. Ainsi l'objectif organisation 5 pourra identifier les collaborations effectives .</i>	
	Obj_Process_3	<i>L'objectif produit 2 apporte la notion de Monde actif lors d'une tâche</i>	
	Obj_Prod_1	<i>L'objectif Process 3 permettra de situer quand les collaborations ont eu lieu</i> <i>L'objectif produit 1 sera utile à l'objectif produit 2 pour assurer la mémorisation des différents points de vues associés à des groupes de travail distincts.</i> <i>L'objectif produit 2 apportera à l'objectif produit 1 la caractérisation des concepts au travers de nouveaux types d'attributs partageables.</i>	
MOYENS NECESSAIRES	<i>démarche</i>	<i>Acteurs</i>	<i>logiciels</i>
EVALUATION	<i>La possibilité et la facilité de définir des concepts et de les instancier dynamiquement sera la base de l'identification de connaissances collaboratives créées dans l'action de conception.</i>		
	<i>La possibilité de parcourir aisément l'ensemble des concepts déjà créés assurera de ne pas trop dupliquer les concepts déjà pré-établis.</i>		

3. Le modèle de produit IPPOP

La connaissance technologique du produit doit être formalisée à l'aide d'un modèle de produit lié à un modèle de CFAO permettant aux acteurs de la conception de l'enrichir, de sa définition sémantique à sa définition géométrique. De plus, l'intégration globale des informations produit au sein d'un modèle unique et homogène aide le concepteur dans sa tâche de sélection des données pertinentes en fonction du point de vue qu'il adopte et permet de donner naissance à une base commune pour l'échange de données sur le produit pour les différentes expertises intervenant sur le produit en question.

Différentes approches ont été entreprises afin de définir des modèles produit (on peut en trouver notamment une synthèse dans [Eynard, 1999] ou [Bernard, 2000]), en fonction de points de vue particuliers. Différents travaux sont plus orientés sur les informations Produit, en à travers des points de vue décrivant le produit selon différents points de vue technique

(géométrique, structurel, technologique...). Une autre tendance est de décrire le produit selon un point de vue métier, de manière à cibler les différentes fonctions métiers qu'un acteur implémente sur le produit durant la conception de celui-ci.

L'enjeu du modèle de Produit IPPOP (Fig. 1) est de proposer [Noël *et al.*, 2004]:

- des représentations multiples (tout en autorisant des services réalisés par des programmes informatiques annexes agissant en terme de plug-in),
- avec des niveaux de détail multiples (tout en promouvant un degré de granularité variable selon les situations rencontrées),
- des points de vues différents (en permettant une description du produit selon la culture technique et scientifique de l'acteur),
- des comportements différents (dans le but de décrire les états du produit tout au long de son cycle de vie.

Cet enjeu trouve notamment sa réponse dans l'utilisation du concept d' « entité modélisée », qui est l'élément central dans la décomposition du modèle produit. En se basant sur le concept FBS (Function-Behaviour-Structure) initié par [Gero 1990], illustré notamment dans [Chandrasekaran *et al.*, 2000] et [Labrousse, 2004], cette entité peut être déclinée en :

- Composant, c'est-à-dire, d'un point de vue structurel, une partie du produit incluant la description physique du produit. Ils permettent de regrouper toute la structure de l'entité Produit à travers leurs différents constituants, la nomenclature étant une image de ce point de vue structurel. On peut alors différencier trois types de composants : les composants communs, les composants alternatifs et les composants décrits selon un point de vue donné. Ils sont représentés en fonction d'une culture ou d'un domaine spécifique.
- Interface, c'est-à-dire l'élément par lequel un composant peut être relié à un autre composant. Elles peuvent se décomposer en interfaces communes, alternatives ou interface de vue.
- Fonction, c'est-à-dire la relation liant les composants via les interfaces. Comme pour les composants et les interfaces, il y a trois sortes de fonctions.
- Comportement, qui décrit l'état du produit en fonction des différents modes suivi par celui-ci. Il permet de traduire et de présenter le comportement de l'entité produit, c'est-à-dire l'état du produit à un instant *t* selon des conditions spécifiques [Chandrasekaran *et al.*, 2000].

L'un des atouts majeurs de ce modèle est de couvrir les différents points de vue du produit sans s'affranchir du point de vue du concepteur.

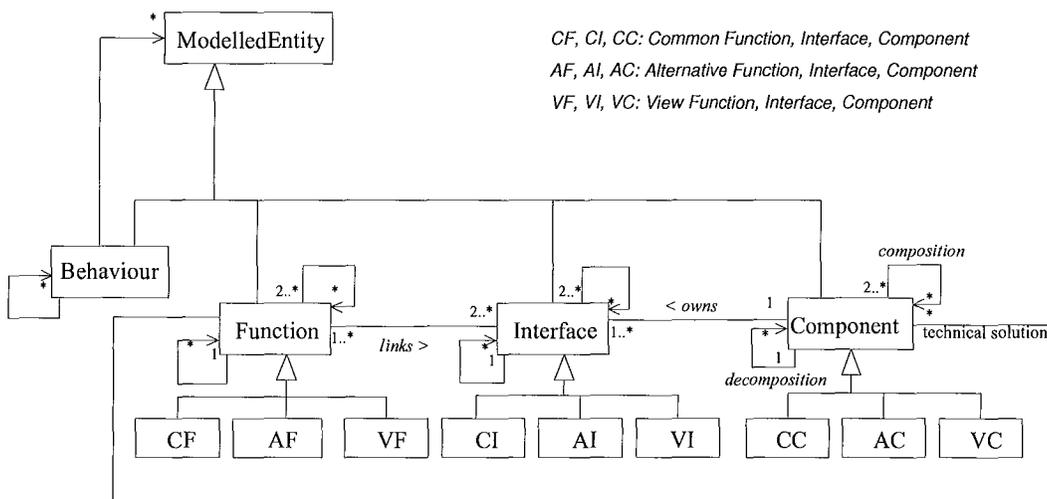


Fig. 1 : Modèle « Produit » IPPOP

Annexe 2 : Objectif et modèle Processus IPPOP

1. Objectif Processus : Formaliser la collaboration des acteurs et les processus métier sur la base d'une typologie d'activités

Obj_Process_3	TITRE	Formaliser la collaboration des acteurs et les processus métier sur la base d'une typologie d'activités		
RESPONSABLES	LASMIS	EADS CCR	CRAN	
DESCRIPTION DE L'OBJECTIF	<p>Cette objectif a pour but de formaliser la collaboration des différents acteurs et les processus métier à l'aide d'une typologie d'activités de conception (routinière, innovante, créative) et la logique d'enchaînement des tâches (séquentielle, itérative, concourante, collaborative,). Il s'agit de définir un formalisme de modélisation des processus permettant à l'ensemble des acteurs métier d'avoir une vision claire de la conception du produit dans laquelle ils sont impliqués.</p> <p>Selon le type d'approche, la représentation du modèle de processus pourra être différente. Le modèle de processus devra permettre la visualisation de plusieurs points de vue :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'un orienté sur le flux d'information produit - l'autre orienté sur l'activité métier - la dernière orientée sur la collaboration inter métier <p>L'objectif porte également sur la fédération de ces points de vue. En effet, différentes visions peuvent être complémentaires et seront représentées dans des vues. Les liens existant entre Produit, Processus et Organisation seront mis en avant. Notons que la vue information produit assurera un lien avec la dimension Produit et la vue orienté activité métier un lien avec la dimension Organisation.</p>			
CONTEXTE	<p>Dans une situation d'entreprise étendue impliquant des relations donneur d'ordres / fournisseur, relations de partenariat ou encore de co-traitance, il faut pouvoir représenter l'ensemble des processus de conception / d'ingénierie.</p> <p>Le coordonnateur doit avoir à sa disposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un ensemble de micro processus génériques (packages) adaptés à l'entreprise - l'environnement de conception (informations sur le produit, les enjeux et les ressources) - l'information de pilotage (règles de conduite) 			
CE QUI N'EST PAS PRIS EN COMPTE	<p>La gestion de l'historique et la capitalisation du processus (évolutions technologiques apparaissant lors du processus de conception), la représentation de différentes alternatives de planification du processus de conception en fonction de la disponibilité des données, la justification et la capitalisation des connaissances liées au processus de conception.</p>			
VERROU LEVE PAR L'OBJECTIF	<p>Définir un formalisme de modélisation de processus le plus adapté à la conception et tenant compte des différents types et situation de conception ou d'ingénierie. Ce formalisme permet d'une part la planification et le suivi du processus, et d'autre part offre aux acteurs de la conception une vision sur les activités et la contextualisation (flux d'information produit, activités métiers et collaboration inter métiers) des activités qu'ils ont à réaliser.</p>			
LISTE DES SCENARII	Reference	Description		

ASSOCIES	Représenter la planification de la conception du produit	<ul style="list-style-type: none"> - représenter les activités à réaliser pour concevoir le produit (niveau macro). - identifier le flux d'informations produit circulant entre ces activités (et ainsi faire apparaître les états ou la maturité de la définition du produit). - identifier des ressources nécessaires à ces activités en terme de capacité/capacité. - identifier les ressources matérielles et humaines attribuées à chaque activité correspondant au critère capacité/capacité.
	Décrire l'évolution du processus de conception et permettre son suivi	<ul style="list-style-type: none"> - identifier une activité active dans un processus - identifier une activité terminée - identifier l'état d'avancement d'une activité (relation entre la position d'une donnée dans son cycle de vie et ses jalons) - détailler une activité n'impliquant qu'un métier sous la forme d'un processus - demander une modification d'un processus - modifier un processus
	Modéliser la collaboration entre acteurs métier au sein du processus	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier une donnée partagée - Identifier une donnée partagée en écriture/écriture - Identifier une donnée partagée en écriture/lecture - Déclencher une session de collaboration - Identifier une donnée en cours de modification - Identifier la justification d'une donnée - Identifier les justifications dont l'argumentaire se base sur une donnée - Consulter une justification - établir les vecteurs de vulgarisation nécessaires à la collaboration inter métiers
RELATIONS AVEC LES AUTRES OBJECTIFS		<p>La formalisation de la typologie d'activités et de situations d'ingénierie servira de base à l'illustration et à la représentation des différents objectifs. Cet objectif processus fournira le langage commun pour fédérer la vision et la compréhension du processus de conception. De ce fait, il doit prendre en compte les besoins, en terme de modélisation de processus, de collaboration des acteurs et d'activités métier en lien avec les autres objectifs.</p> <p>Obj_Prod_1 Assurer une représentation multi-points de vue sur le produit : Ces différents points de vue doivent permettre de faire le lien entre des activités mettant en scène des métiers (ou logiciels, états matériels, niveaux de détail) différents partageant un noyau de données.</p> <p>Obj_Org_5 Mettre en place des environnements de conception : L'environnement de conception permet d'établir le processus (planification) en prenant en compte les processus de l'entreprise, ses ressources et leur capacité/capacité, le but de la conception (produit à concevoir) et les enjeux (coût délais...) du projet de conception.</p> <p>Obj_Orga_6 Favoriser l'émergence de situations collaboratives de conception : Cet objectif amorce le processus de collaboration et implique la modélisation traitée par notre objectif.</p>

Annexe 2 : Objectif et modèle Processus IPPOP

METHODE A METTRE EN ŒUVRE POUR SATISFAIRE A L'OBJECTIF	Etat de l'art.	Cet état de l'art (des différentes approches scientifiques existantes) va permettre d'identifier et de décrire les différents types et situation de conception ou d'ingénierie. Par exemple, on pourra distinguer : <ul style="list-style-type: none"> - Succession hiérarchique de phases - Itérations de cycles élémentaires - Type production - Construction de compromis - Apprentissages De plus, l'état de l'art recensera les formalismes de modélisation de processus couramment utilisés et caractérisera leurs points forts et points faibles afin de synthétiser une proposition exploitant le meilleur de ces approches.	
	Analyse, critique de l'existant.	Adéquation entre les besoins des différents objectifs, en terme de représentation de processus et les possibilités des formalismes de modélisation existants. Identification des limites des possibilités de modélisation actuelles.	
	Définition du formalisme.	A partir des limites identifiées, proposer des modèles qu'il faudra valider...(comment ?).	
	Formalisation	Fédérer l'ensemble des formalismes de modélisation sous un langage qui soit universel : diagrammes UML.	
MOYENS NECESSAIRES	démarche	acteurs	Logiciels
			Editeur UML.
EVALUATION	Le formalisme proposé associé aux différentes représentations (flux d'information produit, vue des activités métier, collaboration entre métiers) doit s'adapter aux processus de l'entreprise. Nous pouvons ainsi évaluer la capacité d'adaptation du formalisme aux besoins des scenarii. Les différentes vues doivent ensuite d'une part faciliter la planification et le retour d'informations aux coordonnateurs, et d'autre part guider les concepteurs plus rapidement vers le sujet de leur étude (informations produit à traiter, activités de leur métier et collaborations à établir).		
SPECIFICATIONS POUR LA MAQUETTE	<p align="center">3 modèles pour représenter un processus de conception collaborative :</p> <p>Activités liées à la conception du produit Se décompose en sous-processus qui peuvent correspondre à la conception de sous-produits Multi métiers: plusieurs métiers collaborent à la conception du produit et des sous-produits</p> <p>Enchaînement de toutes les activités d'un métier pour concevoir le produit. Chaque activité peut éventuellement être décrite par une procédure</p> <p>Séquence de tous les échanges entre les métiers Pour la conception du produit</p>		

2. Le modèle de Processus de conception IPPOP

La transformation de la connaissance « Produit » est formalisée à l'aide d'un modèle de processus assurant le suivi, la traçabilité et la capitalisation de la logique de conception en vue de son exploitation (réutilisation et évolution) en terme de décision, de compromis coût /valeur, d'indicateurs de performance et de gestion des connaissances. De nombreux travaux existent dans la littérature à propos de la modélisation du processus de conception. Ils s'intéressent tous à la description des différents éléments et différentes activités nécessaires à la bonne conduite du processus de conception, en y incorporant une perspective de capitalisation et de réutilisation. Une étude de la littérature réalisée dans [Nowak *et al.*, 2004] a mis en exergue que ces modèles sont basés sur des concepts communs ou voisins (activité, ressource, objectif...par exemple), mais cependant, on peut toujours y trouver des manques et des limites concernant le point de vue de la collaboration, du recouvrement entre différentes activités ainsi que concernant le degré de confiance dans les données manipulées.

Basé sur les travaux de [Gzara, 2000] le consortium IPPOP a proposé un modèle de processus piloté par les données Produit et reposant sur les concepts de (Fig. I, Fig. I Fig. II) :

Activité : c'est une action effectuée par une ou plusieurs ressources pour satisfaire des objectifs et des contraintes fixés par l'organisation. Différentes sortes d'activités sont utilisées en alternance ou en parallèle :

- **des activités de conception pure** qu'il convient de spécialiser à l'aide d'une taxinomie,
- **des activités de collaboration** devant être mise en œuvre dès qu'un travail synchrone ou asynchrone synchronisé sur un même objet ou partie de cet objet est mis en place.

Un projet de conception suit un processus précis. Ce processus peut alors être vu comme une activité décomposable en plusieurs activités (c'est-à-dire un ensemble partiellement ordonné d'activités). Chaque activité est reliée à une activité suivante. Une activité a toujours un processus racine auquel elle se raccroche. La racine du processus renvoie uniquement la première activité du processus.

Donnée Technique : Données du domaine sur lesquelles l'activité agit afin de réaliser l'objectif donné. Les données techniques sont donc des éléments d'entrée processés (utilisés ou modifiés) par une activité afin de leur donner une valeur ajoutée et les transformer en éléments de sortie. Ces données techniques proviennent essentiellement des éléments du modèle de produit et servent en majorité à le nourrir et le faire évoluer en tant que données de sortie de l'activité. Ce concept est le cœur du métamodèle car la méthode choisie ici est une méthode guidée par la modélisation des données. Ce choix est dû à la position centrale qu'occupe le processus au sein des objectifs produits et organisation. Le processus apparaît comme la plaque tournante entre les 3 notions, étant à la fois récepteur et émetteur de nouvelles données techniques. Dans ce cas, un pilotage par les données d'entrée par exemple revient strictement au même résultat qu'un pilotage par les activités.

Etat : caractérise le statut effectif de la donnée (en création, en validation, validée, libérée), lié à une politique de droits d'accès à la donnée. La notion de cycle de vie de la donnée est assurée par l'historique de l'enchaînement des différents états de la donnée.

Maturité : caractérise le degré de confiance qu'un acteur accorde à une donnée en fonction de son point de vue avant de la diffuser aux autres acteurs. Cette maturité peut être renseignée par une valeur quantitative (% de complétion de la donnée par exemple) ou qualitative.

Transition : se réfère aux conditions minimales requises sur les données techniques et leur maturité respective afin d'autoriser le lancement de l'activité.

Déclencheur : événement ou action qui influe sur le départ de l'action. Il s'agit d'une information émanant de la partie organisation

Objectif : Performance particulière à atteindre par le résultat de l'activité. Cette performance peut être donnée en terme de valeur qualitative ou quantitative. De ce fait, l'objectif renvoie au concept organisationnel de mesure de la satisfaction de l'objectif réalisé par l'activité. Une activité n'a pas lieu d'exister si aucun objectif ne lui est assigné. Néanmoins, une même activité peut répondre à plusieurs objectifs.

Jalon : Sous-type d'objectif de type temporel, associé à la disponibilité de la donnée, c'est à dire précisant la date objective et la date réelle à laquelle une donnée doit être livrée avec un certain état.

Contrainte : Objet ou règle qui doit être respecté par l'activité. Peut faire appel à une ressource méthodologique.

Ressource : moyen nécessaire pour réaliser une activité. La ressource peut être sous-typée en ressource humaine (acteur), ressource matérielle ou logicielle ; ou en ressource méthodologique.

Classe d'association :

Capacité : aptitude de la ressource à réaliser l'activité en question. Pour les ressources humaines, cela peut être associé au niveau d'expertise d'un acteur dans un métier donné. Pour les ressources matérielles ou logicielle, cela correspond à l'aptitude de l'outil à réaliser l'activité et à pouvoir émettre des données techniques de sorties pertinentes. Pour le cas des ressources méthodologiques, cela correspond à la pertinence de la méthode utilisée pour supporter l'activité.

Capabilité : la ressource doit être immobilisée pour une certaine quantité de travail.

Ces composants furent choisis comme base pour l'élaboration du modèle de processus IPPOP de part le caractère générique qu'ils confèrent au modèle obtenu, autorisant la modélisation de toutes les phases des activités de conception ainsi que des raffinements progressifs via des récursivités sur les différents éléments. Ce modèle convient ainsi pour des situations de conception routinière comme pour des situations de conception innovante. Un autre atout de ce modèle est sa capacité à être relié avec le point de vue de l'organisation (via les notions de jalon, objectifs, contraintes, déclencheur ainsi que via l'allocation des ressources par l'attribut de capacité/capabilité). Ces paramètres sont en effet directement impactés par l'environnement de conception mis en place par le niveau organisationnel. Un pont vers le point de vue du produit (via l'interface créée par les données produit versionnées) est aussi intégré dans ce modèle.

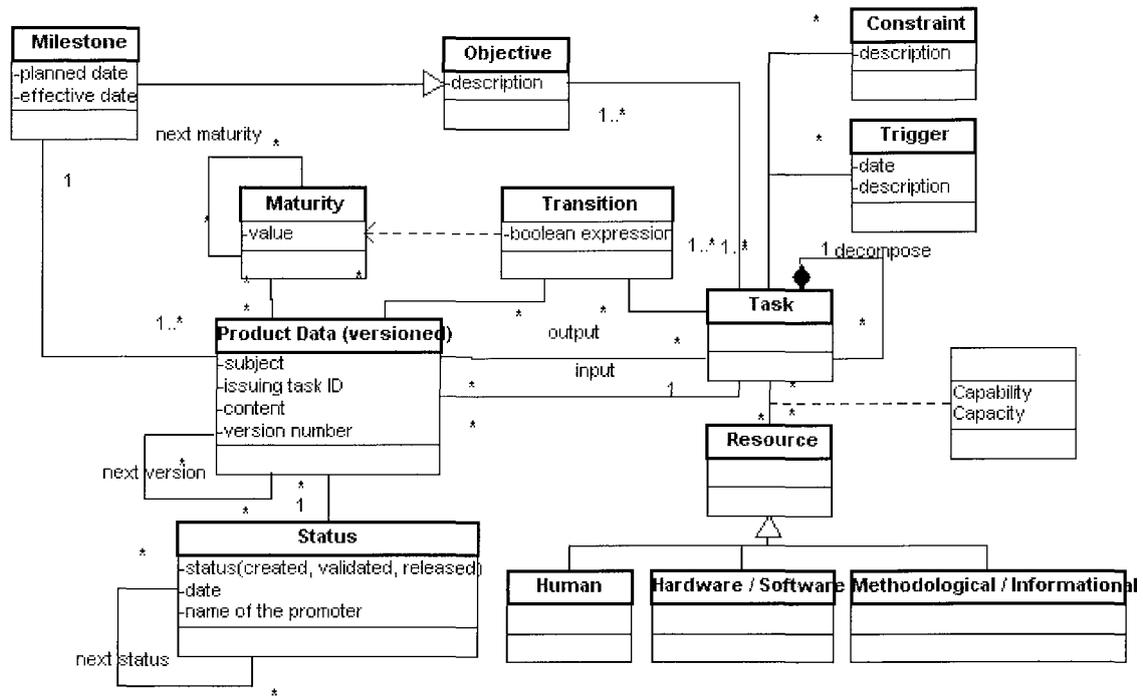


Fig. II: Modèle de processus de l'activité de conception du projet IPPOP

Annexe 3 : Objectifs et modèle Organisation IPPOP

1. Objectifs Organisation 5 : Mettre en place des environnements de conception

Obj_Orga_5	TITRE	Mettre en place des environnements de conception
RESPONSABLES	LAP-GRAI	
DESCRIPTION DE L'OBJECTIF	<p>On cherche à travers cet objectif à mettre en place des environnements de conception les mieux adaptés au regard de situations de conception données et des objectifs à atteindre³⁶.</p> <p>Une situation de conception peut être définie comme une représentation de l'état du système observé à un instant t. Le système que l'on cherche à observer est ici le « théâtre » où se déroule la transformation du produit. Les paramètres caractérisant une situation de conception seront donc fortement liés à l'état du système technologique qu'elle représente. On portera ainsi le regard sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le produit - Le processus - Les ressources humaines et matérielles - Les connaissances des acteurs... <p>Un environnement sera défini par la mise en place du contexte nécessaire aux acteurs de la conception pour, à partir d'une situation donnée, répondre aux objectifs de performance relatifs aux attentes du client et de l'entreprise. On cherchera ainsi à comparer la situation observée aux objectifs à atteindre afin de trouver l'organisation la plus propice au bon déroulement du processus d'un point de vue des concepteurs et du produit final à concevoir. Les leviers d'action disponibles au système décisionnel seront regroupés dans les paramètres décrivant une situation de conception.</p> <p>Cette vision statique d'un environnement devra être secondée par une démarche permettant l'évolution de cet environnement en fonction de l'état réel du système. Ceci passera par la mise en place d'un système d'indicateurs de performance évaluant la pertinence de chaque situation intermédiaire au regard des objectifs globaux afin d'agir sur les leviers d'action pertinents. Ces indicateurs sont relatifs au produit, au processus, à la conduite et à l'organisation qui a en charge l'ingénierie. Ils devront être considérés d'un point de vue technique, économique et social.</p>	
CONTEXTE	<p>Pour mener à bien cet objectif le coordonnateur doit avoir à sa disposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les paramètres constituant le vecteur d'état représentant une situation de conception. - Les objectifs d'un point de vue du client et de l'entreprise. - Les leviers d'actions sur lesquels il peut jouer pour créer l'environnement adapté. - La batterie d'indicateurs lui permettant d'évaluer l'évolution de l'environnement. 	
CE QUI N'EST PAS PRIS EN COMPTE	<p>Un environnement de conception doit pouvoir s'appuyer sur l'expérience acquise lors de projet similaire. En effet, la capitalisation des projets passés en terme de produit/processus/organisation permet d'accroître la rapidité de la décision et la justesse dans le choix de l'environnement mis en place. L'objectif sera donc limité à la mise en place d'un environnement de conception sans l'appui des connaissances capitalisées³⁷.</p>	

³⁶ L'environnement de conception est pris ici au sens large, incluant tant les acteurs internes à l'entreprise que les acteurs externes.

³⁷ L'objectif initial de capitalisation des connaissances au sein du projet IPPOP a été abandonné suite aux conseils des experts du RNTL formulés suite à la revue de projet externe réalisée en Janvier 2002.

Proposition d'un référentiel support à la conception collaborative : CO²MED

VERROU LEVE PAR L'OBJECTIF	Il existe de nombreuses études sociologiques sur la création de groupe et d'organisation. Cependant la mise en application de ces modèles au domaine de l'ingénierie au travers du pilotage de son activité reste à traiter. L'évolution de l'organisation du système technologique mise en place via la notion d'environnement se fera à l'aide d'indicateurs qui doivent être déterminés.		
LISTE DES SCENARIOS ASSOCIES	Identifier une situation de conception	On cherche à prendre une photo à un instant t caractérisant le système piloté	
	Caractériser un environnement à partir d'une situation et des objectifs visés	Un environnement sera défini par la mise en place du contexte nécessaire aux acteurs de la conception pour, à partir d'une situation donnée, répondre aux objectifs de performance relatifs aux attentes du client et de l'entreprise	
	Gérer l'évolution d'un environnement	Mettre en place un système d'indicateurs de performance évaluant la pertinence de chaque situation intermédiaire au regard des objectifs globaux afin d'agir sur les leviers d'action pertinents	
RELATIONS AVEC LES AUTRES OBJECTIFS	Obj_Orga_6	Cet objectif est directement lié à l'Obj_Orga_3 dans le sens où il insuffle une politique visant à favoriser la coopération. Une coopération en conception se fera par la mise en place d'un environnement favorisant cette situation.	
	Obj_Process_1	Cet objectif fournira à l'Obj_Orga_5 un certain nombre d'informations sur le processus servant à caractériser la situation de conception observée.	
	Obj_Process_2	Cet objectif va constituer un levier d'action pour l'Obj_Orga_5. Les finalités visées par cet objectif rassemblent de nombreuses actions décisionnelles qu'utilise un environnement.	
	Obj_Prod_1	Lors de la caractérisation de la situation de conception observée à un instant t il sera important de connaître à quel métier (groupe d'acteurs) se rattache la vision du produit identifiée.	
	Obj_Prod_2	Cet objectif sera utile lors de la mise en place d'un environnement collaboratif. Il donnera la liste des connaissances sur lesquelles la collaboration s'articulera.	
MOYENS NECESSAIRES	démarche	Acteurs	logiciels
EVALUATION	Comment évaluer, mesurer ce qu'apporte IPPOP		

2. Objectif Organisation 6 : Favoriser une situation coopérative de conception

Obj_Orga_6	TITRE	Favoriser une situation coopérative de conception
RESPONSABLES	LAP-GRAI	CRAN
DESCRIPTION DE L'OBJECTIF	<p>L'objectif est ici de donner, aux différents acteurs impliqués dans la phase de conception d'un produit, la possibilité de coopérer tout au long du projet. Il va de soi que cette coopération doit se faire dans plusieurs types de situations différentes, situations qu'il faudra prendre en compte dans IPPOP.</p> <p>Les situations dans lesquelles les acteurs de la conception vont devoir coopérer dans le cadre de leurs activités peuvent être décrites de la façon suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des métiers, des expertises peuvent interférer sur une même donnée et des problèmes peuvent apparaître (prédiction des problèmes futurs) - Un conflit sur les données manipulées par plusieurs acteurs a été détecté (détection d'un problème après qu'il soit apparu) - Les acteurs (internes et/ou externes à une entreprise) sont tous réunis au sein d'un groupe de travail multi compétences. <p>Dans chacune de ces situations, l'objectif est de favoriser la coopération entre les différents acteurs, qu'ils soient tous sur un même site ou répartis (concept de bureau d'études étendu).</p>	
CONTEXTE	<p>Pour mener à bien cet objectif il faut implémenter le noyau IPPOP de telle sorte qu'il ait à sa disposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une cartographie précise des compétences internes et externes dont l'entreprise dispose. - une cartographie précise des moyens (humains, matériels,...) internes et externes dont il dispose. - Une vue générale des processus de l'entreprise et des interprocessus qui existent entre eux. - Une vue globale des réseaux de communication internes et externes liés à chaque processus. 	
CE QUI N'EST PAS PRIS EN COMPTE	<p>L'objectif est limité dans le sens où l'on ne cherche ici qu'à faciliter la coopération entre les acteurs et non pas à capitaliser l'expérience acquise. L'aspect capitalisation des processus n'est pas pris en compte ici mais il est évident qu'une évolution future du produit concernera cet aspect là.</p>	
VERROU LEVE PAR L'OBJECTIF	<p>Difficile à faire dans l'état actuel de nos connaissances sur les produits offrant de telles possibilités.</p>	
LISTE DES SCENARIOS ASSOCIES	Initialiser la coopération lors d'un conflit détecté	<ul style="list-style-type: none"> - Définir le type de conflit auquel nous avons à faire <ul style="list-style-type: none"> o Utilisation et modification d'une même donnée o Incompatibilité de la valeur d'une donnée entre différents métiers o Non respect du cahier des charges,
	Faire coopérer des métiers	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les liens interprocessus internes existants

	interférant sur une même donnée produit	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les liens interprocessus externes existants - Identifier les données circulant entre les différents processus - Définir des « droits de propriété » sur les données
	Coopérer le plus tôt possible dans le processus de conception (avant projet)	<p>Le scénario permettant la coopération plus tôt dans le processus de conception doit regrouper les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir les compétences internes à disposition - Définir les compétences externes à disposition - Définir les moyens / ressources internes à disposition - Définir les moyens / ressources externes à disposition - Identifier les liens interprocessus internes existants - Identifier les liens interprocessus externes existants - Identifier les points forts et les points faibles de l'organisation en place - Rechercher des partenaires possibles pour palier aux points faibles - Créer un réseau de communication entre les acteurs internes et les partenaires externes - Faciliter la communication en mettant en place les moyens de coopérer
RELATIONS AVEC LES AUTRES OBJECTIFS	Obj_Orga_5	Les environnements de conception vont être indissociables de l'objectif de favorisation de la collaboration.
	Obj_Process_3	Comme nous l'avons déjà dit cet objectif nécessite que l'on fasse une cartographie des compétences métiers pour pouvoir ainsi créer des liens forts entre les acteurs. L'Obj_Process_3 aura donc une très forte implication dans l'Obj_Orga_6.
	Obj_Prod_1	L'approche multi points de vues sur le produit est une nécessité dans le bon déroulement du processus de coopération entre les acteurs. Cette approche sera un vecteur de coopération puisqu'elle permettra aux acteurs de suivre en temps réel l'évolution du produit et une collaboration étroite lors de la conception de celui-ci.
	Obj_Prod_2	Le lien est très fort car la réussite de l'Obj_Prod_2 conditionnera celle de l'objectif que nous étudions ici. En effet, l'Obj_Prod_2 fournira la cartographie des connaissances et des compétences nécessaires à la détection prédictive de conflit et la création des groupes de travail
EVALUATION	IPPOP devra rapidement fournir au coordonnateur une vision agrégée de l'information pour faciliter ses choix et son processus décisionnel pour atteindre les objectifs qui lui sont fixés. Le paramètre important à prendre en compte pour évaluer les apports d'IPPOP sera donc la propension qu'a le logiciel à agréger les données et les informations pour fournir au coordonnateur celles qui sont pertinentes au bon moment.	

3. Le modèle d'Organisation IPPOP

L'organisation en conception de produit peut être définie comme étant la partie créant et gérant l'environnement de conception au sein duquel se déroule le processus de conception. Cette gestion doit être pilotée en fonction de particularités provenant de la discipline, du projet, des acteurs ou encore de l'entreprise considérée. En outre, l'organisation doit définir, permettre de calculer et analyser différents indicateurs permettant d'avoir une boucle de retour sur les activités du processus de conception et de réajuster les paramètres de cet environnement de conception [Robin *et al.*, 2004a]. Enfin l'organisation doit favoriser les situations de collaboration afin d'améliorer la performance globale de l'activité de conception. Le modèle d'organisation permet ainsi de corréliser les différentes informations nécessaires à la mise en œuvre et au suivi du projet, sur le plan des ressources, des infrastructures mais aussi du point de vue du pilotage. Le modèle d'organisation issu du modèle IPPOP, en partie basé sur les concepts de GRAI-R&D [Girard *et al.*, 2004] est présenté Figure III. Nous détaillons ci-dessous ses composants.

Project : définit la finalité de la conception ou le domaine qui est objet de la conception ainsi que l'organisation locale mise en œuvre pour satisfaire à des objectifs de conception. Un projet se décompose en sous projets. On peut donc définir un projet quelque soit le niveau de décomposition.

Decisional centre : cet objet définit un espace décisionnel c'est-à-dire le lieu (au sens fonctionnel et temporel et non géographique) où se prend une décision. Les décisions considérées sont celles relatives à l'organisation du projet c'est-à-dire à sa structuration, à sa gestion et à son suivi (affectation des ressources, contrôle des indicateurs de conception... Un centre de décision à un niveau définit par le concept d'horizon-période.

On peut également définir des décisions de nature différentes comme : gérer la connaissance produit, gérer les besoins de conception, gérer les informations projet, gérer les ressources et synchroniser.

La classe Framework donne deux types différents :

Decision framework : cet objet établit les liens décisionnels qui existent entre les centres de décisions. Un cadre de décision est composé des objectifs, des variables de décision, des contraintes de décisions, des critères de décisions, d'indicateurs de performance et d'informations complémentaires. Il permet ainsi de définir le contexte (périodiquement réévalué) pour la prise de décision dans le centre de décision qui le reçoit. Bien entendu un centre de décision ne peut recevoir qu'un seul cadre.

Design framework : cet objet définit le contexte dans lequel devra se dérouler le travail dans le centre de conception. Ces éléments sont définis par les centres de décisions dont le centre de conception dépend.

Level : cet objet permet de structurer (au sens de la hiérarchisation) les objets définis dans le modèle organisation. Un niveau est défini par le concept d'horizon-période. Il existe au moins trois niveaux : stratégique, tactique et opérationnel qui sont définis par des horizons décroissants.

Performance : cet objet permet d'assurer une évaluation ou une mesure des actions réalisées afin d'assurer le suivi pour corriger ou anticiper. La performance est à considérer dans le triptyque : objectifs, indicateurs de performance et leviers d'action.

Resource : cet objet permet de définir les moyens mis en œuvre pour réaliser la conduite. Il peut s'agir de ressources humaines (les acteurs qu'ils soient concepteur, coordonnateur, sous-traitant, ...), de ressources matérielles (les ordinateurs, les logiciels, les machines, ...) ou informationnelles (les procédures, les méthodes, les cahiers des charges, ...)

Dans le souci de mettre en place des environnements de conception favorisant l'émergence de situations collaboratives de conception, il convient d'étudier précisément le mécanisme d'abonnement nécessaire pour qu'un acteur dans le processus de collaboration puisse sélectionner les acteurs du projet afin de leur notifier le problème et de les abonner à la liste de diffusion traitant de ce conflit particulier.

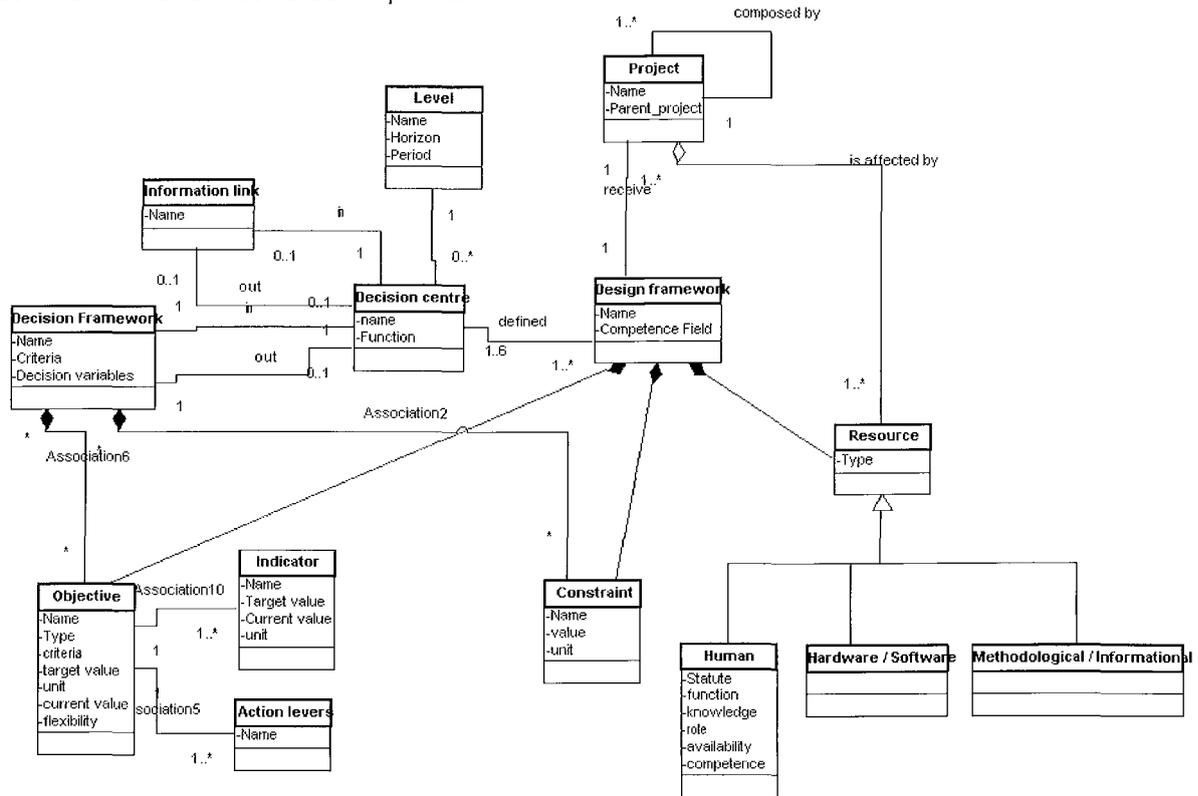


Fig. III : Modèle d'Organisation IPPOP

Annexe 4 : L'entreprise Alstom Moteurs Nancy

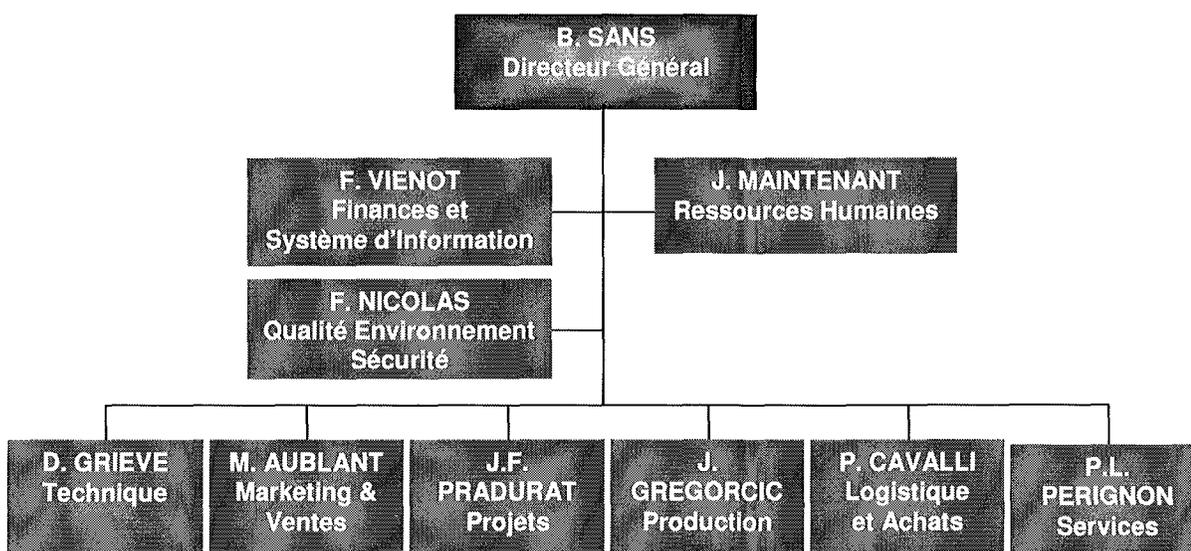
Présentation de la société Alstom Moteurs Nancy

L'usine Alstom moteurs basée dans l'Est de la France près de Nancy, à Champigneulle fait partie du secteur Power Conversion au sein du groupe ALSTOM. Sa situation est idéale puisque proche du centre de l'Europe économique et à proximité des axes de communication tels que l'autoroute A31 qui rejoint au sud l'axe autoroutier PARIS LYON et au nord les axes autoroutiers en direction de la Belgique de l'Allemagne ou encore des Pays-Bas. Les voies fluviales sont aussi très proches du centre de Production par l'intermédiaire du port de Frouard.



Photographie du site de Champigneulle

Organigramme de la société Alstom Moteurs, site de Nancy/Champigneulle:



Chiffres clés du site lorrain :

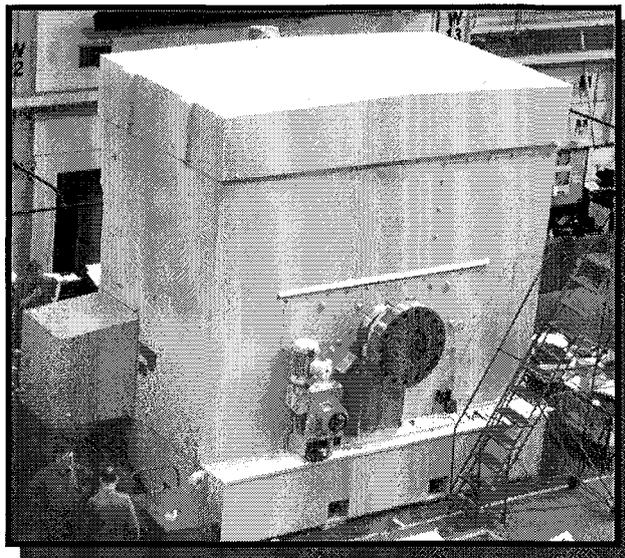
- Chiffre d'affaires : 67 millions d'euros
- Effectif : 378 employés
- Capacité : 1 100 moteurs / an
- Surface de production : 21,000 m²
- Surface de bureaux : 4,000 m²
- Ponts roulants (capacité max.) : 200 tonnes
- Imprégnation (capacité max.) : 3,95 m diam. x 4,2m ht.
- Plates-formes d'essais :
 - Asynchrones : jusqu'à 6 MW en charge, 3,3 à 15 kV
 - Synchrones : jusqu'à 50 MW suivant IEEE115 et CEI

Les gammes de produits d'Alstom moteurs :

Produits et Marchés

- **Machines asynchrones**
O&G, industrie & génération d'énergie
De 2 à 12 pôles, jusqu'à 30000kW

- **Machines synchrones**
Marine, industrie, O&G



De 1 à 50 MW, vitesse fixe ou variable, montage vertical ou horizontal

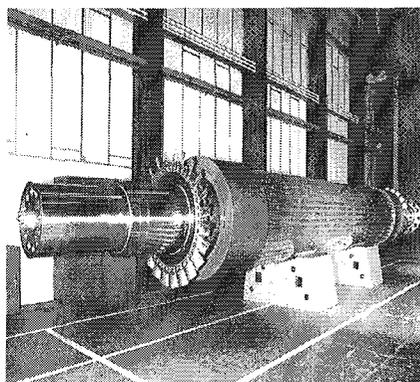
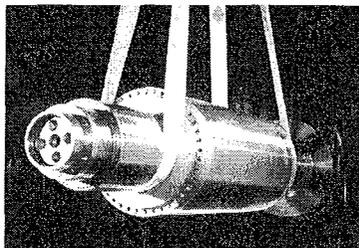
- **Machines Grande Vitesse**

Transport de gaz et génératrices grandes vitesses

Claw Pole synchrones : Conception brevetée, Jusqu'à 80 000 rpm, Sans bobinages ni balais

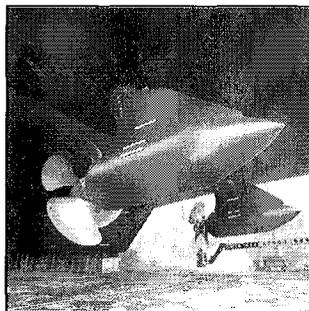
MGV – Grande Vitesse asynchrones, Rotor laminé breveté, De 2 à 25 MW, 6 000 à 18 000 rpm

2 Pole Turbo synchrones, De 5 à 20 MW, Jusqu'à 8000 rpm



- **POD**

Propulsion marine



Partenariat avec Rolls Royce

Moteurs synchrones, spécifiquement conçus pour la Marine

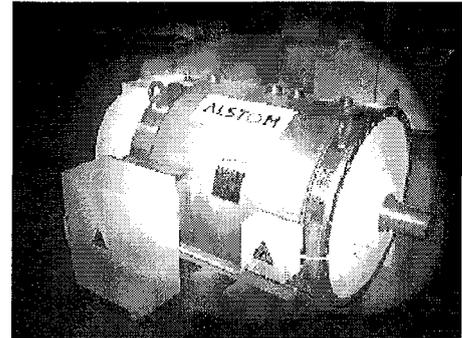
Insérés dans une coque hydrodynamique, et ainsi destinés à être immergés

Système de propulsion capable d'effectuer une rotation de 360° pour une très grande manœuvrabilité

Puissance de 5 à 25 MW

- **Génératrices pour éoliennes**
Énergie Renouvelable

*2 types de génératrices : On-shore et Off-shore
Asynchrone à bagues et synchrone à aimants permanent
Puissance de 1,5 à 5 MW
Basse et moyenne tension
Tous types de refroidissement*



- **Advance Induction Machine**
Application navale

- **Machines à aimants permanents**
Énergie Renouvelable & applications militaires

Annexe 5 : Matrices de compétences utilisées lors de la constitution de listes d'abonnés

1. La matrice de compétences d'un point de vue « métier »

Dans le cadre de l'activité de conception, cette matrice se base sur des documents existants en interne décrivant les activités des différents acteurs de la conception en fonction de leur métier. On peut avoir une classification prenant en compte la fonction des acteurs au sein de la hiérarchie du service étudié.

Les activités sont catégorisées en quatre niveaux : les objectifs fonctionnels liés aux responsabilités, les objectifs intermédiaires décrivant les missions associées aux tâches, les actions enfin les logiciels qui font partis de l'environnement des acteurs.

Pour chaque activité, à chaque acteur est associé un niveau de maîtrise de la compétence décrite (forte, partielle ou faible).

Cette solution permet en outre le management dynamique des compétences par l'intermédiaire du paramètre « *niveau d'expertise* » séparé en critères :

- Le niveau d'expertise « nécessaire » est le niveau d'expertise minimal requis par l'activité pour le bon déroulement du processus.
- Le niveau d'expertise « spécifique » correspond pour un projet donné aux difficultés attendues pour certaines activités de conception. Son remplissage peut se faire suivant l'expérience empirique des acteurs en début de projet et/ou peut se baser sur des documents estimant la difficulté d'un projet sur la base de critères prédéfinis. Il permet notamment de détecter « à priori » et par là même de prévoir les acteurs les plus propices à la résolution de ces problèmes soulevés.
- Le niveau d'expertise « atteint » est complété en fin de projet, pour chaque activités, par consensus des acteurs, lors de la réunion de fin de projet. L'examen des divergences entre les niveaux prévus et ceux réellement atteint peut alors servir d'indicateur de performance sur l'évaluation du groupe formé.

ALSTOM		Matrice de compétence							
		Auteurs			Resp. technique O&G	Corres. Tech. et Qualité	Projeteur		
		Niveau d'expertise			P.A. Claudon	S. Jalbert	D. Miclo	V. Loisl	B. dehnay
Code	Activités	Nécessaire	Spécifique	Atteint					
	Objectifs fonctionnels - Responsabilité								
008	Assistance technique								
011	Coordination intra-cellule - Management cellule (technique et ressources)								
003	Coordination inter-cellule								
008	Devis technique								
001	Emission des documents contractuels de la commande								
004	Microplanification des perturbations								
007	Plan de Progrès Permanent (OCD - Capitalisation)								
005	Pré-études (ETU)								
006	Processus de revue de contrat								
010	Processus de revue d'offre								
002	Signature dossier de conception vérifié et validé de la commande (Conformité des machines)								
012	Sécurisation du planning BE (?)								
	Objectifs intermédiaires - Sous-fonctions - Missions/Tâches								
API	Amélioration permanente des indicateurs (OCD) - Réduction des FA&I / FE et reprises								
ACDCP	Analyses des CdcF								

Description des activités

Saisie du niveau d'expertise

Métiers/Acteurs

Activités	Niveau d'expertise			Projeteur	
	Nécessaire	Spécifique	Atteint		
Objectifs fonctionnels - Responsabilité					
Assistance technique					
Coordination intra-cellule - Management cellule (technique et ressources)				D. Miclo	V. Loisl
Coordination inter-cellule					
Devis technique					
Emission des documents contractuels de la commande					

Légende (remplissage des colonnes "niveaux d'expertises")	
- 	Cette compétence est faiblement mobilisée dans le processus
- 	Cette compétence doit être partiellement mobilisée dans le processus
- 	Cette compétence doit être fortement mobilisée dans le processus
Légende (remplissage des colonnes "acteurs")	
- 	Cette compétence est faiblement maîtrisée (uniquement un savoir)
- 	Cette compétence est partiellement maîtrisée
- 	Cette compétence est totalement maîtrisée

Fig. IV : Matrice de compétences, vue "métier"

2. La matrice des compétences d'un point de vue « Produit »

Dans cette perspective, la nomenclature métier est décomposée sous la forme d'ensembles macroscopiques dont la réalisation demande soit des spécialistes, soit des compétences dont la description est faite par métier et dont l'estimation de son niveau de mobilisation se fait par produit.

Suivant si l'on se place à un niveau macroscopique des ensembles de produits réalisés ou à un niveau microscopique, l'évaluation des niveaux d'expertises sera différente :

- A un niveau microscopique, à chaque produit, on associera un niveau d'expertise d'un acteur tel qu'il a été défini par [Rakoto *et al.*, 2002] :
« L'expert assure son expertise auprès de ses clients internes et externes. Il capitalise et fait partager son expertise, et dynamise les connaissances du domaine où il est reconnu comme une référence. »
- A un niveau macroscopique, on associera les compétences basées sur la trilogie classique des *savoirs, savoir-faire et savoir-être* à chaque acteur intervenant sur le sous-ensemble du produit final.

Dans un cadre de conception routinière, cette approche présente les avantages d'une grande visibilité sur les produits conçus, et le repérage rapide des personnes compétentes sur un produit spécifique.

La présente un exemple de matrice de compétences avec une vue produit sur une équipe chargée de concevoir des moteurs asynchrones triphasés chez Alstom Moteurs.

Matrice de compétence pour la conception des Moteurs asynchrones

Ensemble produits		ROTOR				Carcasse	Paliers
Sous ensemble produits		Partie magn.	Ventillation	Arbre	Cage à écureuil		
Titre	noms						
Resp. technique O&G	G. Boss						
Corres. Tech. et Qualité	M. Ollier						
Projeteur	D. Marcheur						
	V. Cadl						
Dessinateur	B. Diurne						
	J. B. Delalandel						
	D. Pinien						

Annexe 5 : Matrices de compétences utilisées lors de la constitution de listes d'abonnés

LEGENDE				
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Connaissance	· Avoir acquis la formation de base au poste	· Savoir accomplir toutes les tâches du poste	· Savoir accomplir toutes les tâches du poste · Savoir les expliquer	· Savoir accomplir toutes les tâches du poste · Savoir les expliquer · Pouvoir être formateur
Activité	· Appliquer les standards déposés par le développement	· Appliquer les modes opératoires déposés · Choisir et appliquer un standard parmi les standards déposés par le développement.	· Appliquer les standards déposés par le développement · Choisir et appliquer un standard parmi les standards déposés par le développement. · Définir un nouveau standard	· Appliquer les standards déposés par le développement · Choisir et appliquer un standard parmi les standards déposés par le développement. · Définir un nouveau standard · Réaliser des opérations inhabituelles
Autonomie	· Travailler avec accompagnement d'un tuteur	· Travailler seul sur base du mode opératoire choisi	· Travailler seul sur la base du standard choisi et/ou créé. · Proposer des actions d'améliorations (procédés, équipements)	· Travailler seul sur la base du standard choisi et/ou créé. · Préparer et/ou impliquer dans des actions d'amélioration continue (procédés, équipements, implantation et produits)
Qualité	· Contrôler son travail/documents techniques avec accompagnement (tuteur)	· Auto-contrôler son travail/documents techniques suivant le mode opératoire déposé choisi	· Auto-contrôler son travail/documents · Interpréter les résultats et corriger (action curative)	· Auto-contrôler son travail/documents · Interpréter les résultats et corriger (action corrective)

Un niveau est acquis lorsque tous les critères de ce niveau sont atteints

Fig. V: Matrice des compétences avec vision Produit.

Monsieur ROSE Bertrand

DOCTORAT de l'UNIVERSITE HENRI POINCARÉ, NANCY 1

en AUTOMATIQUE, TRAITEMENT DU SIGNAL, GENIE INFORMATIQUE

VU, APPROUVÉ ET PERMIS D'IMPRIMER N° 1034

Nancy, le 12 janvier 2005

Le Président de l'Université



Résumé

Dans un contexte de performances de plus en plus exigeantes, les acteurs de la conception de produits mécaniques sont invités à collaborer de plus en plus étroitement afin de mener à bien leur projet. Ces exigences de plus en plus pointues dans des domaines précis conduisent à une augmentation globale du patrimoine de connaissances des acteurs. La mise en commun de connaissances très diverses lors des phases de collaboration a très vite mis en évidence la nécessité de structurer ce patrimoine de manière à pouvoir le réutiliser à bon escient tout au long du cycle de vie du produit, afin notamment de prévenir d'éventuels conflits. La multiplicité des expertises et points de vue des acteurs rassemblés autour du projet de conception est un facteur d'amplification de ceux-ci. Dans ce contexte, notre travail propose une solution à la gestion et la résolution de conflits apparaissant autour des problèmes de conception. Nous présentons dans ce mémoire un référentiel pour la conception collaborative de produits spécifiquement dédié à la gestion de conflits. Ce référentiel propose une véritable infrastructure pour permettre aux différents acteurs impliqués dans un conflit de structurer leurs échanges et de capitaliser les solutions évoquées à des fins de réutilisation dans d'autres projets. Nous implémentons ce référentiel dans l'application logicielle **CO²MED** (**CO**llaborative **CO**nflit **M**anagement in **E**ngineering **D**esign). Nous validons celui-ci sur un cas industriel issu de la conception d'un stator de moteur électrique chez Alstom Moteurs Nancy.

Mots-clés

Ingénierie collaborative, gestion de conflits, connaissances collaboratives, capitalisation, réutilisation, UML.

Abstract

In a context of increasingly demanding performances, different product design actors are invited to collaborate narrowly in order to conclude their project. These increasingly specific requirements in precise domains lead to a global increase of the actors' knowledge patrimony. The interaction of various types of knowledge during the collaboration phases highlighted the need for structuring this inheritance so as to be able to re-use it advisedly throughout the product life cycle, thus preventing possible conflicts. The multiplicity of expertises and viewpoints of the actors involved in the design project is an amplification factor of these conflicts. In this context, our work proposes a solution to manage and solve conflicts within design problems. We present in this document a framework for collaborative products design specifically dedicated to conflicts handling. This framework proposes an infrastructure to allow the various conflict implied actors to structure their exchanges and to capitalize the evoked solutions with a reuse purpose in other projects. We implement this framework in the software application **CO²MED** (**CO**llaborative **CO**nflit **M**anagement in **E**ngineering **D**esign). We validate this one on an industrial case resulting from the design of an electric motor at Alstom Moteurs Nancy

Keywords

Collaborative engineering, conflicts management, collaborative knowledge, capitalization, reuse, UML.