



HAL
open science

Approche systémique de la prise de décision en entreprise

Julie Stal-Le Cardinal

► **To cite this version:**

Julie Stal-Le Cardinal. Approche systémique de la prise de décision en entreprise. Mécanique [physics.med-ph]. Université de Nantes, 2009. tel-00786203

HAL Id: tel-00786203

<https://theses.hal.science/tel-00786203v1>

Submitted on 8 Feb 2013

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

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

Habilitation à Diriger des Recherches
Spécialité : Mécanique

Approche systémique de la prise de décision en entreprise

Julie Stal - Le Cardinal

Préparée au Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris

Soutenue à Nantes, le 23 novembre 2009, devant le jury composé de :

Améziane Aoussat (Rapporteur)	Professeur, ENSAM, Paris
Alain Bernard	Professeur, Ecole Centrale de Nantes
Jean-Claude Bocquet	Professeur, Ecole Centrale Paris
Emmanuel Caillaud (Rapporteur)	Professeur, Université Strasbourg 1
Benoît Furet	Professeur, Université de Nantes
Jean-François Petiot (Rapporteur)	Professeur, Ecole Centrale de Nantes
Sandor Vajna	Professeur, Université de Magdeburg, Allemagne

SOMMAIRE

Sommaire	- 3 -
Avant Propos	- 7 -
Première Partie : CV personnel et activités.....	- 9 -
Curriculum Vitae	- 11 -
Etat Civil.....	- 11 -
Formation.....	- 11 -
Expérience professionnelle de recherche	- 12 -
Expérience professionnelle d'enseignement.....	- 12 -
Expérience professionnelle en conseil.....	- 12 -
Séjours à l'étranger.....	- 13 -
Activites de recherche	- 14 -
Thématique de recherche	- 14 -
Collaborations internationales.....	- 15 -
Collaborations nationales.....	- 15 -
Contrats industriels	- 16 -
Contrats institutionnels.....	- 17 -
Organisation de colloques.....	- 17 -
Relecture d'articles et chairman.....	- 18 -
Conférences invitées.....	- 18 -
Publications et Encadrements	- 19 -
Résumé.....	- 19 -
Encadrements de Thèses	- 20 -
Encadrements de DEA / Master.....	- 22 -
A - Revues spécialisées avec comité de lecture	- 24 -
B - Ouvrages de synthèse.....	- 25 -
C - Conférences internationales avec actes et comité de lecture	- 25 -
D - Colloques avec actes à diffusion restreinte	- 28 -
Publications dans des congrès nationaux à comité de lecture.....	- 28 -
Communications dans des congrès internationaux.....	- 28 -
CER - Rapports internes.....	- 29 -
E - Diffusion de l'information scientifique et technique, vulgarisation.....	- 29 -
F - Brevets – Protection industrielle	- 29 -
Activites pédagogiques et d'enseignement.....	- 30 -
Résumé.....	- 30 -
Cours d'option Génie Industriel (3 ^{ème} année ingénieur)	- 31 -
Cours en 1 ^{ère} ou 2 ^{ème} année ingénieur.....	- 31 -
Encadrements de projets de 1 ^{ère} , 2 ^{ème} et 3 ^{ème} année.....	- 32 -
Interventions à l'international	- 32 -
Interventions extérieures.....	- 32 -
Vulgarisation scientifique	- 32 -
Responsabilités administratives actuelles	- 33 -
Responsabilités administratives passées	- 33 -

Deuxième Partie : Synthèse des travaux de recherche menés	- 35 -
Introduction.....	- 37 -
1. Modélisation du processus de prise de décision.....	- 40 -
1.1. Introduction – Contexte	- 40 -
1.2. Ligne de Vie de la Décision ou Decision Time Line (DTL).....	- 41 -
1.3. INtegrated Decision makInG mOdel (INDIGO).....	- 43 -
1.4. Principaux résultats	- 44 -
1.5. Principales publications sur le thème	- 45 -
2. Au niveau opérationnel : capitalisation des connaissances pour les décisions techniques.....	- 46 -
2.1. Introduction – Contexte	- 46 -
2.2. Proposition d’une lecture systémique pour analyser les systèmes de gestion des connaissances	- 49 -
2.3. Gestion des connaissances dans le processus de conception pour une meilleure prise de décision	- 56 -
2.4. Principaux résultats	- 59 -
2.5. Principales publications sur le thème	- 59 -
3. Au niveau tactique : modélisation des décisions de management de projet.....	- 61 -
3.1. Introduction – Contexte	- 61 -
3.2. Méthode d’aide au choix d’acteurs	- 64 -
3.3. Modélisation des décisions collaboratives au sein d’un projet.....	- 67 -
3.4. Analyse Préliminaire des Risques du processus de décision.....	- 69 -
3.5. Principaux résultats	- 72 -
3.6. Principales publications sur le thème	- 73 -
4. Au niveau stratégique : décisions d’organisation d’entreprise.....	- 75 -
4.1. Introduction – Contexte	- 75 -
4.2. Déploiement d’une démarche projet issue d’une analyse des dysfonctionnements dans les prises de décisions	- 76 -
4.3. Modélisation d’entreprise et vue système.....	- 78 -
4.4. Réseaux de compétences et nouvelles formes d’organisation.....	- 79 -
4.5. Principaux résultats	- 81 -
4.6. Principales publications sur le thème	- 81 -
Conclusion.....	- 83 -
Perspectives de recherche	- 84 -
1. Prise en compte de la dimension humaine dans les projets	- 84 -
1.1. Prise de décision	- 84 -
1.2. Humain, culture et projets.....	- 85 -
2. Poursuite de nos travaux en recherche dans le monde de la santé.....	- 85 -
Références bibliographiques	- 87 -
Annexes.....	- 92 -

« *Deviens qui tu es ! Fais ce que toi seul peut faire.* »

Ainsi parlait Zarathoustra
Friedrich Wilhelm Nietzsche

AVANT PROPOS

Ce mémoire est constitué de trois parties :

Partie 1 : Curriculum Vitae personnel ;

Partie 2 : Présentation des travaux de recherche et perspectives ;

Annexes : Publications majeures.

La partie 2 constitue le document de synthèse de nos activités, replacées dans le contexte de la recherche en conception de produits et de services, avec en fin de partie le projet de recherche que nous souhaitons poursuivre.

Les travaux scientifiques cités sont classés en deux catégories :

- Les publications personnelles ont un repère de type [A-05-1], certaines d'entre elles sont fournies en partie 3 (Annexes). La liste des publications personnelles est organisée en sous-groupes (revue, conférence...), référencés par la première lettre du repère. Le second nombre correspond à l'année de publication, le dernier nombre au numéro chronologique dans le sous-groupe. La liste des publications personnelles se trouve dans la partie 1.
- Les références bibliographiques (hors publications personnelles) sont repérées par le nom du premier auteur et l'année [Nom, année], la liste complète, organisée par ordre alphabétique, se trouve en fin de partie 2.

PREMIERE PARTIE : CV PERSONNEL ET ACTIVITES

CURRICULUM VITAE

Etat Civil

Julie STAL-LE CARDINAL

Née le 29/05/1973 à Rouen (76), mariée, deux enfants.

Adresse Professionnelle :
Ecole Centrale Paris
Laboratoire Génie Industriel
Grande voie des vignes
92295 Châtenay Malabry
tel : 01 41 13 15 69 / fax : 01 41 13 12 72
email : julie.le-cardinal@ecp.fr
web : <http://www.gi.ecp.fr/>

Enseignant-Chercheur, ingénieur en mécanique, avec une spécialisation dans les processus, les organisations et les aspects humains dans la conception de produits et de systèmes

Formation

1997-2000

Thèse de doctorat sur une étude des dysfonctionnements dans la prise de décision.
Application au choix d'acteur (Ecole Centrale Paris).

Composition du jury :

- Jean-Paul BARTHES : Professeur UTC (Rapporteur).
- Olivier GARRO : Professeur UTBM (Rapporteur).
- Jean-Louis ERMINE : Professeur INSTN, CEA, Saclay.
- Jean-Claude PROUHEZE : Directeur R&D, Vallourec.
- Sendor VAJNA : Professeur Universitat Magdeburg, Allemagne.
- Jean-Claude BOCQUET : Professeur ECP (Co-Directeur de thèse).
- Mounib MEKHILEF : Maître de Conférence Université d'Orléans (Co-Directeur de thèse).

1996-1997

Diplôme d'Etudes Approfondies Génie des Systèmes Industriels (GSI), option Productique (Ecole Centrale Paris).

Projet de recherche de DEA GSI (ECP) concernant l'élaboration d'un modèle de capitalisation du savoir-faire (développement de l'outil RAdo).

1991-1996

Diplôme d'Ingénieur en Génie Mécanique, filière Design Industriel (Université de Technologie de Compiègne).

Expérience professionnelle de recherche

depuis 2002

Poste de Chef des Travaux à l'Ecole Centrale Paris (poste équivalent pour l'ECP à Maître de Conférences).

Unité de recherche d'appartenance : EA2606.

depuis 2001

Qualifiée aux fonctions de Maître de Conférences en 60ème section (Mécanique, génie mécanique, génie civil) renouvelée en 2005 et 2009.

2000-2002

Poste d'Assistant à temps plein à l'Ecole Centrale Paris.

1999-2002

Consolidation des travaux de recherche sur des projets R&D du groupe Vallourec en vue de proposer une méthodologie adaptée. Etude de 22 dysfonctionnements de projets et propositions de préconisations.

Expérience professionnelle d'enseignement

juin 2009

Professeure invitée à l'Université de Cornell, NY, USA pour un séminaire d'une semaine de cours sur innovation, créativité et management de projet.

depuis 2007

Membre de la délégation chargée de la supervision des échanges d'élèves-ingénieurs entre l'ECP et les universités américaines Columbia et Cornell.

depuis 2002

Poste de Chef des Travaux à l'Ecole Centrale Paris.

2000-2002

Poste d'Assistant à l'Ecole Centrale Paris.

1997-2000

Poste de monitorat à l'Ecole Centrale Paris : initiation à la pratique de la pédagogie, stages de formation à l'enseignement supérieur, cours sur l'analyse de la valeur, la gestion de projets, encadrement de projets de deuxième et troisième année.

1996

Formatrice GRETA pour DNTS (innovation, méthodes de créativité, conception coût global objectif, gestion de projet, ingénierie simultanée).

Expérience professionnelle en conseil

depuis 2006

Interventions, en tant que consultante, sur les thèmes d'aide au management de projet et capitalisation des connaissances (principaux clients : Vallourec, BPI).

2000-2002

Accompagnement de chefs de projets de la société Vallourec dans l'objectif de déployer une démarche projet générale au groupe. Conseils sur l'amélioration du processus R&D du groupe.

1996

Projet de fin d'études (6 mois) dans la société Covalence (92), spécialisée en méthodologies d'aide à la conception et en gestion de projet. Principaux clients : Valeo, GDF, Moulinex, Air France...

Séjours à l'étranger

1995

Semestre d'études à Montréal, Ecole de Design Industriel (CANADA).

ACTIVITES DE RECHERCHE

Nos activités de recherche se déroulent au Laboratoire Génie Industriel (LGI) de l'Ecole Centrale Paris, équipe d'accueil 2606. Les travaux au sein du LGI portent principalement sur la création « de valeurs scientifiques internationales pour des valeurs industrielles et sociétales durables » (Jean-Claude Bocquet, 2008). Ces activités de recherche ont débuté en 1996 à l'occasion d'un DEA en Génie Industriel au sein du Laboratoire Productique - Logistique de l'ECP, elles ont continué par une thèse dans ce même laboratoire, suivie de mon recrutement en tant que Chef des Travaux en juillet 2002, poste qui pour l'ECP est équivalent au poste de Maître de Conférences. Notre formation d'origine d'ingénieur mécanique, spécialisé en design industriel et conception de produit est toujours sous-jacente dans notre activité de recherche et le processus de conception est l'environnement de nos travaux.

Thématique de recherche

Le domaine d'application de nos activités de recherche est la conception de produits et de systèmes manufacturés.

Dans ce domaine, nos axes de recherche ont pour objectif de faciliter les prises de décisions en entreprise. Pour cela, nos apports se situent à trois niveaux :

- Au niveau opérationnel : apports sur les prises de décisions techniques concernant la conception des produits et des services par la capitalisation et la gestion des connaissances ;
- Au niveau tactique : apports sur les prises de décisions relatives au montage et au suivi des projets de conception et plus particulièrement sur le choix d'acteurs d'une part et les décisions collaboratives d'autre part ;
- Au niveau stratégique : apports sur les décisions d'organisation d'entreprises par la modélisation d'entreprise et l'approche systémique.

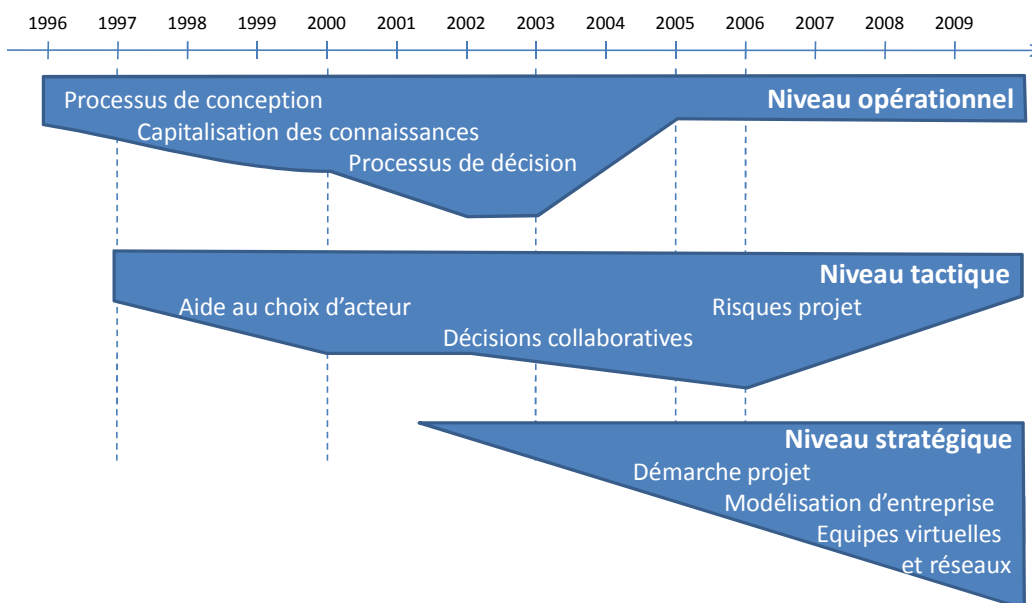


Figure 1 : Chronologie et importance de nos différents thèmes de recherche

La figure 1 représente les thèmes sur lesquels nous travaillons depuis plus de dix ans ainsi qu'un ordre de grandeur de leur importance en termes d'investissement en temps. Ces différents thèmes seront détaillés dans la partie 2.

Nous tenons à ce que les modèles élaborés en recherche soient validés et enrichis par une application dans le monde industriel (dans de nombreux domaines et secteurs).

Collaborations internationales

depuis 2009

Collaboration scientifique de recherche avec Penn State University, USA sur la thématique Génie industriel et Santé avec Harriet BLACK NEMBARD, *associate professor of Industrial Engineering*.

depuis 2006

Membre du Scientific Advisory Board de la conférence internationale Design 2006, 2008, 2010.

2006

Sélectionnée par le Ministère des Affaires Etrangères Français pour faire partie de la délégation de 100 jeunes scientifiques pour un échange France-Chine.

depuis 2005

Membre de la Design Society.

depuis 2000

Participation sur l'aspect développement de produit au colloque IPD (Integrated Product Development) organisé tous les deux ans par le Professeur Sandor VAJNA à Magdeburg, Allemagne.

2000-2001

Participation à la mise en place du centre d'accueil du Chapitre PMI-Ile de France (Project Management Institute) au sein de l'ECP.

Membre du Project Management Institute

Membre du Knowledge Board

Collaborations nationales

depuis 2008

Marraine du groupe Génie Industriel et Santé de l'Ecole Centrale Paris (groupe de jeunes chercheurs réunis autour d'une problématique commune : faire profiter le monde de la santé des méthodes déployées en génie industriel). Volonté de mettre en commun nos recherches appliquées au monde de la santé et d'être leader dans ce domaine.

depuis 2007

Membre de l'axe Management de Projet du laboratoire Génie Industriel

Responsable et animatrice du Groupe de travail « Humain », traitant des aspects humains dans les projets.

Rédaction d'un Cahier d'Etudes et de Recherche sur la Complexité dans les projets en entreprise [**CER 09-04**].

Responsable et animatrice du Groupe de travail « REX et Projets », traitant du retour d'expériences dans les projets.

depuis 2004

Collaboration avec Jean-Louis ERMINE de l'INT d'Evry sur la thématique du management des connaissances avec notamment le co-encadrement de la thèse d'Abir FATHALLAH sur les systèmes d'entreprise.

2003-2006

Co-animatrice de l'axe connaissance du GdRMACS C2EI (Modélisation et pilotage des systèmes de Connaissances et de Compétences dans les Entreprises Industrielles) animé par Emmanuel CAILLAUD.

Membre du GdRMACS IS3C (Ingénierie des Systèmes de Conception et Conduite du Cycle de vie produit) animé par Michel BIGAND ET Philippe GIRARD.

2000-2003

Marraine du groupe CIRCARE (groupe de jeunes chercheurs, thésards, étudiants en DEA, en relation étroite avec l'industrie et réunis autour d'une problématique commune : la Gestion des Connaissances). Incubateur d'idées, profitant de sa position centrale entre les expériences industrielles d'application de la démarche de Knowledge Management et des réflexions de recherche théoriques sur la question, CIRCARE met l'accent sur la confrontation de points de vues et l'échange entre disciplines pour faciliter la compréhension des problèmes suscités par la mise en œuvre de cette nouvelle démarche.

Espace d'échange et de réflexions, CIRCARE est aussi de fait une structure de veille sur les méthodes, les outils et les implications des démarches de Knowledge Management.

2002

Participation aux journées du Club de Montréal pour Airbus, Toulouse sur le thème : maturité du produit dans les grands projets (satisfaction du client, sécurité-fiabilité, coût de la maintenance). Ce club compte vingt et un membres parmi lesquels des praticiens de la conduite de projets, des dirigeants d'entreprise, des chercheurs, des professeurs et des consultants ; ils travaillent ensemble sur le mode de l'auto-apprentissage et livrent les leçons qu'ils ont tirées de leurs expériences vécues.

Contrats industriels

depuis 2009

BPI : Aide au montage de l'activité « Management de Projets Complexes » et formation en clientèle (15 k€).

2006-2007

Signature et réalisation d'un contrat de formation/conseil avec la société Vallourec : "Integration of project management tools in a multicultural environment" (12 k€).

2004

Contrat CEA sur l'analyse comparative des moyens de stockage de l'hydrogène : proposition en cours de ratification démarrant en 2004 avec un élève de MASTER Recherche qui continue maintenant en thèse au laboratoire Génie Industriel.

2000-2003

Action de formation/conseil chez Vallourec : Etudes des dysfonctionnements projet et mise en place d'une méthodologie générique de management de projet (20 k€).

Contrats institutionnels

2005

Participation au dossier FAQSV (Fonds d'Aide à la Qualité des Soins de Ville d'Ile de France) déposé au premier trimestre 2005 sur l'hospitalisation à domicile (HAD) : collaboration avec le monde hospitalier pour résoudre la problématique des projets thérapeutiques dans la coordination des soins complexes au domicile pour les personnes âgées. La mise en œuvre des solutions développées concerne une partie de la population âgée de l'Est parisien (HAD de La Croix Saint Simon et Réseau AGEF). Le financement de cette mise en œuvre s'intègre dans un projet court terme de création de réseau en gérontologie. Notre intervention consiste, ici, à aider à utiliser des méthodes d'ingénierie projet, issues du génie industriel, dans le domaine hospitalier.

2005

Participation à l'appel d'offre de l'Assistance Publique – Hôpitaux de Paris (AP-HP) : Prestations de conseil et de formation / action à la méthodologie de pilotage et de suivi de projet pour les besoins de la mission de coordination des projets du plan équilibre de l'AP-HP.

Organisation de colloques

mai 2009

2^{ème} Conférence Francophone « Gestion des Connaissances, Société et Organisations » organisée par BEM Bordeaux Management School et l'Institut de Cognitique (Université Bordeaux II) en collaboration avec TELECOM Ecole de Management et le groupe ESC Troyes.

Organisation d'une session spéciale : Modélisation d'entreprise et gestion des connaissances (Organisateurs : Julie STAL-LE CARDINAL et Bruno VALLESPER).

Membre du comité scientifique.

août 2007

Membre du comité d'organisation du congrès international ICED Paris 2007 (International Conference on Engineering Design).

Membre du comité scientifique.

600 personnes, 42 pays.

mars 2005

Co-organisation d'une journée Connaissances liée au GdR Mac C2EI.

Relecture d'articles et chairman

Relecture d'articles de revue internationale :

- Concurrent Engineering Research and Applications Journal : 2006

Relecture d'articles de conférences internationales :

- Design : 2006, 2008
- ASME IDETC & CIE (Computers and Information in Engineering Conference) : 2005
- ASME IDETC (International Design Engineering Technical Conferences) : 2003, 2004
- International Conference on Engineering Design : 2003, 2005, 2007

Relecture d'articles de conférences nationales :

- Congrès Français de Mécanique : 2005
- Congrès Question de pédagogie : 2005
- GDR MACS, C2EI : 2004, 2006

Chairman dans des conférences internationales :

- Design 2008 : pour la session « Organizational Understanding of Product Development »
- ICED 2007 : pour la session « Redesigning Design Education »

Conférences invitées

IPD 2000

Invitée par le Professeur Sandor VAJNA à présenter mes travaux de thèse lors d'un workshop pendant le congrès IPD.

PUBLICATIONS ET ENCADREMENTS

Résumé

Publications	Nombre
A - Revues Spécialisées avec comité de lecture	8 acceptés
B - Ouvrages de synthèse	3
C - Conférences internationales avec actes et comité de lecture	33
D - Colloques avec actes à diffusion restreinte	11
CER - Cahier d'Etudes et de Recherche	4
E - Diffusion de l'information scientifique et technique	1
F - Brevet (enveloppe Soleau)	1
Encadrements de thèse (4 soutenues, 4 en cours, 4 académiques, 4 industrielles)	Taux d'encadrement
Damaris GALVAN-MONTIEL, soutenue le 15 décembre 2003	50%
Barthélémy LONGUEVILLE, soutenue le 17 décembre 2003	50%
Alexandre TISSOT, soutenue le 04 février 2005	50%
Marija JANKOVIC, soutenue le 11 décembre 2006	50%
Marinita SCHUMACHER, en cours	50%
Corinna HORNIG-FLÖCK, en cours	50%
Abir FATHALLAH, en cours	40%
Benjamin ZIMMER, en cours	50%
Encadrements de DEA / Master Recherche Sur les 3 dernières années, 8 Master encadrés	Taux d'encadrement
3 étudiants	100%
3 étudiants	70%
2 étudiants	50%

La figure 2 représente le nombre de publications classées par type sur la période 1999-2009.



Figure 2 : Nombre et type de publications pour la période 1999-2009

Encadrements de Thèses

Damaris GALVAN-MONTIEL

Modélisation du processus de conception : proposition d'un processus élémentaire.

Thèse effectuée par Damaris GALVAN MONTIEL que nous avons encadrée à 50%.

L'objectif est d'obtenir un système d'aide pour l'organisation, la spécification, la définition, la planification, la réalisation et la gestion d'indicateurs des flux d'information, de décision et d'action en phase de conception d'un produit nouveau. Ce travail s'est consacré aux relations entre les sous-systèmes physique, d'information et de décision pour la gestion d'indicateurs en phase de conception d'un produit nouveau.

Thèse académique soutenue le 15 décembre 2003 (bourse Sphère).

Composition du jury :

- Emmanuel CAILLAUD : Professeur Université Louis Pasteur Strasbourg (Rapporteur).
- Patrick TRUCHOT : Professeur ENSGI-INPL (Rapporteur).
- Yves CARTONNET : Professeur ENS CACHAN.
- Jean-Claude BOCQUET : Professeur ECP (Co-Directeur de thèse).
- Julie STAL-LE CARDINAL : Chef des Travaux ECP (Co-Directeur de thèse).

Barthélémy LONGUEVILLE

Capitalisation des processus de décision dans les projets d'innovation : Application à l'automobile.

Thèse effectuée par Barthélémy LONGUEVILLE que nous avons encadré à 50%.

Il s'agit dans un premier temps de caractériser et d'explicitier le processus de décision support de l'activité d'innovation et en particulier d'explicitier ses liens avec l'environnement. Le travail scientifique se concentre sur la modélisation des processus de décision, la structuration systémique des critères de choix et de l'environnement et

l'expression des lois de comportement des systèmes identifiés. Dans un second temps il s'agit de construire une méthode de capitalisation des connaissances liées au système de décision dans une optique de réutilisation. Les applications se font au sein des projets d'innovation de la Direction de la Recherche et de l'Innovation Automobile de PSA PEUGEOT CITROËN.

Thèse CIFRE soutenue le 17 décembre 2003 (contrat de recherche 45 k€).

Composition du jury :

- Daniel BRISSAUD : Professeur INPG (Rapporteur).
- Guy DOUMEIGNTS : Professeur UNIVERSITE DE BORDEAUX 1 (Rapporteur).
- Jean-Louis ERMINE : Professeur INT.
- Pascal DANAUD : PSA PEUGEOT CITROËN.
- Jean-Claude BOCQUET : Professeur ECP (Co-Directeur de thèse).
- Julie STAL-LE CARDINAL : Chef des Travaux ECP (Co-Directeur de thèse).

Alexandre TISSOT

Vers un système de management des connaissances : étude et caractérisation dans le cadre d'une entreprise à structure décentralisée.

Thèse effectuée par Alexandre TISSOT que nous avons encadré à 50%.

Ce travail de thèse se base sur la notion de gestion des connaissances dans le cadre de travail en groupe d'experts. Il s'agit, d'une part, d'identifier les compétences juste nécessaires à capitaliser et, d'autre part, de proposer une solution de partage des informations pour faciliter les décisions. Les modèles développés ont été implémentés chez Vallourec.

Thèse CIFRE soutenue le 04 février 2005 (contrat de recherche 45 k€).

Composition du jury :

- Emmanuel CAILLAUD : Professeur Université Louis Pasteur Strasbourg (Rapporteur).
- Nada MATTA : Maître de conférences, UTT (Rapporteur).
- Jean-Louis ERMINE : Professeur INT.
- Alain HONNART : Directeur industriel Groupe Vallourec.
- Raymond SECQ : Directeur des Systèmes d'information, Groupe Vallourec.
- Jean-Claude BOCQUET : Professeur ECP (Co-Directeur de thèse).
- Julie STAL-LE CARDINAL : Chef des Travaux ECP (Co-Directeur de thèse).
- Caroline VERZAT : Maître de conférences EC Lille (Co-Directeur de thèse).

Marija JANKOVIC

Prise de décisions collaboratives dans le processus de conception de nouveaux produits. Application à l'automobile.

Thèse effectuée par Marija JANKOVIC que nous avons encadrée à 50%.

Les décisions prises dans la phase de préconception d'un produit influencent le futur de l'entreprise car cette phase est caractérisée par de nombreux risques et incertitudes. Structurer le processus de décision dans cette phase peut aider à mieux la gérer.

Thèse académique soutenue le 11 décembre 2006 (statut assistant).

Composition du jury :

- Alain BERNARD : Directeur de la recherche, EC Nantes (Rapporteur).
- Jean-François BOUJUT : Professeur INPG (Rapporteur).
- Benoit WEIL : Professeur Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Pascale ZARATE : HdR IRIT – INPT.
- Jean-Marc BAVOUX : PSA PEUGEOT CITROËN.
- Jean-Claude BOCQUET : Professeur ECP (Co-Directeur de thèse).
- Julie STAL-LE CARDINAL : Chef des Travaux ECP (Co-Directeur de thèse).

Corinna HORNIG-FLÖCK

Systematic and Integrated Approach for the Generation of Car Cockpit Design Requirements for Aged Drivers.

Thèse effectuée par Corinna HORNIG-FLÖCK, étudiante allemande, que nous encadrons à 50%.

Date prévue de fin de thèse : courant 2010 (contrat européen 250 k€).

Marinita SCHUMACHER

Competence Management Methodology for Virtual Team Building.

Thèse effectuée par Marinita SCHUMACHER, étudiante allemande, que nous encadrons à 50%.

Date prévue de fin de thèse : courant 2010 (contrat européen 175 k€).

Abir FATHALLAH

Modélisation des entreprises de production de biens et de services par les flux d'information, de connaissances et de valeur.

Thèse effectuée par Abir FATHALLAH, que nous encadrons à 40%, en collaboration avec Jean-Louis ERMINE, directeur de la recherche de Telecom Ecole de Management.

Date prévue de fin de thèse : courant 2010 (bourse du Ministère).

Benjamin ZIMMER

Création d'un réseau de compétences pour le montage de projets afin de faciliter la vie des personnes âgées, travail en collaboration avec l'ARESA et l'hôpital Charles Foix.

Thèse CIFRE effectuée par Benjamin ZIMMER, que nous encadrons à 50%.

Date prévue de fin de thèse : courant 2011 (contrat de recherche 35 k€).

Encadrements de DEA / Master

Descriptif des sujets des 3 dernières années :

- H-08-8** Identification, Comparatif et correspondances des méthodes d'analyse des processus, Julien PERROT, 2008.
Encadrement : 50%
- H-08-7** Analyse Prélimaire des Risques dans un processus de décision, Nadia BENHILA, 2008.
Encadrement : 70%
- H-08-6** Méthodologie d'aide à l'évaluation d'une décision en cohérence avec la performance d'une entreprise, Mouadh YAGOUBI, 2008.
Encadrement : 50%
- H-08-5** Recherche bibliographique sur l'impact de la culture d'entreprise sur l'organisation des équipes projets et la performance des projets, Sébastien DARMAGNAC, 2008.
Encadrement : 70%
- H-08-4** Utilisation d'applications KBE dans la gestion de la mémoire projet en phase d'avant projet, Snecma, Fabien ALBOUY, 2008
Encadrement : 100%
- H-07-3** Les différentes approches systémiques, François PETETIN, 2007
Encadrement : 100%

- H-06-2** Re-engineering des attractions les plus populaires du parc Disneyland Resort Paris, Julien SALVIA, 2006
Encadrement : 100%
- H-06-1** Analyse comparative de stockage d'hydrogène avec le CEA, Ludovic-Alexandre VIDAL, 2006
Encadrement : 70%

A - Revues spécialisées avec comité de lecture

- A-09-8** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Collaborative Decision in Design Project Management. A Particular Focus on Automotive Industry*. Journal of Decision System. A paraître fin 2009.
- A-09-7** F. MARLE , **J. STAL-LE CARDINAL**, *Risk Assessment Method in Project Actor Choice*, IJDE. A paraître fin 2009.
- A-09-6** B. ZIMMER, L. DECHESNE, B. YANNOU, **J. STAL-LE CARDINAL**, A. DE TOUCHET, F. PIETTE, *A Design and Evaluation Program for Longer-life Products*, Gerontechnology 2009, 8(2):123.
- A-09-5** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.C. BOCQUET, *Proposition of the Project Management Framework through Integration of the Knowledge and Information of the Collaborative Decision Making Processes*, International Journal of Product Developpement, volume 8, number 2/2009, pages 109-121.
- A-09-4** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, J.C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Collaborative Decision Making: Complementary Developments of a Model and an Architecture as a Tool Support*, International Journal of Decision Support System Technology, IGI Publishing, January - March 2009.
- A-07-3** A.F.CUTTING-DECELLE, R.I.M. YOUNG, J.J. MICHEL, J.P. BOUREY, R. GRANGEL, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Managing Modularity in Production Management through Standardised Information Models - ISO 15531 MANDATE: A Product-Process-Resource based Approach*, Concurrent Engineering: Research and Applications (CERA), volume 15, number 2, June 2007, ISSN 1063 293X.
- A-06-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, F. MARLE, *Project: the Just Necessary Structure to reach your Goals*, International Journal of Project Management, volume 24, Issue 3, April 2006, pages 226-233.
- A-05-1** M. MEKHILEF, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Pragmatic Methodology to Capture and Analyse Decision Dysfunctions in Development Projects*, Technovation, volume 25, issue 4, April 2005, pages 407-420.

B - Ouvrages de synthèse

- B-08-3** A.F.CUTTING-DECELLE, R.I.M. YOUNG, B.P. DAS, C.J. ANUMBA, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Standards-Based Approaches to Interoperability in Supply Chain Management: Overview and Case Study Using the ISO 18629 PSL Standard*, Construction Supply Chain Management Handbook, Taylor & Francis, chapter 18, 2008.
- B-02-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Evaluation of Decisions Considering the Choice of Actors in Product Design Processes*, in *Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering'00*, Edité par P. CHEDMAIL, C. FORTIN, Editions Kluwer Academic Publishers, avril 2002.
- B-99-1** **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Generic Model for Know-how Capitalization*, in *Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering'98*, Edité par J.-L. BATOZ, P. CHEDMAIL, G. COGNET, C. FORTIN, Editions Kluwer Academic Publishers, 1999, pp. 569-576.

C - Conférences internationales avec actes et comité de lecture

- C-09-33** A. MINZONI-DEROUCHE, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Open – Mindedness, Empathy and Gender Issues: Going beyond National and Corporate Cultures*, ICED 2009, Stanford, USA
- C-08-32** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Survey of Competence Management for Virtual Teams*, IDMME 2008, Beijing, China
- C-08-31** A. FATHALLAH, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-L. ERMINE, J.- C. BOCQUET, *Enterprise Modelling: Building a Product Lifecycle (PLM) Model as a component of the integrated vision of the enterprise*, IDMME 2008, Beijing, China
- C-08-30** C.FLÖCK, **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *A Systemic Analysis of Older Driver's Requirements to Gather Knowledge to be used by Design Engineers*. International Design conference – DESIGN 2008, Dubrovnik, May 2008
- C-08-29** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *A Competence Management Methodology for Virtual Teams – A Systemic Approach to Support Innovation Processes in SME's*. International Design conference – DESIGN 2008, Dubrovnik, May 2008
- C-08-28** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Multidisciplinary Survey of Competence Management*, eChallenges e-2008, Stockholm, October 2008
- C-07-27** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Integration of Different Contexts in Collaborative Decision Making in New Product Development*, ICED07, Paris, France

- C-06-26** M. JANKOVIC, J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-M. BAVOUX, *Integral Collaborative Decision Model in order to Support Project Definition Phase Management*, International Design Conference, Design 2006, Dubrovnik, Croatia
- C-06-25** M. JANKOVIC, J.-C. BOCQUET, J.-M. BAVOUX, **J. STAL-LE CARDINAL**, J. LOUISMET, *Management of the vehicle Design Process throughout the Collaborative Decision Making Modelling*. Integrated Design and Manufacture in Mechanical Engineering, IDMME06, Grenoble, France
- C-06-24** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, ET AL. (2006). *Collaborative Decision Making: Complementary Developments of a Model and an Architecture*. 21st European Conference on Operational Research-EUROXXI, Iceland
- C-06-23** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, ET AL. (2006). *Complementary Aspects of a Conceptual Model and Architecture Tool for Collaborative Decision Making*. Workshop of the EWG-DSS, London, United Kingdom
- C-05-22** **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Design Process for Decision Making concerning the Establishment of the (Objective, Actor) Couple in Project Management Organization*, ICED 2005, Melbourne, Australia
- C-05-21** J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Definitions and Temporal Positioning of the Concepts linked to Decision Making in Industrial Project Design - DIKCORAC*, ICED 2005, Melbourne, Australia
- C-05-20** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Conceptual Context of Collaborative Decision Making and the Application of the Systems Approach Modelling*, 6^{ème} Congrès International de Génie Industriel, June 2005, Besançon, France
- C-04-19** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *An Integrated Decision-making process model in Design Project Environment*, DESIGN 2004, 8th International Design Conference, D. MARJANOVIC editor, May 2004, Cavtat – Dubrovnik, Croatia
- C-04-18** T. NGUYEN VAN, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Coupling Actor and Goal in Project Management*, IDMME 2004 (Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering), Bath, England
- C-04-17** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Knowledge Management as a Help for Decision Making in Design Projects*, IDMME 2004, Bath, England
- C-04-16** P. ALBERTI, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Intermediate Objects to Improve Creativity in a Design Project Team*, IDMME 2004, Bath, England
- C-04-15** D. GALVAN MONTIEL, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *A Proposal for Modeling Elementary Industrial Processes - Methodological Approach of Performance Measurement*, IDMME 2004, Bath, England
- C-03-14** A. TISSOT, **J. STAL-LE CARDINAL**, C. VERZAT, J.-C. BOCQUET, *Articuler les compétences métier et les compétences fonction dans un système de*

management des connaissances, GI 2003, 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Québec, Canada

- C-03-13** J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Innovation and Design Processes Modeling: a Systemic Approach*, ICED 2003 (International Conference on Engineering Design), Stockholm, Sweden
- C-03-12** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, P. DANEAU, *Toward a Project Memory for Innovative Product Design, a Decision-Making Process Model*, ICED 2003, Stockholm, Sweden
- C-03-11** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Knowledge Management as a Help for Decision Making in Design Projects*, ICED 2003, Stockholm, Sweden
- C-03-10** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *MEYDIAM, a Project Memory for Innovative Product Design*, IAMOT 2003, 12th International Conference on Management of Technology, T. KHALIL, L. MOREL-GUIMARAES and Y. A. HOSNI editor, Nancy, France
- C-02-9** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. BIGAND, *Supervision of Projects in an Organisation*, IEEE SMC'02, October 6-9 2002, Hammamet, Tunisia
- C-02-8** **J. STAL-LE CARDINAL**, *From Dysfunction Analysis to Project Management*, IDMME, May 14-16 2002, Clermont-Ferrand, France
- C-02-7** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Decision Based Project Memory for Design Projects of Innovative Products*. Workshop on Project Memory, Fith International Conference of Cooperative Systems. Saint Raphaël, 4/5/2002
- C-02-6** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Decision Based Knowledge Management for Design Project of Innovative Products*, DESIGN 2002, 7th International Design Conference, D. MARJANOVIC editor, May 2002, Cavtat – Dubrovnik, Croatia
- C-01-5** **J. STAL-LE CARDINAL**, 2001. *Decision-making: How to improve an organisation by its dysfunctions?* Proceedings of the ICED01 13th International Conference on Engineering Design, Glasgow, Scotland, August 21-23, pp. 617-624
- C-00-4** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Evaluation of Decisions Considering the Choice of Actors in Product Design Processes*, IDMME, May 16-19 2000, Montréal, Canada
- C-99-3** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *A Systemic Decision Approach for Capitalizing Dysfunctions in Design Processes*, ASME (American Society of Mechanical Engineers)- 25th Design and Automation Conference, September 12-15 1999, Las Vegas, USA
- C-99-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Competence-Based Dysfunction Analysis for Characterizing Product Development Decisions*,

ECEC (European Concurrent Engineering Conference), April 21-23 1999, Erlangen-Nürnberg, Germany

- C-98-1** J. STAL-LE CARDINAL, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *A Bijective User's Profile Oriented Model for Design Action Capitalization*, IDPT (Integrated Design and Process Technology) - Society for Design and Process Science, July 6-9 1998, Berlin, Germany

D - Colloques avec actes à diffusion restreinte

Publications dans des congrès nationaux à comité de lecture

- D-09-11** B. ZIMMER, J. STAL-LE CARDINAL, F. PIETTE, L. DECHESNE, B. YANNOU, *Modélisation systémique du marché des aides techniques et/ou technologiques au service du grand âge*, CONFERE'09, 02-03 juillet 2009, Marrakech, Maroc
- D-03-10** B. LONGUEVILLE, J. STAL-LE CARDINAL, J.-C. BOCQUET, *Mémoire de projet pour la conception de produits innovants*, AIP-PRIMECA'03, 8^{ème} colloque sur la conception mécanique intégrée, La Plagne, France
- D-02-9** D. GALVAN MONTIEL, J. STAL-LE CARDINAL, *Caractérisation du processus d'ingénierie de développement d'un produit manufacturé*, Conférence Génie industriel, mars 2002, Ecole centrale Lyon, France.
- D-01-8** J. STAL-LE CARDINAL, H. REMITA, J.-C. BOCQUET, S. DELLE-VEDOVE, E. ESPOSITO, Y. GUERIN, P. OBERTELLI, *Le projet en équipe à l'ECP : Point de rencontre des métiers, des disciplines et d'un secteur industriel*, ENST, 27-28 juin 2001, Brest, France
- D-01-7** B. LONGUEVILLE, J. STAL-LE CARDINAL, J.-C. BOCQUET, *La gestion des connaissances pour les projets de conception de produits innovants*, AIP-PRIMECA'01, 7^{ème} colloque sur la conception mécanique intégrée, La Plagne, France
- D-99-6** J. STAL-LE CARDINAL, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, - *Une modélisation des processus de décision sous la vue dysfonctionnements*, PRIMECA (Pôle de Ressources Informatiques pour la MECANIQUE), 6^{ème} colloque sur la conception mécanique intégrée, 7-9 avril 1999, La Plagne, France

Communications dans des congrès internationaux

- D-06-5** J.-C. BOCQUET, J. STAL-LE CARDINAL, *How students can satisfy needs within an industrial project*, IPD Workshop 2006, Magdeburg, Germany.
- D-04-4** M. MEKHILEF, J. STAL-LE CARDINAL, B. LONGUEVILLE, Ch. MAC MAHON, *Towards Building and Sharing a Common Understanding of the Integrated Design Field Evolution*, IPD Workshop 2004, Magdeburg, Germany

- D-02-3** J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A French Approach to Teaching Project Management: Tools, Practices and Realisation*, IPD Workshop 2002, Magdeburg, Germany.
- D-02-2** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Decision Based Project Memory for Design Projects of Innovative Products*, Workshop on Project Memory, 5th International Conference on the Design of Cooperative Systems, May 2002, Saint Raphaël, France
- D-00-1** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *A Study of Dysfunctions within Decision Making Process. Particular Focus on the Choice of Actor*, IPD Workshop 2000 (International Product Design), September 28-29 2000, Magdeburg, Germany

CER - Rapports internes

- CER 09-04** J.-C. BOCQUET, A.-F. CUTTING-DECELLE, V. GIGNOUX-EZRATTY, J.-L. GIORDANO, F. MARLE, A. SCHINDLER, **J. STAL-LE CARDINAL**, L.-A. VIDAL, *La complexité dans les projets en entreprise – Proposition d'une définition de la complexité et de méthodes pour sa détection et sa maîtrise.*
- CER 97-06** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Capitalisation des processus de conception en vue de réutilisation : Etat de l'art.*
- CER 97-07** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Démarche pour l'élaboration d'un modèle de capitalisation du savoir-faire.*
- CER 97-08** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Modèle générique de capitalisation du savoir-faire : structure générale.*

E - Diffusion de l'information scientifique et technique, vulgarisation

- E-08-1** **J. STAL-LE CARDINAL**, *Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision – Application au choix d'acteur*, in Dossier Mode(s) de Management, Centraliens janvier-février 2008, N°583 .

F - Brevets – Protection industrielle

- F-98-1** Enveloppe soleau, rédigée avec Mounib Mekhilef : AMIB process.
Analyse Multicritères des Informations Bibliographiques : proposition d'une méthode d'analyse d'une base de données bibliographique, qui facilite la gestion des articles et autres publications, en proposant une classification des publications par domaine et une représentation graphique des résultats.

ACTIVITES PEDAGOGIQUES ET D'ENSEIGNEMENT

Résumé

Etablissement : Ecole Centrale Paris
Discipline : Génie Industriel
180h de cours équivalent TD par an
125h d'encadrement de projets par an

Notre goût pour l'enseignement est concrétisé par des cours dispensés depuis 1996 sur les trois années du cycle ingénieur de l'Ecole Centrale Paris.

L'obtention du monitorat (poste alloué par le Rectorat de Versailles de 1997 à 2000) nous a permis, dès le début de la thèse, d'être en contact avec les étudiants de l'ECP et de leur exposer nos problématiques de recherche.

Nous avons retenu et assuré des enseignements dans le domaine de nos activités de recherche. Les enseignements de méthodes d'analyse et de conception, de conception de produit ainsi que de management de projets sont alimentés et illustrés par une activité de recherche en lien direct avec une activité en entreprise.

Entre 1997 et 2000, nos activités d'enseignement ont été effectuées dans le cadre d'un chapeau de monitorat pendant trois ans à l'Ecole Centrale Paris (ECP) et étaient centrées sur la thématique projet. Depuis 2000, elles concernent des thématiques telles que l'innovation et la créativité, le retour d'expérience et la performance d'entreprise, le management de projets. Nos activités d'enseignement sont synthétisées chronologiquement dans le tableau suivant, puis l'ensemble de nos enseignements principaux sont détaillés.

Activités d'enseignement en cours

Année	Intitulé	Type d'intervention	Public
2009	Cours en anglais sur innovation, créativité et management de projet	Cours et TD (15h)	Cornell University, NY, USA
depuis 2007	Animation de séminaires de développement personnel et de leadership	Cours et TD (100h)	1 ^{ère} et 2 ^{ème} années
depuis 2000	Analyse du processus d'innovation	Cours et TD (30h)	3 ^{ème} année option GI
depuis 2000	Connaissances et compétences au service de la performance	Cours et TD (30h)	3 ^{ème} année option GI
depuis 2001	Management des risques	Cours (6h)	3 ^{ème} année option GI
depuis 1997	Encadrement de projets	(125h)	1 ^{ère} , 2 ^{ème} et 3 ^{ème} année

Activités d'enseignement passées

Année	Intitulé	Type d'intervention	Public
2002 - 2008	Introduction au génie industriel	Cours et TD	1 ^{ère} et 2 ^{ème} années
2002 - 2008	Management de projet	Cours et TD	2 ^{ème} année
2000 - 2003	Conception de produit	Cours et TD	3 ^{ème} année filière Conception Développement Recherche
1999 - 2003	Cours sur une méthode de gestion et de représentation des informations bibliographiques	Cours	DEA 3 ^{ème} année
1997 - 2002	Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur	Cours et TD	2 ^{ème} et 3 ^{ème} année
1997 - 2001	Management de projet	Cours	DEA 3 ^{ème} année
1997 - 2001	Méthodologies de conception et d'industrialisation de produits et de systèmes	TD	3 ^{ème} année option GI

Tableau 1 : Détail des enseignements principaux

Nous reprenons, ci-après par année du cursus d'ingénieur, le détail de l'ensemble de nos interventions.

Cours d'option Génie Industriel (3^{ème} année ingénieur)

- Analyse des processus d'innovation (30h)
- Connaissances et compétences au service de la performance (30h)
- Management des risques (6h)
- Risques et prises de décision (3h)

Cours en 1^{ère} ou 2^{ème} année ingénieur

- Savoir-faire ingénieur, leadership et créativité et projet professionnel : Animation de séminaire de 40 élèves « Ateliers Ariane » (100h)
Depuis la rentrée de septembre 2007, nous avons pris la **responsabilité d'un atelier** de 40 étudiants de première année ECP. Il s'agit de les accompagner pendant un an et demi sur des thèmes tels que devenir ingénieur ainsi que sur des thèmes relatifs au comportement et au travail en équipe.

Encadrements de projets de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} année

- 7 stages de fin d'étude : 20h par an
- 3 projets d'option de 3^{ème} année : 40h par an
- Encadrements de projets de 2^{ème} année : 40h par an
- Encadrements de projets de 1^{ère} année : 25h par an
- Accompagnement méthodologique pour les projets qui le souhaitent

Interventions à l'international

depuis 2007

Relations pédagogiques avec Cornell University, NY, USA :

- Professeure invitée pour un cours sur la créativité et l'innovation : montage du cours et enseignement en juin 2009 à Cornell, séminaire d'une semaine.
- Organisation d'un projet de 3^{ème} année en commun avec deux équipes d'étudiants (ECP et Cornell) travaillant ensemble à distance sur un projet industriel pour le groupe Casino.

Superviseur international de stages académiques ou en entreprise : 40h par an

- 3 stages internationaux académiques/an
- 3 stages internationaux en entreprise/an

Interventions extérieures

2001, 2002, 2004

Membre du jury TIPE (Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés) en sciences industrielles

2004

Strate College Designers : membre du jury de diplôme de l'école supérieure de design.

2001

Ecole des Mines de Douai : cours de management de projet

Vulgarisation scientifique

A l'interface entre l'enseignement et la recherche, nous présentons nos travaux de recherche aux étudiants, lors de cours ou de séminaires :

- « Méthodologie projet simplifiée » : proposée de la méthodologie projet adoptée par le groupe Vallourec aux élèves de deuxième année dans le cadre de leur projet depuis 2004.
- « Les dysfonctionnements dans la prise de décision », aux élèves de Master Recherche Génie Industriel depuis 2004 ;
- « Prise de décision et management de projet, témoignage », aux élèves ingénieurs depuis 2003 ;
- « Capitalisation des connaissances en conception de produits », aux élèves ingénieurs et master recherche, depuis 2001.

RESPONSABILITES ADMINISTRATIVES ACTUELLES

depuis 2007

Responsable d'un atelier Ariane de 1^{ère} et 2^{ème} année : ingénierie pédagogique et animation de séminaires (7 séminaires de 2,5 jours par an, 40 élèves).

depuis 2007

Elue au conseil d'Administration de l'ECP.

depuis 2006

Nommée par la Direction de la Recherche comme Pilote de l'axe transversal, Système d'Entreprise, qui concerne l'analyse des nouveaux agencements organisationnels (ensemble de technologies, de compétences, de systèmes d'information...) et de leurs enjeux (stratégiques, organisationnels, techniques) liés au développement des organisations. Les 5 axes transversaux proposés par la Direction de la Recherche ont pour principal objectif de structurer la recherche de l'ECP en transversal, et aussi de communiquer vers l'extérieur, de valoriser la recherche de l'ECP vers ses partenaires industriels et académiques, de piloter le développement de la recherche et d'interagir avec la formation initiale.

depuis 2005

Responsable adjointe du Département d'enseignement Sciences de l'Entreprise. Le rôle d'un département d'enseignement est d'œuvrer pour une meilleure pédagogie, une plus grande implication et une meilleure coordination de tous les enseignants.

depuis 2004

Responsable adjointe de l'option de Génie Industriel (60 étudiants, 18 parrains industriels) : sélection des candidats (90 demandes pour 60 places) sur dossiers et entretiens individuels, responsable notamment des relations enseignants et élèves. Travail en collaboration avec Jean-Claude Bocquet, responsable de l'option Génie Industriel.

Responsable adjointe du partenariat de l'option Génie Industriel et en particulier d'assurer les contacts avec les potentiels nouveaux parrains de l'option (300 k€).

depuis 2004

Responsable adjointe du mastère spécialisé, mention mécanique, énergétique, génie industriel, rattaché à l'option GI.

RESPONSABILITES ADMINISTRATIVES PASSES

2006 - 2007

Membre du projet ARIANE, réforme de l'enseignement à l'ECP :

- Responsable du chantier Benchmark et de l'enquête concernant les autres institutions.
- Responsable d'une équipe de 5 enseignants chercheurs.

2004 - 2007

Membre élu au Conseil du Collège du Corps Enseignant (CCCE), association représentant les enseignants auprès de la direction de l'ECP.

2004 - 2007

Membre élu du conseil de la formation.

2004 (création) - 2006

Membre du comité de rédaction de la Newsletter de Centrale Paris, *Regards Croisés*, lettre d'information trimestrielle à destination de 12 000 abonnés. Responsable de la partie Recherche et Innovation.

2003 - 2004

Membre du « groupe de travail emploi du temps Tronc Commun »

Réflexion sur l'emploi du temps de tronc commun à l'Ecole Centrale Paris (rôle de support méthodologie projet et représentante du corps enseignant)

2002 - 2008

Responsable de la Cellule outils projet de deuxième année.

Le rôle de cette cellule est de fournir aux élèves des outils adaptés pour les aider à mener à bien leurs projets et de proposer aux encadrants de projets des séminaires de formation à la méthodologie de management de projet.

2001 - 2007

Membre de la Cellule de coordination projet.

Cette cellule a pour objectif d'assurer la cohérence de l'ensemble des projets de deuxième année de l'ECP, d'organiser les différents jalons qui structurent le déroulement de ces projets pendant l'année (notamment les soutenances de fin de projet et autres rendus intermédiaires) et d'organiser une commission de validation des sujets de projets. Cette cellule coordonne entre 100 et 120 projets par an.

2000 - 2002

Membre du projet de réforme de la pédagogie à l'Ecole Centrale Paris :

- Responsable du comité de parrainage industriel de la nouvelle option de troisième année (Génie Industriel).
- Participation à la création de la filière Management de Projet.
- Participation à la création de la filière Production Logistique.

2000 - 2004

Membre du chantier « outils de formation pour le management de projet » et formation de pilotes méthodologiques au sein de l'école.

2000 - 2001

Membre du groupe de réflexion sur le Génie Industriel dans le cadre de l'intergroupe des Ecoles Centrales.

Les quatre Ecoles Centrales ont, entre autres, une voie de recherche en commun : le Génie Industriel. Il s'agit de définir les axes de recherche communs et de déterminer les collaborations possibles entre les quatre Ecoles, aussi bien au niveau de la pédagogie que de la recherche.

DEUXIEME PARTIE : SYNTHESE DES TRAVAUX DE RECHERCHE MENES

INTRODUCTION

Notre activité de recherche s'inscrit dans un double cadre, scientifique et industriel. L'objectif de nos travaux est d'aider à la performance des systèmes industriels en **facilitant les prises de décisions** (par la capitalisation d'expérience, le choix des personnes, la vision globale de la stratégie de l'entreprise).

Les travaux réalisés abordent conjointement les notions de conception, de décision, de projet (60^{ème} section du Conseil National des Universités). Ces travaux sont réalisés au sein du laboratoire Génie Industriel de l'Ecole Centrale Paris, pour certains en collaboration directe avec le milieu industriel.

Notre thématique générale de recherche est centrée sur les processus de prise de décision, principalement dans le domaine de la conception de produits et de services, et a pour objectif principal l'amélioration de leur efficacité.

Dans le premier chapitre, nous présenterons la base scientifique de notre recherche qui est la modélisation du processus de prise de décision. Cette modélisation est utilisée dans le cadre de toute notre recherche sur les trois niveaux de la décision que nous avons défini dans l'entreprise.

- Au niveau opérationnel : le modèle du processus de prise de décision est utilisé pour la capitalisation des connaissances afin de faciliter les prises de décisions techniques concernant la conception des produits et des services ;
- Au niveau tactique : ce modèle générique a permis de développer une méthode d'aide au choix d'acteurs et d'analyser les décisions collaboratives ;
- Au niveau stratégique : le modèle du processus de prise de décision a permis d'élaborer une véritable démarche projet à partir d'une analyse des dysfonctionnements.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons nos recherches sur le niveau opérationnel qui concernent essentiellement la **capitalisation des connaissances** dans le **processus de conception**.

Dans le troisième chapitre, nos recherches au niveau tactique se sont orientées sur les prises de décisions concernant le **choix d'acteurs**. Elles ont débouché sur l'élaboration d'une méthode d'aide au choix d'acteurs (SACADO, développée dans notre thèse de doctorat), et sur la prise en compte des **décisions collaboratives** dans les projets. Enfin, notre recherche s'est intéressée aux **risques dans la prise de décision**.

Le quatrième chapitre concerne nos recherches sur le **niveau stratégique**. Elles ont été initiées dans nos travaux de thèse sur les décisions d'organisation et ont abouti à une proposition de **démarche projet** qui lorsqu'elle est appliquée remet en cause l'organisation de l'entreprise. Nos recherches dans ce cadre concernent également la **modélisation des entreprises** et analysent des **nouvelles formes d'organisation** (équipes virtuelles, réseaux de compétences).

Sur la figure 3, l'ensemble des publications que nous avons écrites est positionné sur nos thèmes de recherche.

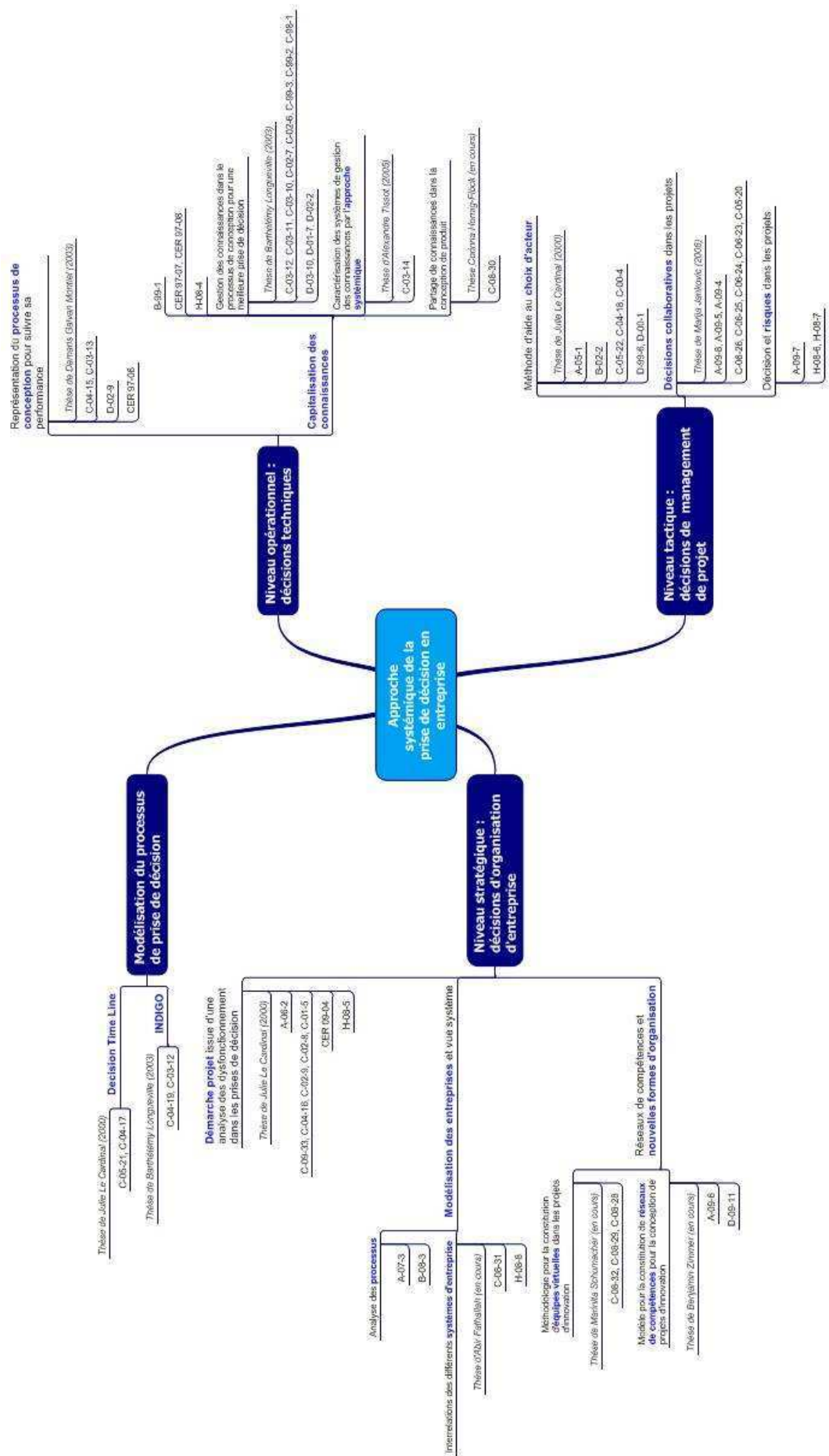


Figure 3 : Positionnement de nos publications sur nos thèmes de recherche

Cette présentation des activités de recherche fait référence à des publications dans des revues à comité de lecture et à des communications avec actes édités auxquelles nous avons contribué. La liste complète des publications et communications est incluse dans ce mémoire et les publications principales sont jointes en annexe.

Les perspectives à plus long terme et le programme de recherche, que nous souhaitons développer, sont présentés en fin de partie dans un chapitre à part.

1. MODELISATION DU PROCESSUS DE PRISE DE DECISION

1.1. Introduction – Contexte

Pour être compétitive et le rester, toute industrie doit satisfaire trois axes fondamentaux : la satisfaction du client, la rentabilité et la motivation de ses acteurs. Elle parvient à ces résultats grâce à ses prises de décisions. Une décision consiste à faire un choix entre plusieurs alternatives. Tout choix responsable sous-entend une anticipation du résultat inhérent à ce choix. En voulant prendre des décisions qui donnent les meilleurs résultats, les entreprises cherchent finalement à optimiser leurs processus et à augmenter leur productivité. Ceci recouvre les propos de Thévenot [Thévenot, 1998], qui considère comme primordiales « la rentabilité et la compétitivité de l'entreprise sans lesquelles elle ne peut ni conserver ses clients, ni gérer les ressources nécessaires à son développement ». C'est donc du souci d'améliorer la productivité du monde industriel que naît le besoin d'améliorer le processus de décision.

L'enjeu est de définir un processus qui représente le cheminement nécessaire à toute décision, décision de conception de produit, telle que les choix technologiques, décision de management de projet, telle que l'attribution de ressources, ou décision d'organisation d'entreprise, telle que le choix de réorganisation.

Une définition sous forme d'un schéma global (Ligne de Vie de la Décision ou Decision Time Line, DTL) est proposée avec des étapes suffisamment génériques et exhaustives pour décrire toute décision à tout niveau.

Un deuxième modèle a été développé sur la base de la DTL pour s'appliquer particulièrement aux processus de prise de décision dans les projets d'innovation (INtegrated Decision makInG mOdel, INDIGO).

1.1.1. Positionnement de nos travaux

Dans la prise de décision, nous étudions les travaux sur la décision en management, qui prend en compte les risques et les incertitudes :

- Artikis [Artikis, 1997] propose un modèle pour anticiper et gérer les risques dans la décision.
- Antonsson [Antonsson, 1995] présente une méthode d'évaluation des imprécisions dans la prise de décision.
- Daneva [Daneva, 1995] propose un système d'aide à la prise de décision basé sur les connaissances.

Les publications de référence, que l'on peut trouver dans la littérature sont les suivantes :

- Clemen [Clemen, 1952] fait une distinction importante entre la décision et le résultat. Une bonne décision est faite en ayant compris la totalité du problème et en considérant avec soin les principaux résultats possibles. Les résultats, eux, dépendent du hasard, sont indépendants de la qualité du processus de décision. D'autre part, les décisions peuvent être difficiles parce que complexes, parce que

remplies d'incertitudes, parce que devant remplir des objectifs multiples ou encore parce que deux choix différents entraînent des conséquences différentes.

- Pour Sfez [Sfez, 1992], la décision est un processus complexe d'interactions entre différents sous-systèmes, ce n'est pas un phénomène spécifique, elle est diluée dans l'ensemble du système social. La décision n'est donc pas isolée et fragmentée, elle renvoie à toutes les autres décisions et il est difficile d'en saisir le commencement et la fin.
- Pour Mezher [Mezher, 1998], la décision est un processus qui permet de générer et d'évaluer des alternatives et de faire des choix parmi celles-ci. Le résultat de ces décisions se reflète dans le bilan annuel de l'entreprise, dans le bien-être de ses employés et dans la santé économique de la communauté et du pays. Par nature même, les êtres humains ne sont pas des décideurs optimaux, la nature humaine a des imperfections qui peuvent négativement influencer le jugement d'un décideur.

Le modèle de processus de décision que nous présentons par la suite (DTL) s'inscrit dans la logique des auteurs présentés précédemment.

1.1.2. Approche adoptée

La Decision Time Line (DTL) illustre les grandes étapes génériques de toute prise de décision. Cette décomposition permet de faire ressortir les points clés de chaque étape [C-04-17].

INDIGO est un approfondissement de la DTL en vue d'une utilisation pour un système de gestion des connaissances. Il cherche donc à représenter à chaque étape du processus de prise de décision l'état des composants de ce processus.

1.2. Ligne de Vie de la Décision ou Decision Time Line (DTL)

Nous proposons une modélisation du processus de décision : La DTL. Elle considère une ligne de vie de la décision qui va de la prise en compte d'une question à la transmission de la réponse [C-05-21]. La DTL comporte 6 étapes :

1. La saisie est l'unique étape initiatrice d'une DTL. Il y a saisie lorsque l'information que le demandeur veut faire passer sous forme de question est considérée comme telle par le décideur. La saisie a eu lieu lorsque le décideur a compris la question et ses objectifs et accepte d'y répondre.
2. L'identification permet de décomposer un objectif en sous objectif et d'y affecter des ressources / acteurs. Il s'agit de définir la stratégie de résolution de la question sans toute fois y répondre. L'identification se décompose en différentes étapes :
 - Identification de l'environnement de la question ;
 - Traduction de la question en objectif ;
 - Décomposition d'une question en sous-questions ;
 - Traduction des sous-questions en sous-objectifs ;
 - Consultation, réutilisation d'un savoir-faire, mise à niveau par augmentation ou acquisition de compétences ;
 - Définition de stratégies de résolution, liste des tâches à effectuer pour répondre à la question ;
 - Définition des moyens nécessaires pour répondre à la question ;
 - Affectation des ressources / acteurs aux sous-objectifs.
3. La négociation correspond à une discussion sur les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs et sur les objectifs eux-mêmes.

4. La synthèse est l'évaluation des résultats des tâches décrites lors de l'identification. En sortie de la synthèse, la réponse à la question est disponible.
5. La capitalisation concerne à la fois la nature de la réponse, mais aussi l'historique, la justification de cette réponse.
6. La transmission consiste pour le décideur à transmettre au demandeur le résultat de la décision. La transmission a lieu lorsque le demandeur a compris la réponse et l'accepte. Dans le cas contraire, il est alors nécessaire de renégocier la question et ses objectifs.

La figure 4 représente la DTL, ses 6 étapes et les différents cheminements possibles.

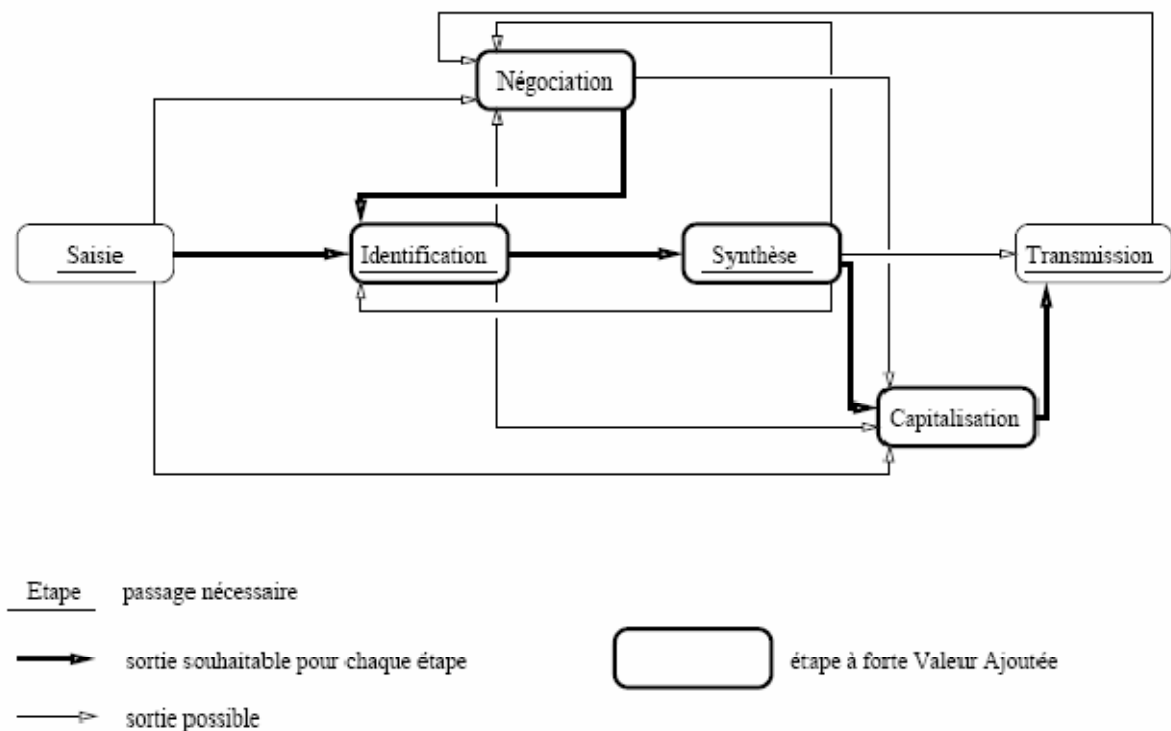


Figure 4 : Représentation de la DTL

La DTL se veut suffisamment générique pour pouvoir s'appliquer à tout type et à tout niveau de prise de décision. Ainsi une décision stratégique d'investissements et une décision tactique sur le choix d'une personne suivent, dans ce modèle, un processus identique.

Appliquées au projet, les étapes de la DTL sont :

- prise en compte du besoin à satisfaire ;
- identification du besoin et réalisation du cahier des charges ;
- négociation des objectifs du cahier des charges ;
- recherche de différents principes de résolution possibles et réalisation ;
- capitalisation ;
- présentation du résultat.

Guider les acteurs dans les prises de décision permet de limiter les erreurs et d'améliorer le processus de décision.

1.3. INtegrated Decision makInG mOdel (INDIGO)

INDIGO s'appuie sur la DTL et particulièrement pour la caractérisation des activités de décision et de leur enchaînement dans les projets d'innovation. Notre objectif ici est de proposer une représentation des flux de décision entre les activités et l'objet qui est décidé [C-04-19].

L'objectif d'INDIGO est de représenter l'ensemble des informations associées aux processus de décision des projets d'innovation. Il est défini, à partir de l'étude de la littérature et de travaux empiriques, par l'intégration des différents aspects de la décision [C-03-12]. Ces derniers sont regroupés en un modèle unique, multi-vues, présenté sur la figure 5. Il s'agit :

- de la vue résultat de décision qui représente l'objet de la décision, ce qui est décidé ;
- de la vue structure de décision qui représente l'espace de décision par un ensemble de concepts en interaction ;
- de la vue processus de décision qui représente un réseau de processus de décision composés d'activités reliées par des flux ;
- de la vue organisation de la décision, qui représente les groupes d'individus impliqués dans les activités de décision.

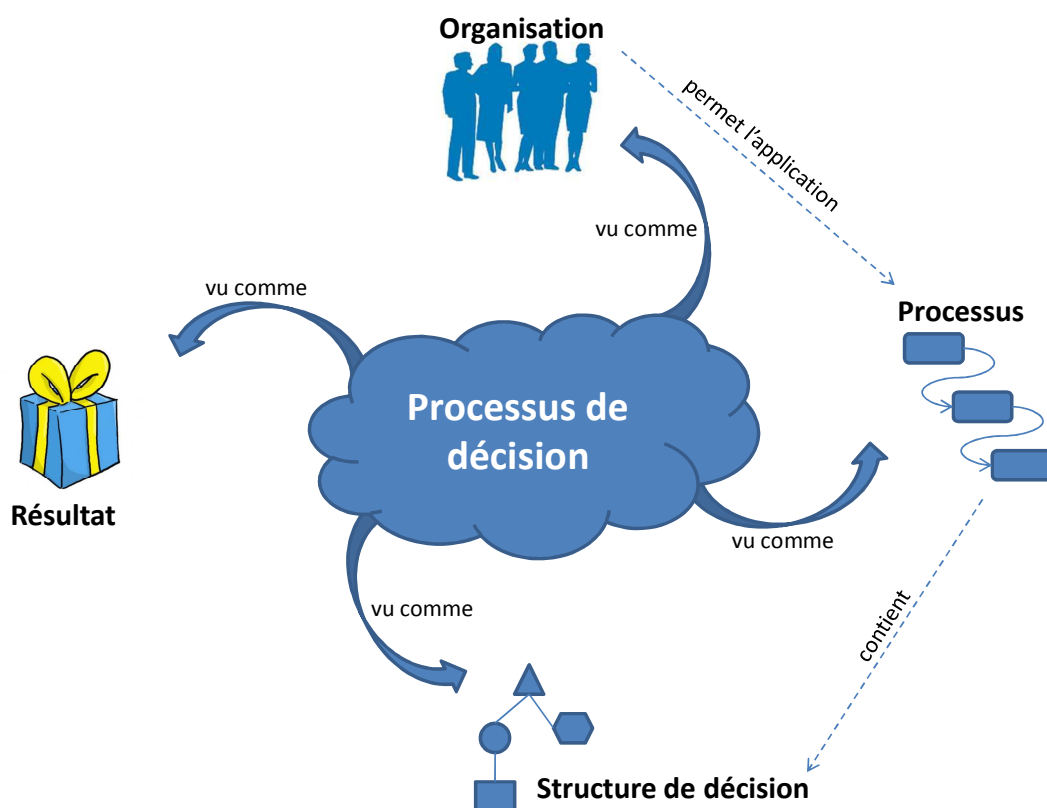


Figure 5 : Les 4 vues du modèle INDIGO

Pour chaque étape de la DTL, INDIGO donne une vision du résultat attendu, de l'état d'avancement de l'étape concernée dans le processus de décision, des interactions possibles avec d'autres décisions et des personnes impliquées dans cette décision.

Les concepts proposés ont été enrichis par des observations faites pendant près de deux ans au sein d'un projet d'innovation du groupe PSA Peugeot Citroën par Barthélémy Longueville dans le cadre de sa thèse. Ces concepts ont été représentés à l'aide du langage de modélisation objet UML. Cette modélisation a permis de réaliser une maquette informatique qui a servi de plate-forme de validation.

Plus que l'intégration de plusieurs points de vue, le modèle proposé apporte également des contributions aux modèles existants. Il intègre et couvre la complexité des processus de décision en projet, pour cela il s'appuie sur quatre vues complémentaires, il permet de représenter l'ensemble des processus de décision, quel que soit le niveau de détail, il est applicable et compris aisément par les acteurs des projets et il s'intègre facilement dans un contexte industriel comme l'a montré la validation.

INDIGO intègre de nouveaux concepts et un nouveau principe de décomposition de l'espace de décision permettant de représenter des situations de décision complexes [C-04-19]. Il enrichit ainsi les modèles de design rational. Le design rational est l'explication des raisons pour lesquelles un artefact est conçu tel qu'il est [Regli, 2000]. Cela concerne en particulier la connaissance des décisions prises lors de la conception, les raisons et les compromis qui les justifient.

INDIGO propose une typologie d'activités dans le domaine de l'innovation et la définition des flux de décision reliant ces activités. Il complète alors les modèles issus des approches processus, telles qu'IBIS (travaux de Rittel en 1970) ou QOC [Buckingham, 1997], qui sont structurées en fonction des différentes étapes identifiées d'un processus de décision.

Il apporte également, la définition des notions de contexte et d'objectifs associées aux processus.

Enfin, il propose une représentation de l'organisation des acteurs impliqués dans la décision qui permet d'identifier les rôles tenus par les différentes parties prenantes de la décision.

L'étape de validation a mis en évidence une limitation non résolue ici. Elle concerne le niveau de détail de l'information représentée dans le modèle. En effet, INDIGO permet de représenter l'ensemble des décisions d'un projet, quelle que soit leur granularité. Les informations décisionnelles peuvent atteindre un niveau de détail très fin. Dans ce cadre, l'effort à fournir pour modéliser une décision est très important. Notre travail de recherche n'apporte pas de contribution permettant d'identifier quelle décision il faut représenter. Nous nous appuyons ici sur l'expérience des acteurs des projets pour identifier quelles décisions sont pertinentes, mais cela peut poser des problèmes de biais de jugement [C-03-12].

1.4. Principaux résultats

La DTL a permis de caractériser les dysfonctionnements pouvant apparaître dans une prise de décision et a mené à l'élaboration de la méthodologie SACADO (Système d'Aide aux Choix d'Acteur et aux Décisions d'Organisation) qui est présentée dans le chapitre 3.

INDIGO représente l'ensemble des informations associées aux processus de décision (DTL), regroupées en un modèle unique, multi-vues.

1.5. Principales publications sur le thème

- C-05-21** J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Definitions and Temporal Positioning of the Concepts linked to Decision Making in Industrial Project Design - DIKCORAC*, ICED 2005, Melbourne, Australia
- C-04-19** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *An Integrated Decision-making process model in Design Project Environment*, DESIGN 2004, 8th International Design Conference, D. MARJANOVIC editor, May 2004, Cavtat – Dubrovnik, Croatia
- C-04-17** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Knowledge Management as a Help for Decision Making in Design Projects*, IDMME 2004, Bath, England
- C-03-12** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, P. DANEAU, *Toward a Project Memory for Innovative Product Design, a Decision-Making Process Model*, ICED 2003, Stockholm, Sweden

2. AU NIVEAU OPERATIONNEL : CAPITALISATION DES CONNAISSANCES POUR LES DECISIONS TECHNIQUES

2.1. Introduction – Contexte

Au niveau opérationnel, les décisions sont principalement des choix entre différentes techniques ou différents principes. La capitalisation et la gestion des connaissances sont des atouts majeurs pour éviter de répéter des erreurs du passé, pour aller efficacement vers les solutions éprouvées ou pour connaître rapidement l'état de l'art et aller plus loin en recherchant des solutions innovantes.

Ce sujet de recherche émane de nos travaux de DEA dans lesquels nous avons élaboré un modèle de capitalisation du savoir-faire avec le développement du modèle RAdo (Réutilisation et Analyse de Données). Dans nos travaux de thèse, nous avons travaillé sur la capitalisation des dysfonctionnements dans les projets. Cela a rejoint le besoin d'industriels tels que Vallourec et PSA qui nous ont contactés suite à la présentation de nos travaux sur ces sujets pour les accompagner dans l'élaboration d'une démarche de capitalisation des connaissances.

2.1.1. Positionnement de nos travaux

L'univers de recherche bibliographique dans le domaine de la gestion des connaissances est perturbé par un flou qui existe autour des définitions. Nous constatons que les définitions américaines de la gestion des connaissances sont axées sur l'information. Alors que la gestion des connaissances dans une vision européenne est définie de manière plus vaste. Ermine propose dans [Ermine, 1998, Ermine, 1999a] : « La gestion des connaissances se définit comme la gestion des flux cognitifs entre le patrimoine de connaissance et les sous-systèmes opérant, décisionnel et d'information [...]. Il s'agit d'optimiser cette ressource, [...], et d'optimiser ses interactions avec les autres sous-systèmes ».

Connaissance est ici à considérer au sens large et nous proposons de retenir que la gestion des connaissances est un processus organisationnel qui vise l'optimisation de l'utilisation des connaissances de l'entreprise.

La problématique de nos travaux, la gestion des connaissances, découle de la problématique d'amélioration de la performance des projets. Il existe dans la littérature des outils et des méthodes visant l'optimisation des composantes de la performance d'un projet : le Concurrent Engineering et l'Ingénierie Système se concentrent sur la performance du produit et des processus de conception associés, les méthodes de management de projet se concentrent sur la performance des processus et des organisations [PMI, 2000].

Afin d'améliorer la performance des projets d'innovation, les approches en gestion des connaissances visent à optimiser la ressource qu'est la connaissance via son utilisation, sa création et son partage. En effet, selon [Alavi, 2001], « *information technology-based systems* [are] developed to support and enhance the organizational processes of knowledge creation, storage, retrieval, transfer and application. » (Les systèmes d'information basés sur les technologies sont développés pour aider et améliorer les processus organisationnels de création, de stockage, d'extraction, de transfert et de réutilisation du savoir).

L'objectif de la gestion des connaissances est de tendre à l'optimisation des flux de connaissances entre les différents acteurs et systèmes de l'entreprise. Il s'agit de la préservation, du partage, de la création de nouvelles connaissances et même de la destruction de connaissances obsolètes.

Nous distinguons deux tendances principales dans la gestion des connaissances :

- L'approche organisationnelle :

Nonaka [Nonaka, 1995] illustre la prise en compte des savoirs dans le changement des entreprises, et met en évidence les mécanismes de transmission et d'évolution des connaissances dans les organisations. Il s'agit d'une approche dont le but, plutôt que de chercher à formaliser, modéliser des savoirs et savoir-faire, est de permettre aux différents détenteurs et experts de les partager, les transmettre. Cette distinction est reprise dans [Currie, 2003]. Cette approche coopérative de l'apprentissage organisationnel se retrouve dans [Leclerc, 1996] : « l'efficacité supérieure relative des firmes japonaises en matière de développement de produits nouveaux résulte de l'existence de routines de coopération bien établies, routines favorisant un apprentissage par interaction continue ».

- L'approche ingénierie des connaissances :

Ces systèmes sont dédiés à la conception routinière, essentiellement dans le domaine de la mécanique [Harani, 1997]. Il s'agit de capitalisation pour réutilisation. Ces approches se différencient des méthodes organisationnelles car elles ont recours à un processus qui intègre des techniques issues de l'ingénierie des connaissances. En général le processus qui s'applique est le suivant :

1. Localisation des connaissances (de l'expert qui les possède) ;
2. Entretiens avec ces personnes, souvent dirigés par des méthodes bien déterminées ([The MOKA consortium, 2001], [Schreiber, 1999], [Moreno, 2001]) ;
3. Formalisation de ces entretiens sous formes de fiches ;
4. Implémentation de ces fiches dans des modèles formels de représentation de connaissances (MKSM [Ermine, 1999b, Ermine, 1998, Ermine, 1999a], CommonKADS [Schreiber, 1999]) ;
5. Exploitation des modèles par un outil destiné aux utilisateurs finaux. Les modèles utilisés pour représenter la connaissance sont alors des modèles orientés objet, des graphes conceptuels, des règles.

Les approches identifiées dans l'état de l'art se focalisent essentiellement sur les aspects organisationnels de la gestion des connaissances, en particulier dans le domaine de l'innovation. Beaucoup d'auteurs ont dressé un constat d'échec concernant les outils de type ingénierie des connaissances dans ce contexte.

Peu d'approches se focalisent sur la conception d'outils support au partage et à la capitalisation de connaissances tacites. Nous cherchons donc à développer des recherches dans ce sens. Nous proposons un nouveau paradigme de gestion des connaissances, dont le principe ne repose pas sur la représentation, mais sur la création et l'utilisation de connaissances associées à des processus cognitifs tels que l'échange de bonnes pratiques ou la décision.

2.1.2. Approche adoptée

Nous avons choisi de traiter le problème de la capitalisation au sein du processus de conception. Dans un premier temps, nous avons travaillé sur sa modélisation en vue de mesurer sa performance.

Dans la thèse de Damaris Galvan Montiel, nous avons proposé la définition suivante du processus de conception, qui est une synthèse des définitions de Le Moigne [Le Moigne, 1986], Forest [Forest, 1996] et Couffin [Couffin, 1997] :

« Le processus de conception consiste à identifier, en tant que système, le produit ou le service à concevoir, à identifier l'ensemble des composants qui font partie du système, ainsi que l'ensemble des relations entre ces composants, afin de réaliser un produit ou un service pour satisfaire les besoins d'un client ou utilisateur, en respectant les spécifications données et les ressources disponibles. »

Dans la littérature les quatre modèles les plus souvent utilisés sont ([Breuker, 1994], [Maher, 1995]) :

- La conception par décomposition ;
- La conception par transformation ;
- La conception à base de cas ;
- La conception à base de modèles.

Nous proposons un modèle du processus élémentaire de conception applicable dans les différentes approches de la conception sus-citées.

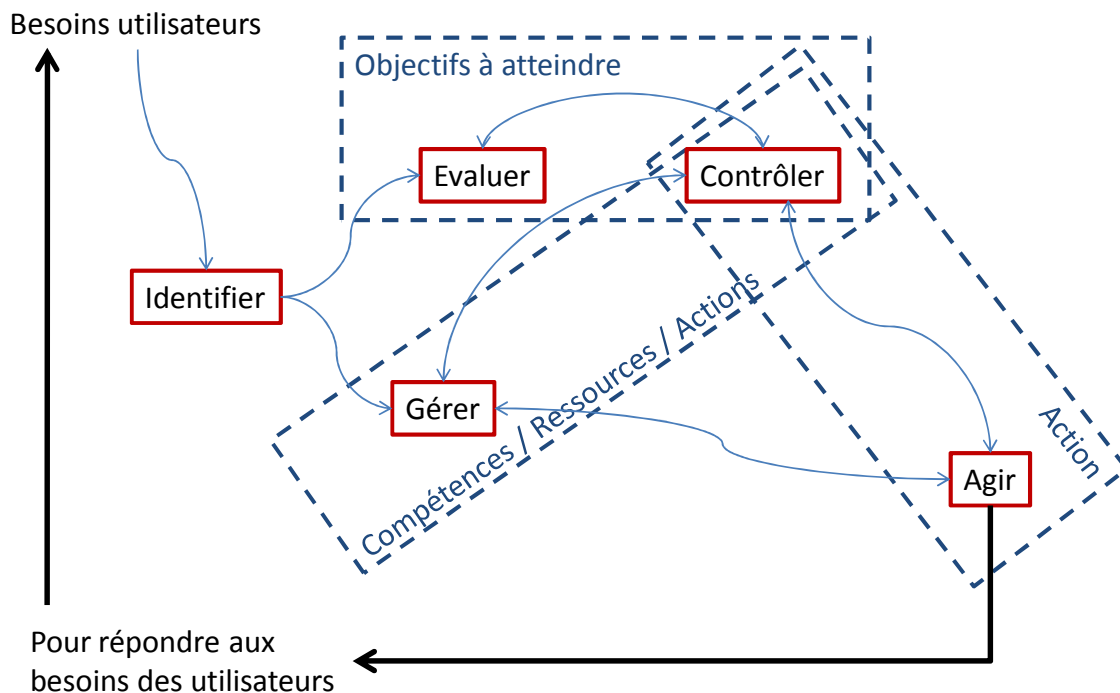


Figure 6 : Modèle du processus élémentaire de conception

Nous proposons un processus de conception constitué de 5 fonctions génériques et de 3 phases, tel que présenté dans la figure 6 [C-04-15].

Les fonctions principales ont été identifiées dans les projets de conception analysés.

Dans la figure 6, on peut identifier trois blocs d'activité appelés phases. Ces trois phases existent dans l'interaction entre les fonctions :

- Phase d'estimation : objectifs à atteindre ;
- Phase d'engagement : compétences, ressources et/ou actions ;
- Phase de réalisation : élaboration, action.

L'objectif de cette étude est la recherche d'une méthode d'aide au suivi de la performance dans le processus de conception. Pour atteindre cet objectif, on se base sur la modélisation du processus élémentaire de conception.

L'enjeu de la capitalisation des connaissances dans le processus de conception est de capitaliser les informations nécessaires au sein des phases et des fonctions mais également à leurs interfaces.

Notre première posture de recherche a été de réaliser une analyse systémique des systèmes de gestion des connaissances (thèse d'Alexandre Tissot).

Ce premier résultat obtenu a ensuite été enrichi par l'étude de ces systèmes dans le processus de conception des projets d'innovation avec une application industrielle chez PSA Peugeot Citroën (thèse de Barthélémy Longueville).

En remontant le processus de conception à sa source, nous sommes désormais en cours d'analyse du partage des connaissances dans le cadre de la constitution d'un cahier des charges pour un nouveau produit (thèse de Corinna Hornig-Flöck) [C-08-30].

2.2. Proposition d'une lecture systémique pour analyser les systèmes de gestion des connaissances

Un système de gestion des connaissances fait intervenir de nombreux acteurs et outils. L'intervention d'acteurs dont le comportement est par nature imprévisible donne à un tel système un caractère complexe. Afin de pouvoir analyser ces systèmes de gestion de connaissances, nous avons choisi d'utiliser l'approche de la systémique qui, grâce à une vision holistique, permet d'aborder des sujets complexes qui étaient réfractaires à l'approche parcellaire des sciences exactes issues du cartésianisme.

2.2.1. Approche systémique

Notre recherche se situe dans le courant de la systémique ([Le Moigne, 1995]). La systémique est une démarche globale, qui s'attache davantage aux échanges entre les parties du système qu'à l'analyse de chacune d'elles, en raisonnant par rapport à l'objectif du système.

Ce mode d'appréhension a été synthétisé et diffusé de manière quasi-simultanée par trois auteurs : Joël de Rosnay [Rosnay, 1975], Edgar Morin [Morin, 1977], Jean-Louis Le Moigne [Le Moigne, 1977].

Gérard Donnadiou [Donnadiou, 1985] a résumé l'approche systémique comme une boîte à outils intellectuels mieux adaptés que les concepts de la logique cartésienne pour penser la complexité organisée telle qu'on la rencontre dans les grands systèmes biologiques, économiques et sociaux.

Parmi les nombreuses définitions du système, nous retenons celle du premier théoricien de la systémique Ludwig von Bertalanffy : « Un système est un ensemble d'éléments en interrelations mutuelles » [Bertalanffy, 1968].

Les propriétés principales d'un système sont les interactions, la globalité et l'autorégulation :

- Dans un système, les interactions entre les éléments sont aussi importantes que les éléments du système.
- Le système a des propriétés qu'aucun de ses éléments n'a. Pour Durand [Durand, 1979], « von Bertalanffy [1968-1973] a été le premier à montrer qu'un système est un tout non réductible à la somme de ses parties. »
- Enfin, la stabilité apparente des systèmes naturels, ceux qui existent sans l'intervention consciente de l'homme, et la capacité de ces derniers à s'adapter à leur environnement, provient de l'équilibre entre les interactions des éléments du système. Les outils de la dynamique des systèmes, mis au point par Jay Forrester [Forrester, 1961] dans les années 1960, ont permis de modéliser de nombreux équilibres biologiques ou économique et de reproduire voire de prévoir comme les systèmes s'adaptent à des variations faibles de leur environnement.

Ces propriétés ont été observées dans toutes sortes de systèmes, en particulier dans des systèmes biologiques par Piaget [Piaget, 1968], économiques par Forrester et sociaux par Crozier [Crozier, 1977].

Notre recherche concerne les systèmes de gestion des connaissances, dans leur appréhension et leur caractérisation c'est-à-dire leur définition, leur implantation et le suivi de leur vie sur un terrain industriel. Nous souhaitons appréhender l'ensemble du système de gestion des connaissances dans son cycle de vie, afin de permettre de mieux comprendre l'intérêt de ces systèmes et d'aider les entreprises dans leur choix et leur mise en œuvre [C-03-13].

L'analyse systémique [Le Moigne, 1995] nous a permis de prendre le problème de façon différente d'une analyse centrée sur les objets connaissances ou compétences : nous avons pris en compte l'action dans l'entreprise et de ce fait, les flux plutôt que les objets.

Notre démarche s'est fondée sur la mise en place d'une grille de lecture de ces systèmes autour :

- D'une représentation fonctionnelle, qui répond à la question « cela sert à quoi ? » ;
- D'une représentation ontologique, qui répond à la question « qu'est-ce que c'est ? » ;
- D'une représentation génétique, qui répond à la question « comment cela évolue-t-il ? » ;
- D'une représentation téléologique qui répond à la question « quel est l'objectif et la motivation du système ? ». Pour cet aspect, nous répondons ici de façon générale, les systèmes de gestion des connaissances ont pour but d'améliorer les prises de décisions et donc la performance de l'entreprise.

Cette grille de lecture a été déployée auprès du groupe Vallourec pour la gestion des connaissances achats et R&D et a fait l'objet des travaux de thèse d'Alexandre Tissot.

Notre point de vue n'est donc pas de modéliser la gestion des compétences ou des connaissances, mais de modéliser l'installation de flux pérennes dans les organisations et dans les communautés autour de ces objets. Notre recherche ne porte pas sur une dynamique d'archivage ou de gestion de contenus, mais sur la mise en place de liens pérennes entre le patrimoine de connaissances et les activités de l'entreprise, son système opérant.

2.2.2. Représentation fonctionnelle du système

Nous avons différencié deux voies d'étude pour le système de gestion des connaissances, ces deux voies représentent l'intégralité des activités d'une entreprise [C-03-14] :

- Les métiers : regroupant des éléments techniques et permettant la production des produits de l'entreprise (par exemple : le soudage, le traitement thermique) ;
- Les fonctions : définissant un cadre de travail et un ensemble de méthodologies pour l'entreprise (par exemple : les achats, la qualité, la production).

Cette distinction permet de canaliser des connaissances liées à des univers produits ou techniques différents et des univers méthodologiques ou organisationnels différents.

Grundstein [Grundstein, 2000] a défini les cinq fonctions principales d'un système de gestion des connaissances : Manager, Repérer, Préserver, Valoriser, Actualiser.

Il présente les quatre dernières au travers de la notion de connaissance cruciale, c'est-à-dire « les savoirs et les savoir-faire qui sont nécessaires aux processus de décision et au déroulement des processus essentiels qui constituent le cœur des activités de l'entreprise ». Il souligne l'importance des notions d'activité et de processus, et le fait que la gestion des connaissances est un support à l'activité globale de l'entreprise.

La première fonction proposée concerne les interactions. Pour Grundstein, « c'est là que se positionne le management des activités et des processus destinés à amplifier l'utilisation et la création des connaissances dans l'organisation ».

Fonctionnellement, le système de gestion des connaissances se doit de répondre aux activités métiers et fonctions. La figure 7 représente vis à vis du système de gestion des connaissances (ou système de Knowledge Management, système KM) quels aspects fonctionnels doivent être remplis en fonction de l'activité concernée.

Fonctions principales du système KM					
	Manager	Repérer	Préserver	Valoriser	Actualiser
Métiers	Mesurer Suivre	Caractériser Cartographier Estimer	Formaliser Conserver	Créer Partager	Évaluer
Fonctions	Élaborer une vision Promouvoir Organiser Coordonner Encourager	Localiser	Acquérir	Accéder Diffuser Partager	Mettre à jour

Figure 7 : Fonctions du système de gestion des connaissances

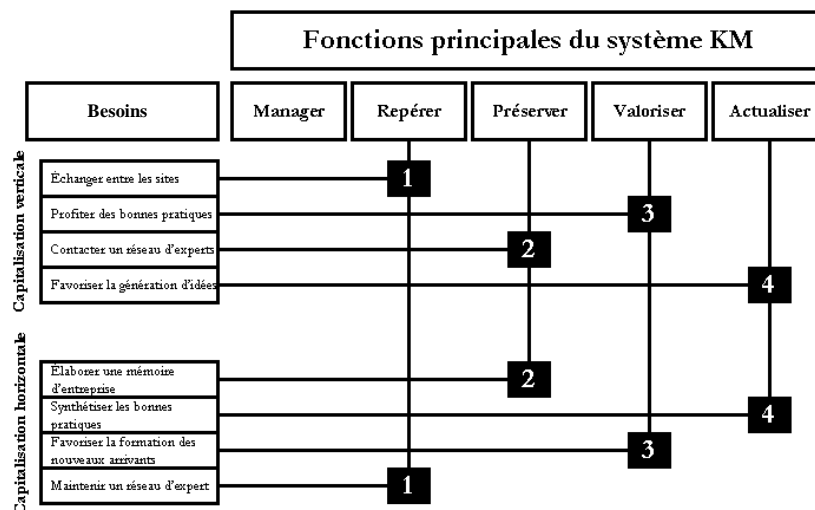
A l'issue d'une analyse fonctionnelle du système de gestion des connaissances, nous avons défini les huit besoins que se doit de satisfaire un tel système dans le cadre d'une entreprise composée de différentes sociétés dans plusieurs sites géographiques.

Pour la capitalisation verticale (pour un besoin immédiat) :

- Échanger entre les sites : mettre en place de réels flux d'informations entre sites de différentes sociétés ;
- Profiter des bonnes pratiques : utiliser la décentralisation comme un atout en favorisant la diffusion des nouveautés et leur application lorsqu'elles améliorent la performance ;
- Contacter un réseau d'experts : sur des sujets où aucun expert n'est identifié par l'organisation, profiter de la connaissance répartie au travers des individus ;
- Favoriser la génération d'idée : permettre par les réactions, les compléments de chacun de faire émerger des concepts innovants dans l'organisation.

Pour la capitalisation horizontale (pour un besoin futur) :

- Élaborer une mémoire d'entreprise : être capable de profiter d'un historique des événements survenus dans la vie d'un métier ou d'une fonction de l'entreprise ;
- Synthétiser les bonnes pratiques : permettre par la collaboration la perpétuelle synthèse des meilleures pratiques sur un procédé, sur un outil donné à une date donnée ;
- Favoriser la formation des nouveaux arrivants : en leur donnant un accès facile et automatique à un réseau de personnes et à une base d'informations ;
- Maintenir un réseau d'experts : du fait de la mobilité fonctionnelle et géographique forte souhaitée par l'entreprise, permettre au réseau de se maintenir malgré les départs.



*Figure 8 : Représentation des liens entre les fonctions principales et les besoins à satisfaire par le système de gestion des connaissances
Exemple des priorités données dans le groupe Vallourec*

La figure 8 présente vis-à-vis des besoins, la priorité donnée à une fonction dans un contexte donné. Pour chacun des besoins immédiats ou futurs correspond une fonction principale. Les liens proposés sur la figure 8 sont les connexions principales entre les

besoins et les fonctions pour le groupe Vallourec. Il est du ressort de chaque entreprise de définir les fonctions principales suivant ses besoins.

Ayant caractérisé les fonctions du système, nous présentons sa nature, ce qu'il est.

2.2.3. Représentation ontologique du système

Selon Barthelme-Trapp [Barthelme-Trapp 2001], « la gestion des connaissances recouvre un ensemble de modèles ou de méthodologies pouvant mettre en œuvre des outils de traitement de l'information et de communication visant à structurer, valoriser et permettre un accès par toute l'organisation aux connaissances qui y ont été développées et qui y ont été ou sont encore mises en pratique en son sein ». Cette définition dénote clairement l'importance de la corrélation entre organisation et système de gestion des connaissances.

En effet, dans le cadre industriel, nous avons pu constater que le système de gestion des connaissances, au départ réduit à un système d'information et d'échanges, fondé sur un forum de discussion, a permis d'analyser les différents processus internes propres à différentes entités. Cela a débouché sur la modélisation d'un processus fonctionnel générique mettant en valeur des activités communes à forte valeur ajoutée. De l'analyse des informations et des connaissances à exploiter dans le système est issu un véritable processus de capitalisation et de mémorisation sur ces dernières (via des outils de formalisation des connaissances).

Différentes études, comme celles de Barthes [Barthes, 1998], présentent le système d'information comme le cœur de la capitalisation des connaissances, tout en soulignant la limite. La gestion des connaissances est difficilement possible à résumer par le biais de l'unique gestion de documents numériques, car l'on oublierait toute la dynamique d'apprentissage et socialisation liée à l'activité des personnes dans les entités [Verzat, 2000].

Le système de gestion des connaissances prend de l'ampleur dans la dynamique communautaire. Les observations que nous avons effectuées dans le cadre de notre recherche intervention soulignent une évolution nette dans la fédération des utilisateurs autour du système, et le lancement d'une démarche communautaire. Nous avons vu ainsi apparaître les signes soulignés par Craipeau [Craipeau, 2001], comme la mise en place de nouveaux codes de communication, au travers des échanges plus informels au niveau du langage, mais aussi le fort taux de réponses à certaines questions urgentes. Au sens de Wenger [Wenger, 2000], le système de gestion des connaissances fait partie du « *shared repertory* », environnement de partage et d'objets communs à un réseau de personnes. La communauté a pu utiliser ce nouveau système d'information pour valoriser différentes connaissances formalisées mais aussi différentes compétences acquises par des actions communes. La communauté est dans ce cadre un élément fondateur du système. L'objectif d'une communauté de pratique est de permettre aux opérationnels de s'entourer de différents experts pour échanger sur les meilleures pratiques afin de prendre des décisions en connaissance de cause. Une communauté de pratique est composée de nombreux individus, ces derniers se retrouvant liés par des tissus sociaux, professionnels ou d'intérêt personnel [Castro, 2004]. Une communauté de pratique possède plusieurs composants gravitant autour des individus, dont les objets manipulés, les connaissances générées et transformées, les systèmes d'information utilisés.

Le système de gestion des connaissances peut donc être défini au travers de trois concepts : l'organisation, le système d'information et la communauté d'utilisateurs. Le système de gestion des connaissances réside dans ces trois composantes et également dans les liens qui s'établissent entre elles :

- L'organisation rend performante l'activité de l'entreprise (métier ou fonction) ;
- La communauté met en place des mécanismes de socialisation et d'entretien du patrimoine des connaissances ;
- Le système d'information permet l'échange entre les processus.

Impacts sur les 3 composants du système KM	Repérer	Préserver	Valoriser	Actualiser
Impact sur l'organisation	Par un management au niveau des compétences des équipes ou/et des individus	Par la mémorisation organisationnelle Par application de principes ou méthodes routinières	Par la localisation des activités à valeur ajoutée et leur contrôle	Par la démarche de retour d'expérience
Impact sur la communauté	Par la distinction des métiers et des fonctions	Par une politique de gestion des compétences et de l'expertise Par une maîtrise du turn-over	Par le lien avec le système décisionnel Par l'activité des processus de l'entreprise	Par l'intégration des nouveaux arrivants Par l'animation soutenue de la communauté
Impact sur le système d'information	Par l'échange et la discussion	Par l'archivage	Par la simplification des accès Par le classement et la recherche	Par la confrontation des points de vue Par le suivi du cycle de vie documentaire

Tableau 2 : Projection de la représentation ontologique sur la représentation fonctionnelle

Le tableau 2 présente la manière dont chaque fonction du système de gestion des connaissances agit sur ses trois composants.

Après avoir défini les différents composants et fonctions du système de gestion des connaissances, ainsi que leurs interactions, notre recherche s'est portée sur la dernière représentation systémique, l'évolution de ce système.

2.2.4. Représentation génétique du système

Du point de vue génétique, le système de gestion des connaissances passe par les phases suivantes :

- Conception
- Déploiement
- Adhésion
- Utilisation
- Maintenance
- Mutation

Notons que le déploiement et l'adhésion doivent être concomitants. En effet, un déploiement sans adhésion n'aurait aucun succès et réciproquement. Notre recherche s'est focalisée sur la phase d'adhésion, les autres étant essentiellement liées à l'outil informatique choisi.

Lancini [Lancini, 2003] propose une classification des facteurs influençant l'adoption des systèmes de gestion des connaissances en termes organisationnel (un terrain déjà

fertile et habitué au changement et à l'échange acceptera davantage un tel système), individuel (la spécificité des profils des dirigeants : leur caractère entrepreneur et novateur, leur implication dans la dynamique notamment informatique, mais aussi la spécificité des profils de l'utilisateur, par son rapport aux technologies de l'information, sa vision de l'utilité du système de gestion des connaissances), technologique (lié à l'utilisation d'un outil informatique particulier) et informationnel (le statut de la connaissance et sa caractérisation dans le système de gestion des connaissances, fiabilité, contenu, structuration).

Le facteur organisationnel se divise en quatre spécificités : environnementale (nature turbulente de l'organisation), structurelle (structure organisationnelle et importance de la décentralisation de la décision), culturelle (esprit d'ouverture, communication de la structure) et organisationnelle (activités organisées en terme de communication).

La projection des facteurs d'adhésion sur les composants du système de gestion des connaissances est réalisée par le tableau 3.

Facteurs	Organisation	Communauté	Système d'information
Organisationnels			
<i>Spécificités environnementales</i>			
<i>Spécificités structurelles</i>			
<i>Spécificités culturelles</i>			
<i>Spécificités organisationnelles</i>			
Individuels			
<i>Spécificités de profil des dirigeants</i>			
<i>Spécificités du profil des utilisateurs</i>			
Technologiques			
<i>Spécificités du SI existant</i>			
<i>Spécificités du système KM</i>			
Informationnels			
<i>Spécificités du statut de la connaissance</i>			
<i>Spécificités des connaissances du système KM</i>		<i>Ex : Focalisation sur les bonnes pratiques et leur synthèse</i>	

Tableau 3 : Projection des facteurs d'adhésion sur les composants du système de gestion des connaissances

Croiser les composants du système avec les facteurs d'adhésion permet de se fixer des objectifs à atteindre pour chaque composant concernant chacun des facteurs. Par exemple, la communauté d'utilisateurs peut se fixer comme objectif informationnel de se focaliser sur les bonnes pratiques et leurs synthèses (tableau 3).

En remplissant une telle grille, une entreprise aura une vision plus précise des évolutions qu'elle souhaite concernant son système de gestion de connaissances.

2.2.5. Conclusion de la caractérisation systémique

Dans ce travail de recherche, notre démarche a été celle de l'intervention par la création, le maintien et l'analyse de systèmes (organisationnels, communautaires et informatiques) de gestion des connaissances.

De cette démarche, nous pouvons souligner deux conclusions principales :

- L'importance des communautés de pratique ;
- La fonction support du système d'information.

L'ensemble des facteurs de participation et d'adhésion au système montrent bien que l'enjeu réside dans l'adhésion de l'utilisateur.

Le système informatique n'est pas le centre du problème de la gestion des connaissances de notre point de vue. Il participe à la gestion automatique et simplifiée du flux d'information entre personnes de la communauté, mais le système de gestion des connaissances ne peut être réduit à un système informatique. Le système d'information n'est pas l'élément central du système de gestion des connaissances mais une passerelle d'échanges entre les utilisateurs.

Après avoir réalisé cette analyse systémique des systèmes de gestion des connaissances, notre recherche s'est tournée vers la relation entre ces systèmes et les processus de décision, avec un focus spécifique sur les projets d'innovation.

2.3. Gestion des connaissances dans le processus de conception pour une meilleure prise de décision

Un réel besoin d'outils de gestion des connaissances émerge des défaillances constatées dans les projets d'innovation. Ces problèmes sont issus :

- Des caractéristiques des projets (unicité du résultat et discontinuité temporelle) qui perturbent la transmission des connaissances entre plusieurs projets et la réutilisation des résultats d'un projet passé, en particulier l'accès aux raisons qui justifient les choix faits ;
- Des caractéristiques de l'innovation qui nécessite à la fois une création de connaissances et un meilleur accès à la connaissance, en dépassant les modes naturels de transmission. Il s'agit, dans le cas des travaux de Barthélémy Longueville, de créer une vision partagée au sein d'un projet des différents processus de décision en cours, de leur état d'avancement, de leur justification.

Notre approche se focalise sur les connaissances associées aux processus de décision, identifiées comme critiques dans ces projets [C-03-11]. Les contributions de ce travail de recherche sont centrées sur la compréhension des mécanismes de décision au sein des projets d'innovation et le support à leur bon déroulement. Un modèle de gestion des connaissances, appelé MEYDIAM (*MEmorY of DecIsion for Analysis and Management*) présenté dans le tableau 4, a été développé. Il permet la création et la réutilisation de connaissances liées à la décision. MEYDIAM est principalement constitué d'une

mémoire de projet. Ce modèle, au moyen d'interfaces appelées objets de connaissances, permet de capturer, au fil de l'eau, les informations associées aux processus de décision et de les réutiliser.

La création et la réutilisation de connaissances sont alors matérialisées respectivement par des processus de représentation et de recontextualisation des informations liées à la décision [C-03-12, C-03-10].

Axe	Description
Objectifs	<p>Ce modèle a pour objectif d'améliorer la performance des projets d'innovation. Cela se traduit par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les processus de décision des projets d'innovation • Pallier les déficiences de l'organisation par projet
Connaissances manipulées	<ul style="list-style-type: none"> • Type : connaissances collectives et individuelles • Nature : connaissances tacites • Utilisation : connaissances exploitées • Lieu : dans l'entreprise durant l'activité des projets
Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> • Créer des connaissances • Utiliser des connaissances • Conserver des connaissances
Structure	<p>La structure du modèle de gestion des connaissances se décompose en trois éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un outil : une mémoire de projet • Une organisation et des processus : un pilote utilisateur et l'intégration dans les pratiques des projets • Une communauté d'utilisateurs
Communauté d'utilisateurs	<p>Les individus concernés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les acteurs des projets d'innovation (chefs de projet, responsables de lots, ingénieurs) • Les fonctions de support qualité • Les instances de pilotage des projets (responsables de domaine, chefs de service, commissions) • Les projets de développement

Tableau 4 : Définition du modèle de gestion de connaissances pour les projets d'innovation

Par rapport à l'existant, nos travaux contribuent à la définition de la gestion des connaissances associées aux processus de décision dans le cadre de projets d'innovation. Nous avons identifiés dans l'état de l'art que ce domaine était émergent et se situait à l'intersection de plusieurs problématiques de recherche.

L'approche que nous proposons permet de pallier le manque d'outils supportant la gestion des connaissances dans des environnements dynamiques tels que les projets et l'innovation. Nous avons proposé un nouveau paradigme qui permet d'utiliser des informations représentant les processus de décision pour supporter les processus de création et la réutilisation de connaissances.

Nous avons également proposé la définition d'un outil de mémoire de projet qui permet de réaliser ces processus.

Le système de gestion des connaissances MEYDIAM répond aux besoins identifiés :

- Il améliore les processus d'innovation par un meilleur accès à la connaissance en dépassant les modes naturels de transmission.
- Il pallie les déficiences de l'organisation par projet, il favorise la réutilisation des connaissances acquises.

En effet, les processus de capture des informations décisionnelles permettent aux acteurs des projets de partager leurs connaissances associées à la décision. Par ailleurs, les processus de réutilisation permettent de donner accès à des connaissances passées par la recontextualisation d'information.

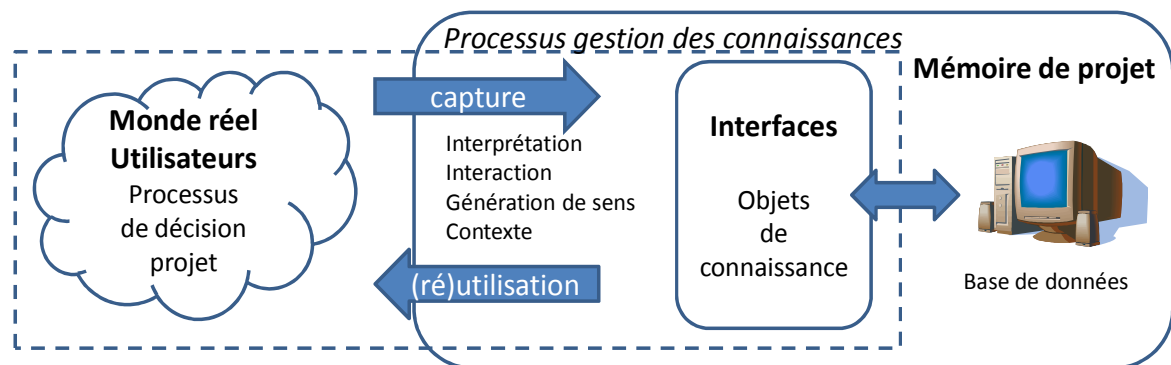


Figure 9 : Mémoire de projet

Les fonctionnalités de la mémoire de projet [C-02-7] sont réalisées par le dispositif illustré figure 9. Les interfaces appelées objets de connaissances supportent les processus capture et réutilisation de l'information. Ces informations sont stockées dans une base de données. Les processus de gestion des connaissances (capture et réutilisation de connaissances) sont réalisés par l'interaction entre les utilisateurs et la mémoire de projet. La mémoire de projet repose sur le modèle de processus de décision INDIGO (présenté au chapitre 1) ; elle gère sous forme de base de données l'ensemble des informations décisionnelles.

Grâce à une recherche qui s'articule à la fois sur le management des connaissances et sur la représentation des processus de décision INDIGO, nous avons pu ainsi proposer un modèle qui permet d'améliorer les processus de décision en projet d'innovation [C-02-6]. En effet, MEYDIAM [C-03-10] permet de :

- Réduire l'incertitude en s'appuyant sur les connaissances passées ou issues de projets en simultané : par navigation et recherche, l'utilisateur a accès à l'expérience des projets passés ;
- Elargir le contexte d'une décision donnée : MEYDIAM permet de confronter la réflexion concernant une décision actuelle à l'ensemble des décisions similaires capitalisées, prises dans d'autres contextes ;
- Profiter de l'expérience accumulée : les processus de réutilisation permettent de réutiliser les informations issues des processus de décision passées ;
- Intégrer et maîtriser les aspects collectifs : MEYDIAM permet de diffuser et de partager des informations décisionnelles qui n'étaient pas représentées auparavant ;
- Réduire l'irréversibilité des processus d'innovation : MEYDIAM permet de retrouver les alternatives rejetées et de les évaluer dans un nouveau contexte.

Le modèle a été validé par une maquette informatique testée dans le cadre des projets innovations du groupe PSA Peugeot Citroën et a mis en évidence que l'approche proposée permet :

- Un support à la création de connaissances associées à la décision ;
- Une réponse au besoin de traçabilité des décisions ;
- Un support méthodologique qui améliore la prise de décision ;
- Un partage des informations et connaissances liées à la décision.

L'entreprise peut ainsi, d'une part, conserver les raisons pour lesquelles une idée d'innovation a été ou non retenue pour être implémentée sur un projet véhicule. D'autre part, pour un nouveau projet véhicule, l'entreprise peut revoir les idées d'innovation développées qui non encore jamais été implantées, étudier les raisons pour lesquelles elles n'ont pas été retenues et suivant les modifications du contexte, voir si il serait maintenant judicieux de les intégrer dans le lancement d'un nouveau véhicule.

2.4. Principaux résultats

Notre recherche a abouti à la proposition de deux modèles de gestion des connaissances : l'un concernant la capitalisation et le partage de données techniques propres à des métiers ou activités, l'autre permettant la capitalisation des décisions dans les projets d'innovation.

2.5. Principales publications sur le thème

- C-08-30** C.FLÖCK, **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *A Systemic Analysis of Older Driver's Requirements to Gather Knowledge to be used by Design Engineers*. International Design conference – DESIGN 2008, Dubrovnik, May 2008
- C-04-15** D. GALVAN MONTIEL, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *A Proposal for Modeling Elementary Industrial Processes - Methodological Approach of Performance Measurement*, IDMME 2004, Bath, England
- C-03-14** A. TISSOT, **J. STAL-LE CARDINAL**, C. VERZAT, J.-C. BOCQUET, *Articuler les compétences métier et les compétences fonction dans un système de management des connaissances*, Gi 2003, 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Québec, Canada
- C-03-13** J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Innovation and Design Processes Modeling: a Systemic Approach*, ICED 2003 (International Conference on Engineering Design), Stockholm, Sweden
- C-03-12** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, P. DANEAU, *Toward a Project Memory for Innovative Product Design, a Decision-Making Process Model*, ICED 2003, Stockholm, Sweden
- C-03-11** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Knowledge Management as a Help for Decision Making in Design Projects*, ICED 2003, Stockholm, Sweden

- C-03-10** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *MEYDIAM, a Project Memory for Innovative Product Design*, IAMOT 2003, 12th International Conference on Management of Technology, T. KHALIL, L. MOREL-GUIMARAES and Y. A. HOSNI editor, Nancy, France
- C-02-7** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Decision Based Project Memory for Design Projects of Innovative Products*. Workshop on Project Memory, Fith International Conference of Cooperative Systems. Saint Raphaël, 4/5/2002
- C-02-6** B. LONGUEVILLE, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Decision Based Knowledge Management for Design Project of Innovative Products*, DESIGN 2002, 7th International Design Conference, D. MARJANOVIC editor, May 2002, Cavtat – Dubrovnik, Croatia
- C-99-3** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *A Systemic Decision Approach for Capitalizing Dysfunctions in Design Processes*, ASME (American Society of Mechanical Engineers)- 25th Design and Automation Conference, September 12-15 1999, Las Vegas, USA
- C-99-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Competence-Based Dysfunction Analysis for Characterizing Product Development Decisions*, ECEC (European Concurrent Engineering Conference), April 21-23 1999, Erlangen-Nüremberg, Germany
- C-98-1** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *A Bijective User's Profile Oriented Model for Design Action Capitalization*, IDPT (Integrated Design and Process Technology) - Society for Design and Process Science, July 6-9 1998, Berlin, Germany

3. AU NIVEAU TACTIQUE : MODELISATION DES DECISIONS DE MANAGEMENT DE PROJET

3.1. Introduction – Contexte

Dans l'article [A-06-2], nous définissons un projet comme un processus de transformation, allant d'une situation initiale à une situation finale souhaitée, évoluant dans un environnement complexe et changeant.

La complexité existe dans le projet car celui-ci est une aventure humaine, très contrainte, comportant de multiples aspects et des incertitudes de fait de son unicité. La composante humaine y est fondamentale, aussi bien celle de l'individu acteur par ses perceptions ou compétences que celle du groupe dont le comportement global repose aussi sur des conflits et ambiguïtés.

Nous avons proposé une définition de la complexité d'un projet : « caractéristique d'un projet en entreprise qui lui confère l'impossibilité d'être prévisible et/ou d'être complètement maîtrisable. » [CER 09-04].

Notre recherche sur les processus de décision et sur la capitalisation des connaissances nous a incités à chercher à mieux appréhender cette complexité en travaillant principalement sur trois axes :

- Aider au choix d'acteurs dans un projet : quel processus adopter pour réduire les dysfonctionnements dans le choix d'acteur ;
- Appréhender la complexité des décisions collaboratives au sein d'un projet ;
- Proposer une liste de risques génériques au niveau de la prise de décision de choix d'acteur.

En adéquation avec l'objectif général de la productique, l'optimisation du triptyque qualité, coût, délai, nous avons élaboré une modélisation des dysfonctionnements dans le processus de prise de décision, sur la base de la DTL (présentée au chapitre 1). Pour cela, nous considérons l'entreprise comme un réseau d'acteurs pouvant prendre des décisions en vue d'atteindre un objectif général.

Un espace de représentation des dysfonctionnements, au sein de la DTL, est proposé et permet de représenter et de quantifier l'impact des dysfonctionnements dans le processus de décision. Il s'agit de décomposer tout dysfonctionnement en dysfonctionnements élémentaires, d'identifier les étapes de la DTL ayant généré les dysfonctionnements et de mesurer les écarts induits. Nous considérons, ici, la décision de façon globale et la modélisation proposée est applicable à tout type de prise de décision.

L'étude des dysfonctionnements dans les processus de prise de décision se concrétise, ensuite, par une application au choix d'acteur et par une présentation des outils développés pour faciliter ce type particulier de décision. Ces outils sont regroupés sous le nom de SACADO, Système d'Aide aux Choix d'Acteur et aux Décisions d'Organisation. SACADO propose un processus cible à suivre pour réduire les risques de dysfonctionnements. Cette méthode permet également, pour un dysfonctionnement donné, d'en analyser les causes potentielles et d'en déduire des préconisations. Une autre facette de SACADO concernant l'organisation d'entreprise est abordée au chapitre 4.

3.1.1. Positionnement de nos travaux

Etudier les processus de prise de décision nécessite de considérer les acteurs qui prennent les décisions. Ainsi, dans cette recherche, seuls les êtres humains qui peuvent prendre une décision sont considérés comme acteur : un acteur décide. Les autres, qui ne font qu'exécuter, sont assimilés à des ressources et caractérisés, comme celles-ci, par une capacité d'exécution de tâche.

Dans nos travaux de thèse, nous avons proposé la définition suivante pour l'acteur :

« Un acteur est un être humain qui fait partie des moyens de l'entreprise ». Ainsi dans le réseau qui constitue l'entreprise, les acteurs :

- ont des compétences, quantifiées par un niveau ;
- peuvent prendre des décisions ;
- sont capables de caractériser a priori l'effet de leurs actions ;
- peuvent exécuter des tâches pour atteindre un but ;
- travaillent avec d'autres acteurs (en partenariat, en déléguant, en équipe).

Le concept d'acteur est central dans notre recherche : d'une part, les acteurs prennent des décisions, sans acteur il n'y aurait aucune relation, d'autre part, l'ensemble des compétences de l'entreprise est détenu par l'ensemble des acteurs.

Pour Giget [Giget, 1998], « les compétences d'entreprise s'appuient sur des connaissances, technologies ou savoir-faire maîtrisés par un groupe de personnes ayant à leur disposition les équipements qui leur permettent d'exercer collectivement ces compétences au sein de l'entreprise ». Cette définition classique restreint les compétences à des connaissances techniques approfondies. On parle ici des compétences de l'entreprise, d'un groupe de personnes, et non des compétences d'un acteur identifié.

Nos travaux se positionnent sur la définition de compétences issue de la psychologie du travail, proposée par Lévy-Leboyer [Lévy-Leboyer, 1996] et approfondie par Durand [Durand, 2006] :

« Les compétences sont des répertoires de comportements que certaines personnes maîtrisent mieux que d'autres, ce qui les rend efficaces dans une situation donnée. Ces comportements sont observables dans la réalité quotidienne du travail, et, également, dans les situations-tests. Ils mettent en œuvre, de manière intégrée des aptitudes, des traits de personnalité, des connaissances acquises. Les compétences représentent donc un trait d'union entre les caractéristiques individuelles et les qualités requises pour mener à bien des missions professionnelles précises ».

Cette définition élargie des compétences est davantage adaptée à la modélisation de l'entreprise comme un réseau d'acteurs. Les compétences sont assimilées ici à des comportements, mélanges de savoir, de savoir-faire et de savoir-être, et non uniquement à des connaissances. [Durand, 2006] approfondit cette définition en empruntant « aux travaux de recherche sur l'éducation les trois dimensions clés de l'apprentissage individuel, c'est-à-dire la connaissance (le « savoir »), la pratique (le « savoir-faire ») et les attitudes (le « savoir-être »). Chacune de ces trois catégories se décomposent en trois sous-dimensions, comme illustré par la figure 10.

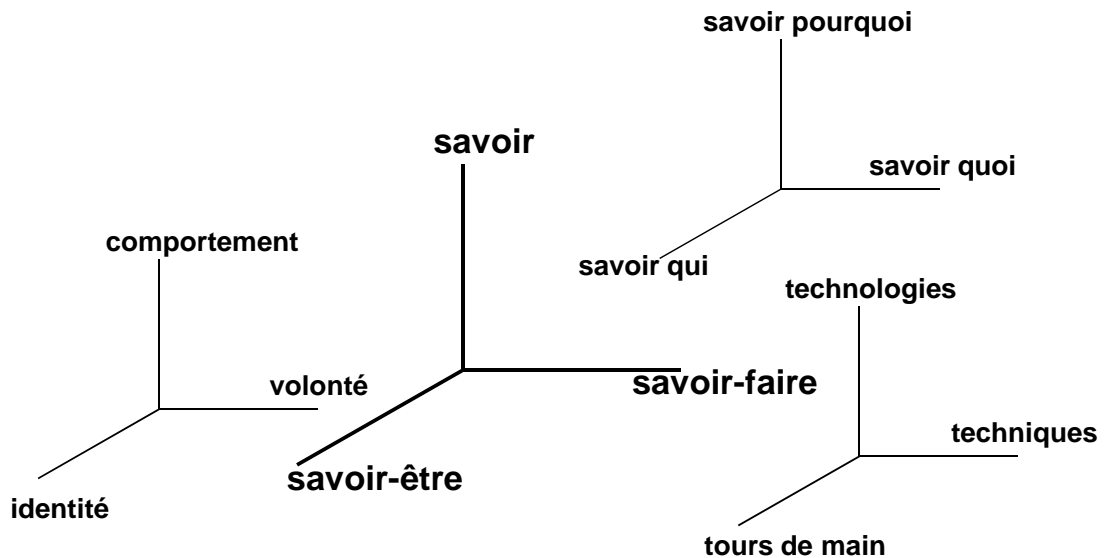


Figure 10 : Une explicitation des trois catégories principales de la compétence selon Durand

Nous utilisons cette représentation des compétences pour proposer une classification des dysfonctionnements dans la prise de décision de choix d'acteur.

3.1.2. Approche adoptée

Nous axons notre recherche sur les processus de prise de décision et sur les dysfonctionnements qui brident leur optimisation. La Ligne de Vie de la Décision (DTL) permet de représenter tout processus de prise de décision de la saisie de la question jusqu'à la transmission de la réponse. Chaque étape de la DTL est le siège de dysfonctionnements potentiels et peut avoir des incidences sur le choix d'acteur. Un processus de décision, modélisé par la DTL, peut avoir des interactions avec un autre ou être le cadre d'une décision collaborative.

« Dysfonctionnement » est un mot hybride de « dys » et « fonctionnement », qui signifie trouble dans le fonctionnement. Son origine médicale et psychologique concerne la cessation aléatoire d'une fonction de l'organisme. Il est souvent corrélé à des termes tels que : problème, perturbation, dérèglement, trouble, défaillance.

Pour Rees [Rees, 1997], « la défaillance est relative à l'objectif ». Nous considérons également que le dysfonctionnement est relatif à un écart à l'objectif.

Dans nos travaux sur les dysfonctionnements dans la prise de décision, nous faisons un parallèle entre le domaine de la maintenance préventive et celui de la prise de décision. En effet, la maintenance préventive entretient les machines pour garder le matériel technique en état de fonctionnement. Boucly [Boucly, 1988] donne la définition AFNOR d'une défaillance :

« Une défaillance est une cessation aléatoire de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise ». Pour Villemeur [Villemeur, 1988], « après l'apparition d'une défaillance, on considère que l'entité est en panne : une panne résulte toujours d'une défaillance. »

Nous cherchons, pour le domaine de la prise de décision, à construire un modèle d'évitement des dysfonctionnements pour assurer le bon déroulement des projets. Le but de notre modèle est également d'agir en curatif, en utilisant le savoir-faire capitalisé.

Par analogie avec les défaillances en maintenance, nous qualifions le dysfonctionnement de phénomène stochastique, et proposons la définition suivante : « Un dysfonctionnement est la cessation stochastique de l'aptitude d'un acteur à prendre une décision, à accomplir une action ».

L'étude des dysfonctionnements [A-05-1] est menée sur les décisions de choix d'acteurs, dans lesquelles un acteur, le décideur, choisit un autre acteur pour réaliser une action.

Nous nous sommes ensuite intéressés aux décisions collaboratives, qui impliquent plusieurs acteurs.

Finalement, nous proposons une Analyse Préliminaire des Risques appliquée à la DTL qui aboutit à des listes de dysfonctionnements possibles sur ce processus.

3.2. Méthode d'aide au choix d'acteurs

Les choix d'acteurs sont capitaux pour le succès d'un projet, ils influencent toute la vie du projet et la conception même du produit [C-05-22, C-04-18]. L'enjeu est de proposer une aide pour prendre les bonnes décisions de choix d'acteurs afin d'améliorer les décisions de conception [C-00-4].

L'aide à la prise de décision apportée par la méthode SACADO, développée dans nos travaux de thèse, se déploie sur deux volets : un processus cible (figure 11) à suivre pour éviter les dysfonctionnements, une fiche de choix d'acteur aidant à s'approcher du processus cible et permettant une capitalisation des processus et de la décision prise [A-05-1], [B-02-2].

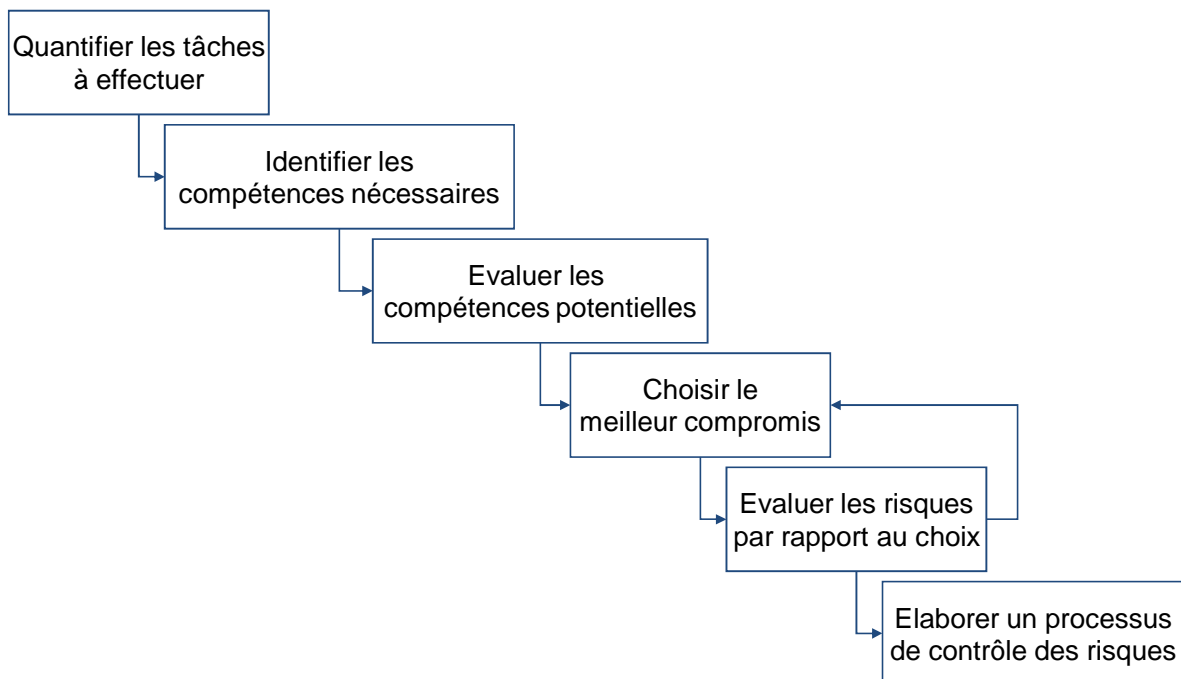


Figure 11 : Le processus cible simplifié

Les grandes étapes du processus cible correspondent aux six questions suivantes :

1. Quelles sont les tâches à effectuer par l'acteur à choisir et dans quel environnement ?
2. Quelles sont les compétences nécessaires ?
3. Quelles sont les compétences disponibles ?
4. Quel est le meilleur compromis en termes de qualité, de coût et de délai ?
5. Quels sont les risques que la personne choisie pourrait faire courir au projet ?
6. Existe-t-il un processus de contrôle de la personne choisie par rapport à ces risques ou un plan d'actions d'éradication des risques à mettre en place ?

Pour aider un décideur à suivre le processus cible, une fiche générique d'aide au choix d'acteur a été réalisée, illustrée sur la figure 12.

La fiche suit les différentes étapes de la DTL. En effet, le contexte du projet correspond à la saisie, les tâches à réaliser sont propres à l'identification ainsi que la quantification des objectifs qui peut également faire appel à l'étape de négociation. L'évaluation des risques concernant la solution choisie est relative à la synthèse et les préconisations doivent être capitalisées et transmises. Remplir une telle fiche pour un choix d'acteur permet de minimiser des risques d'erreur. Les capitaliser permet d'avoir une mémoire, de réaliser une caractérisation des dysfonctionnements concernant les choix d'acteurs et de prendre des décisions d'organisation (comme nous le verrons dans le chapitre 4).

Fiche choix d'acteur réf A-Projet-n°x

Contexte			
Qui demande ?		Qui choisit ?	
Date de la question		Date du choix	
Tâches à réaliser	Objectifs		
	Qualité	Coût	Délai
Compétences requises			
Savoir	Savoir-faire	Savoir-être	
Acteurs potentiels		Acteur choisi et raisons du choix	
Evaluation des risques	Plan d'actions		
	Quoi	Qui	Quand
Dysfonctionnement (ce qui s'est mal passé dans le processus de décision)			
Résultat	Ecart		
	Qualité	Coût	Délai
Préconisations			

Figure 12 : La fiche de choix d'acteur

3.3. Modélisation des décisions collaboratives au sein d'un projet

Nos contributions sont focalisées ici sur la compréhension des décisions collaboratives dans le processus de conception de nouveaux produits, ainsi que la gestion de leur processus dans le cadre du management de projet. Nous nous sommes focalisés sur la phase de définition des objectifs du projet, qui est, par essence, une phase où différents secteurs de l'entreprise (études, achats, industrialisation, marketing, production) doivent prendre des décisions collaboratives.

L'objectif de notre recherche est double : identifier les éléments relatifs à l'aide à la décision mais aussi aider au management des processus de prise de décisions.

La prise de décision collaborative est un phénomène complexe pour plusieurs raisons [A-09-4] :

- les acteurs ont une connaissance, une vision et des objectifs différents concernant le problème à résoudre ;
- les critères de décision ne sont pas homogènes, chaque paramètre touché par la décision collaborative a ses propres critères et les relations, ainsi que les influences entre ces critères et les objectifs, ne sont pas toujours connus ;
- les processus opérationnels, qui impactent et qui sont impactés par la décision collaborative, sont inter-reliés et se conditionnent mutuellement ; la prise de décision collaborative est un processus de décision commun à deux processus opérationnels ou plus ;
- la prise de décision collaborative repose sur les données de sortie de différents processus opérationnels qui changent continuellement et introduisent de l'imprévisibilité dans le processus de prise de décision.

Pour ce problème complexe, nous utilisons une vision systémique et proposons un modèle de prise de décisions collaboratives à quatre vues : vue « objectifs » (téléologique), vue « processus » (ontologique), vue « environnement » (génétique) et vue « transformation » (fonctionnelle) (thèse de Marija Jankovic) [C-05-20].

Dans la vue « objectifs », les différents objectifs de la prise de décision collaborative représentent « ce que le système doit fournir ».

La vue « environnement » englobe trois différents types d'environnement de la décision collaborative : l'environnement de la décision, celui du projet et celui de l'entreprise. Dans cette vue, sont également identifiés les acteurs qui participent et influencent la prise de décision collaborative.

La vue « processus » représente le processus de prise de décision collaborative. Le modèle utilisé dans cette vue est basé sur la DTL. Il est simplifié en trois étapes :

- la phase d'identification du besoin d'une décision collaborative ;
- la phase de la prise de décision qui est une phase de négociation de la solution à apporter au problème posé ;
- la phase d'implémentation et d'évaluation qui est initialisée au moment du consensus atteint sur la solution.

Les décisions possibles sont alors :

- décision de mettre en place la solution ;
- décision de continuer à travailler sur le problème pour trouver une meilleure solution ;

- décision de chercher plus d'informations concernant le problème ;
- décision de renégocier les objectifs.

Les opérations de préparation et d'implémentation de la décision collaborative sont prises en compte dans la vue « transformation » [A-09-8].

Ce modèle a été utilisé pour développer un outil de management de projet chez PSA Peugeot Citroën pour la première phase du projet, la phase de définition des objectifs. La mission de l'équipe projet dans cette phase est de définir les objectifs du projet tout en incorporant différentes contraintes de l'entreprise et du marché [A-09-5].

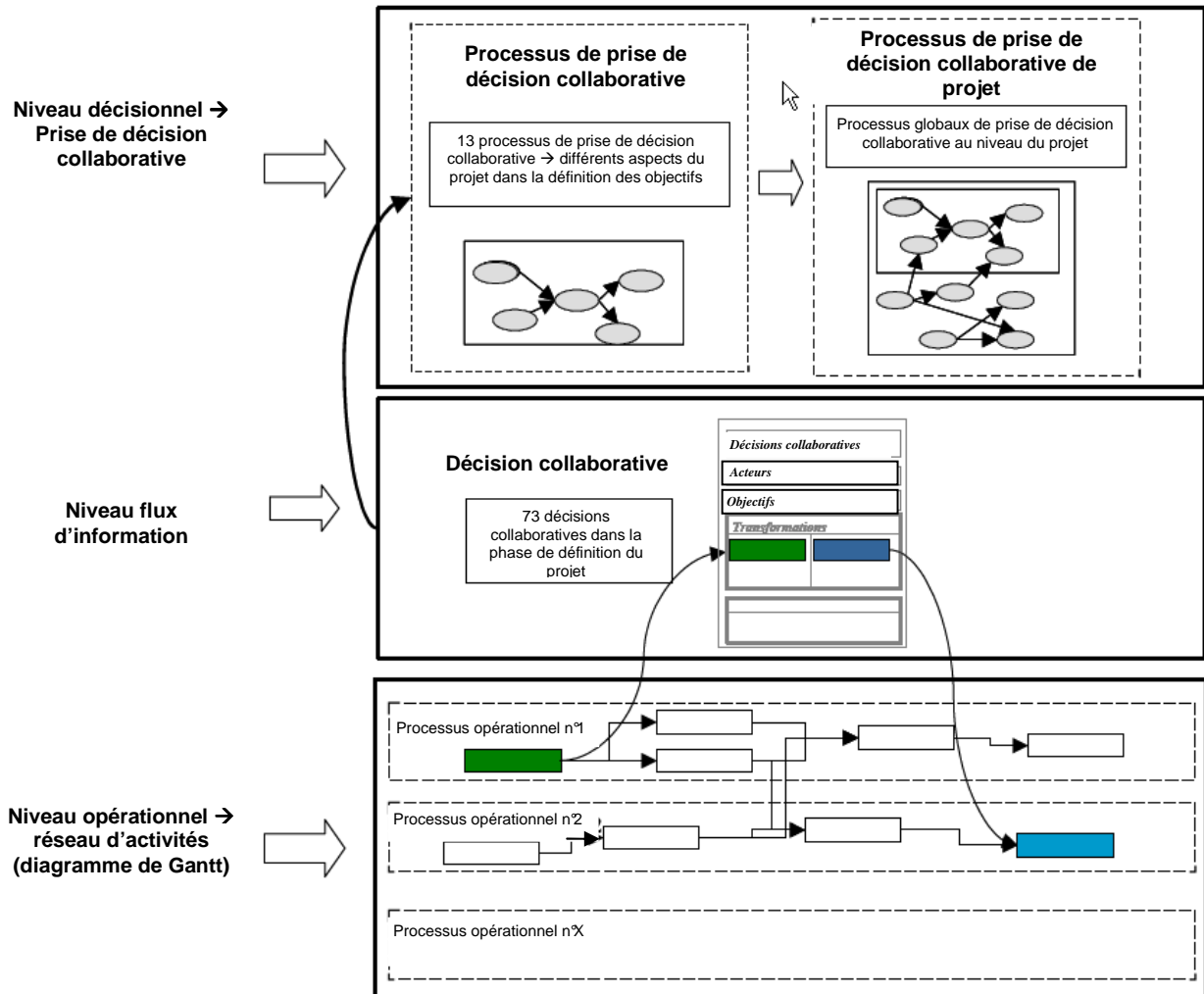


Figure 13 : Les trois niveaux de l'outil

Cet outil, présenté dans la figure 13, est organisé en trois niveaux : le niveau des processus de décisions collaboratives, le niveau d'informations et le niveau des processus opérationnels [C-06-24, C-06-23].

Les processus de prise de décision collaborative dans la phase de construction des objectifs du projet se situent au niveau décisionnel. Ceux-ci sont représentés par une séquence de différentes décisions collaboratives.

Les processus de décision collaborative contribuent à la définition progressive des objectifs du projet. Au niveau décisionnel, 13 différents processus ont été identifiés chez PSA Peugeot Citroën.

Le niveau des flux d'information des décisions collaboratives a été élaboré en utilisant le modèle conceptuel de prise de décision collaborative. Les informations sont classées selon les 4 vues de ce modèle dans une fiche « Décision collaborative ».

La première partie de cette fiche, vue « environnement », renseigne sur les acteurs de la prise de décision collaborative (pilote du processus de prise de décision, contributeurs, décideurs).

La seconde partie, vue « objectifs », permet de préciser les objectifs de la décision collaborative.

La troisième partie, vue « transformation », contient les informations correspondantes des processus opérationnels contributeurs à la prise de décision collaborative. Il s'agit des données d'entrée et de sortie de la décision.

La vue « processus » est contenue dans le fait même de renseigner et d'utiliser la fiche. 73 fiches de décisions collaboratives ont été construites pour l'entreprise.

Le niveau opérationnel englobe les processus opérationnels de la phase de définition des objectifs du projet. Chez PSA Peugeot Citroën, 10 processus opérationnels ont été identifiés dans cette phase.

Cet outil permet à l'équipe projet de :

- gérer le projet dans la phase de définition des objectifs ;
- suivre le progrès global dans cette phase ;
- avoir une meilleure visibilité de la convergence des objectifs ;
- organiser la prise de décisions collaboratives.

Notre modèle conceptuel et son implémentation dans un outil ont contribué à l'amélioration de la robustesse et de la traçabilité du processus de prise de décision collaborative [C-06-26, C-06-25]. Le modèle permet d'identifier les éléments nécessaires à la prise de décision : qui décide, sur quels éléments, que faut-il savoir pour être en mesure de prendre la décision, qu'influence la décision, qui doit faire quoi pour rendre la décision possible. Nous contribuons également à la traçabilité en identifiant différents flux (décisionnel, informationnel et opérationnel) dans la prise de décision collaborative.

3.4. Analyse Préliminaire des Risques du processus de décision

Afin de compléter l'approche présentée, nous avons souhaité utiliser une méthode d'analyse de risques utilisées dans les projets complexes. Ainsi, nous avons réalisé une Analyse Préliminaire des Risques de la DTL.

Dans la continuité des modèles développés dans notre thèse, il s'agit ici de progresser dans l'analyse des dysfonctionnements et des risques dans le processus de décision.

Nous cherchons, pour le domaine de la prise de décision, à construire des modèles d'évitement des dysfonctionnements pour assurer le bon déroulement des projets

Nous avons étudié les moyens d'analyser et de maîtriser les risques de dysfonctionnement issus d'un processus amenant à une décision. Une étude

bibliographique des méthodes d'analyse des risques (travail de Nadia Benhila, master recherche, [H-08-7]) a permis de faire une comparaison entre ces méthodes et d'en déduire la plus pertinente pour être appliquée au processus de décision. L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) a été déroulée sur la Decision Time Line (présentée au chapitre 1) appliquée au choix d'acteurs dans les projets. Le but de cette analyse est de déterminer les éléments vulnérables dans le processus de décision qui sont exposés aux dangers, de caractériser ces dangers et de déterminer les différents scénarios d'accidents possibles qu'ils peuvent engendrer.

Dangers Génériques	Dangers Spécifiques	Événements redoutés
savoir-être	comportement	Décideur ou acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Faible ouverture d'esprit • Motivation faible • Négligence
	identité	Décideur ou acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Incompréhension due à une divergence dans la vision du problème • Incompréhension due aux origines diverses des personnes
	volonté	Décideur : <ul style="list-style-type: none"> • Non conviction concernant l'importance de la prise de décision Acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Non conviction de l'importance de la mission reçue
savoir	savoir quoi	Décideur ou acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Incapacité à lever l'ambiguïté du problème • Incapacité à élaborer une stratégie à suivre • Incapacité à choisir une solution
	savoir qui	Décideur : <ul style="list-style-type: none"> • Incapacité à identifier une ressource disponible Décideur ou acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Incapacité à trouver une personne disposant d'une information utile à la mission
	savoir pourquoi	Décideur ou acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Non compréhension de l'enjeu de la question • Recours à des hypothèses non fondées pour cerner l'environnement • Non prise en compte de l'environnement et du contexte
savoir-faire	technologie	Acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Savoir-faire technologiques insuffisants
	technique	Acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Savoir-faire technique insuffisant
	tours de main	Acteur choisi : <ul style="list-style-type: none"> • Tours de main insuffisant

Tableau 5 : Liste générique des événements redoutés

La maîtrise du processus de décision, en tant que capacité de ses acteurs à prendre la bonne décision, est étroitement liée à leurs compétences.

Nous utilisons la représentation des compétences de [Durand,1998] pour la classification et la cartographie des dangers génériques dans la prise de décision. Ainsi les événements redoutés que nous considérons sont tout événement indésirable associé à une défaillance dans l'un des axes des compétences du décideur ou de l'acteur choisi.

Le tableau 5 représente les classes de dangers génériques, de dangers spécifiques et les événements redoutés génériques qui peuvent menacer le bon déroulement du processus de décision de choix d'acteur.

La méthodologie de l'APR préconise ensuite la cotation des événements redoutés selon leur vraisemblance d'occurrence et leur gravité afin d'en déduire une criticité. Dans le tableau 6, nous avons donné un exemple d'échelle de vraisemblance d'occurrence des événements redoutés identifiés dans la première étape. Il appartient ensuite à chacun pour chaque prise de décision d'effectuer la cotation selon cette échelle et le contexte de la décision.

Index	Classes	Intitulés
V1	Impossible à improbable	Moins d'1 fois par 100 décisions
V2	Très peu probable	Entre 1 fois par 50 et 1 fois par 100 décisions
V3	Peu probable	Entre 1 fois par 10 et 1 fois par 50 décisions
V4	probable	Entre 1 fois par 2 et 1 fois par 10 décisions
V5	Très probable à certain	Plus d'1 fois par deux décisions

Tableau 6 : Exemple d'échelle de vraisemblance de l'occurrence d'un événement redouté

La gravité définit la mesure des conséquences des événements redoutés en termes de dommages ou de préjudices. Le tableau 7 représente un exemple de classes de gravité qui décrivent le spectre des conséquences allant de mineure à catastrophique.

Index	Classes	Sous index	Intitulés
G1	Mineure	11	Aucun impact sur les performances de l'objectif de la décision (qualité, coût, délai)
		12	Performances légèrement dégradées et acceptées par le demandeur
G2	Significative	21	Insatisfaction légère du demandeur
		22	Performances dégradées et tolérées par le demandeur
G3	Grave	31	Forte insatisfaction du demandeur
		32	Performances non atteintes et non tolérées par le demandeur
G4	Critique	41	Contentieux et perte du demandeur
		42	Contentieux mettant en cause la crédibilité du processus de décision de choix d'acteurs Contentieux mettant en cause la crédibilité du décideur
G5	Catastrophique	51	Perte totale de la crédibilité du processus de décision de choix d'acteurs Perte totale de la crédibilité du décideur

Tableau 7 : Exemple de classes de gravité d'un événement redouté

Notons que les gravités G1, G2, G3 concernent les conséquences qui ont un impact sur les performances du processus de décision et qui sont le fait d'aboutir à une décision qui n'entre pas dans le cadre du triptyque qualité, coût et délai défini par le demandeur. Pour les gravités G4, G5, les conséquences de ces classes affectent directement le processus de décision qui a généré le résultat.

La criticité est une combinaison de la vraisemblance d'occurrence et de la gravité. Elle détermine l'importance d'engager des actions pour éviter ou non l'événement redouté. Le tableau 8 présente un exemple d'échelle de criticité.

Index	Classes	Intitulés
C1	Risque acceptable	Aucune action n'est à entreprendre
C2	Risque tolérable sous contrôle	On doit organiser un suivi en termes de gestion du risque
C3	Risque inacceptable	La survenue de l'événement redouté n'est pas envisageable, un plan d'actions de levée du risque doit être mis en place, sinon tout ou partie de l'activité doit être refusée

Tableau 8 : Exemple d'échelle de criticité d'un événement redouté

Le tableau 9 présente un exemple de la valeur de la criticité selon la vraisemblance d'occurrence et la gravité de l'événement redouté.

		Gravité				
		1	2	3	4	5
Vraisemblance de l'occurrence	5	C2	C2	C3	C3	C3
	4	C1	C2	C3	C3	C3
	3	C1	C2	C2	C3	C3
	2	C1	C1	C1	C2	C3
	1	C1	C1	C1	C2	C2

Tableau 9 : Exemple de matrice de criticité

Pour un choix d'acteur prenant en compte les risques potentiels, le décideur peut prendre notre liste générique d'événements redoutés, la compléter éventuellement. Ensuite, il cote chaque risque en vraisemblance d'occurrence et en gravité selon le contexte dans lequel est prise la décision. Puis, selon la criticité des événements redoutés, il met en place un plan d'actions pour maîtriser les risques majeurs [A-09-7].

3.5. Principaux résultats

Notre recherche a abouti à la proposition d'une méthode d'aide à la prise de décision, concrétisée par la fiche de choix d'acteur et la fiche de prise de décision collaborative.

L'aide au choix d'acteur est complété par une liste générique d'événements redoutés.

3.6. Principales publications sur le thème

- A-09-8** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Collaborative Decision in Design Project Management. A Particular Focus on Automotive Industry*. Journal of Decision System, Special Issue "Emerging approaches, models and tools for managing Design and New Product Development in a collaborative environment". Accepté avec corrections mineures. A paraître fin 2009.
- A-09-7** F. MARLE , **J. STAL-LE CARDINAL**, *Risk Assessment Method in Project Actor Choice*, IJDE, Special Issue. A paraître fin 2009.
- A-09-5** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.C. BOCQUET, *Proposition of the Project Management Framework through Integration of the Knowledge and Information of the Collaborative Decision Making Processes*, International Journal of Product Developpement, Volume 8, number 2/2009, p. 109-121.
- A-09-4** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, J.C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, *Collaborative Decision Making: Complementary Developments of a Model and an Architecture as a Tool Support*, International Journal of Decision Support System Technology, IGI Publishing, volume 1, number 1, January - March 2009.
- A-05-1** M. MEKHILEF, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Pragmatic Methodology to Capture and Analyse Decision Dysfunctions in Development Projects*, Technovation, volume 25, issue 4, april 2005, pages 407-420, available online at www.sciencedirect.com.
- B-02-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Evaluation of Decisions Considering the Choice of Actors in Product Design Processes*, in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering'00, Edité par P. CHEDMAIL, C. FORTIN, Editions Kluwer Academic Publishers, avril 2002.
- C-06-26** M. JANKOVIC, J.-C. BOCQUET, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-M. BAVOUX, *Integral Collaborative Decision Model in order to Support Project Definition Phase Management*, International Design Conference, Design 2006, Dubrovnik, Croatia
- C-06-25** M. JANKOVIC, J.-C. BOCQUET, J.-M. BAVOUX, **J. STAL-LE CARDINAL**, J. LOUISMET, *Management of the vehicule Design Process throughout the Collaborative Decision Making Modelling*. Integrated Design and Manufacture in Mechanical Engineering, IDMME06, Grenoble, France
- C-06-24** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, ET AL. (2006). *Collaborative Decision Making: Complementary Developments of a Model and an Architecture*. 21st European Conference on Operational Research-EUROXXI, Iceland
- C-06-23** M. JANKOVIC, P. ZARATÉ, ET AL. (2006). *Complementary Aspects of a Conceptual Model and Architecture Tool for Collaborative Decision Making*. Workshop of the EWG-DSS, London, United Kingdom

- C-05-20** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Conceptual Context of Collaborative Decision Making and the Application of the Systems Approach Modelling*, 6^{ème} Congrès International de Génie Industriel, June 2005, Besançon, France
- C-05-22** **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Design Process for Decision Making concerning the Establishment of the (Objective, Actor) Couple in Project Management Organization*, ICED 2005, Melbourne, Australia
- C-04-18** T. NGUYEN VAN, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-C. BOCQUET, *Coupling Actor and Goal in Project Management*, IDMME 2004 (Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering), Bath, England
- C-00-4** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, J.-C. BOCQUET, *Evaluation of Decisions Considering the Choice of Actors in Product Design Processes*, IDMME, May 16-19 2000, Montréal, Canada

4. AU NIVEAU STRATEGIQUE : DECISIONS D'ORGANISATION D'ENTREPRISE

4.1. Introduction – Contexte

La méthodologie SACADO développée lors de nos travaux de thèse comporte 3 axes :

- un processus cible à suivre pour réduire les risques de dysfonctionnements ;
- une méthode d'analyse d'un dysfonctionnement donné, pour en analyser les causes potentielles et en déduire des préconisations ;
- une méthode pour améliorer l'organisation d'une entreprise par l'analyse des dysfonctionnements identifiés dans les prises de décision.

Ce troisième axe, développé dans ce chapitre, a débouché, chez Vallourec, sur le déploiement d'une démarche de conduite de projets. Cette démarche a été adaptée aux besoins particuliers du groupe Vallourec, communs à l'ensemble des sociétés de ce groupe et qui sont ressortis lors de l'analyse des dysfonctionnements.

Cette activité de recherche a ensuite été enrichie et validée par un an de collaboration hebdomadaire avec des chefs de projet du groupe Vallourec et a permis de mettre en place l'organisation en mode projets du groupe.

Travailler sur le déploiement d'un nouveau mode d'organisation dans une entreprise a orienté notre recherche vers la modélisation des entreprises et vers l'articulation entre différents modèles (ce qui fait l'objet d'une autre partie de ce chapitre).

Enfin, notre recherche s'intéresse actuellement à de nouvelles formes émergentes d'organisation du travail :

- Nous sommes en cours d'élaboration d'une méthodologie pour la constitution d'équipes virtuelles dans les projets d'innovation. Les problématiques de prise de décision dans les projets sont abordées et l'aspect principal de cette recherche réside dans les nouvelles organisations que ce mode de travail nécessite ;
- Nous travaillons sur un modèle et sur des recommandations génériques pour la constitution de réseaux de compétences pour la conception de projets d'innovation.

4.1.1. Positionnement de nos travaux

Le système que nous considérons dans nos travaux est le système organisationnel de l'entreprise. C'est un ensemble complexe structuré de moyens en évolution. Le système organisationnel résulte d'une combinaison réussie de facultés, de finalités et d'ambition pour, à partir d'acquis et dans un environnement, atteindre une finalité partagée (définition proposée par Oliver Cantzler dans sa thèse, [Cantzler, 1997]).

Au sein du laboratoire Génie Industriel, nous considérons l'entreprise, ses projets et ses processus comme des systèmes, qui ont un environnement, qui ont une finalité autour de laquelle va s'installer un système de prise de décisions et qui mettent en jeu des hommes, des matériaux, des équipements et de l'énergie.

Nous utilisons, pour les modéliser, la description systémique en 4 pôles dérivée de l'ouvrage de Jean-Louis Le Moigne, la théorie du système général [Le Moigne, 1977-1990] : « un système industriel se représente par ce qu'il est (des hommes avec leur

rôle et leurs compétences, des moyens matériels, informationnels, énergétiques et financiers) [représentation ontologique], par ce qu'il fait (des processus et des activités) [représentation fonctionnelle], par ce qu'il devient (son cycle de vie, ses phases) [représentation génétique], et par ses finalités (générer des valeurs ajoutées pour satisfaire les clients, les actionnaires, les employés et l'humanité en général) dans son environnement (son marché, ses fournisseurs, des concurrents et le reste de l'humanité) [représentation téléologique]. » [Bocquet, 2003]

4.1.2. Approche adoptée

Pour travailler sur la propagation des décisions au sein d'un réseau d'acteurs, on retiendra les critères suivants pour caractériser une entreprise [Stal-Le Cardinal, 2000] :

- une structure organisationnelle ;
- des méthodes et outils de travail ;
- des méthodes et outils d'évaluation ;
- une culture qui engendre, pour ces constituants, la notion d'appartenance à un groupe ;
- des compétences à un certain niveau ;
- un réseau de relations entre ces compétences ;
- une mémoire d'entreprise, conservée par un système de capitalisation.

Cette partie présente nos apports de recherche sur la structure organisationnelle et les réseaux de relations entre les compétences.

4.2. Déploiement d'une démarche projet issue d'une analyse des dysfonctionnements dans les prises de décisions

La méthodologie SACADO aide à résoudre des problèmes de management et d'organisation. Elle débouche sur des préconisations portant sur les décisions de choix d'acteur. Appliquer la méthodologie SACADO à plusieurs projets d'une entreprise aide à constituer une base de projets analysés grâce aux fiches de choix d'acteur. Nous avons ainsi, pour une entreprise donnée, une vision globale de ses problèmes, de laquelle nous pouvons déduire des voies de progrès, sous forme de préconisations, pour améliorer ses processus. Cette analyse de l'organisation a été testée lors d'une application industrielle menée dans le groupe Vallourec.

Plusieurs constats et autres préconisations en sont ressortis. Parmi ces observations, le manque d'homogénéité dans les termes utilisés et dans les procédures semblait crucial et révélateur d'un manque de cohérence. Or, une volonté affirmée de Vallourec concerne l'amélioration de la performance des projets de l'entreprise et cela passe par une mise en cohérence de l'ensemble des processus. Nous avons donc prolongé notre collaboration pour la mise en place d'une méthodologie projet adaptée aux diverses sociétés du groupe. Cette méthodologie, élaborée à partir de l'analyse des dysfonctionnements dans les prises de décision de choix d'acteur, est basée sur trois aspects principaux : le cahier des charges du projet, l'organigramme des tâches (ou WBS, Work Breakdown Structure) et la fiche de risques, [A-06-2].

Dans l'objectif de réduire les dysfonctionnements dans la phase de montage des projets, mais aussi pendant le suivi, nous avons accompagné différents chefs de projets, missionnés sur des projets de tout type.

La volonté de Vallourec était d'aboutir au déploiement d'une démarche projet la plus simple possible, afin que la majorité des chefs de projets se l'approprient, dans toutes les usines du groupe et au niveau international.

Au bout d'un an de mise en œuvre et d'accompagnement de 15 projets, un retour d'expérience a permis de mettre en évidence les apports principaux de notre démarche au niveau de la méthode, de l'organisation et de l'apprentissage :

- Concernant la méthode :
 - Les cahiers des charges sont réalisés dans 70% des projets ;
 - Les organigrammes des tâches sont réalisés dans 100% des projets ;
 - On ose maintenant parler des risques ;
 - La démarche proposée permet aux acteurs de projet d'évaluer les ressources nécessaires à chaque tâche.
- Concernant l'organisation :
 - Les comités de pilotage existent maintenant de façon systématique ;
 - Un chef de projet est clairement désigné dans tous les projets ;
 - Il est maintenant reconnu comme nécessaire que le chef de projet entretienne des relations avec les responsables hiérarchiques des membres de l'équipe projet.
- Concernant l'apprentissage de la démarche :
 - La formation de tous permet d'optimiser la communication ;
 - Une formation succincte des membres du comité de pilotage à la démarche projet permet de conforter le chef de projet dans son rôle (surtout quand ce dernier ne fait pas un point d'avancement technique, mais méthodologique).

Pour finir, voici quelques verbatims recueillis lors d'un bilan avec les chefs de projets :

- « La démarche projet est une démarche très volontaire qui permet de poser les bases dès le départ, le coaching, lui, apporte la rigueur et le respect de la démarche. »
- « Je n'ai, jusqu'alors, jamais su clôturer un projet car je n'ai jamais eu d'objectifs très clairs au départ, c'est la première fois que je peux comparer mes objectifs de départ au résultat final et clôturer le projet. »
- « La démarche projet apporte une structuration globale, une cohérence de l'organisation, très utile quand le chef de projet est détaché du quotidien. »
- « On voit la différence de comportement dans l'équipe entre avant et après la formation projet, la formation devrait être le point de départ du projet. »

La rigueur de la méthodologie SACADO a permis de bâtir une démarche projet groupe à partir des dysfonctionnements passés [C-02-8, C-01-5]. Les verbatims ci-dessus nous montrent que cette démarche a pu éviter la répétition des dysfonctionnements et ancrer de nouveaux réflexes dans les processus de conduite de projet du groupe.

4.3. Modélisation d'entreprise et vue système

Les préconisations d'organisation d'entreprise faites avec la méthodologie SACADO ont conduit notre recherche à s'intéresser à la modélisation des entreprises et de leurs processus.

4.3.1. Analyse des processus

Concernant l'analyse des processus en entreprise, nous avons fait le choix de deux voies de recherche principales :

- Les méthodes de représentation de processus différents ;
- Pour un même processus, comment assurer l'interopérabilité entre les différents outils de gestion de données utilisées.

Concernant la première voie de recherche, la maîtrise des processus au sein d'une entreprise est devenue un enjeu majeur pour assurer la qualité des produits ou des services délivrés. Il existe de nombreuses normes et standards pour arriver à cette maîtrise, que ce soit des méthodologies destinées à proposer de bonnes pratiques pour l'amélioration des processus comme l'ISO 9001 ou bien des outils de modélisation d'entreprise tels que BPMN. Nous avons proposé une cartographie de ces différentes méthodes afin d'obtenir une aide pour le choix d'un ou plusieurs de ces outils au sein d'une entreprise, selon son contexte et ses besoins (mémoire bibliographique de master recherche de Julien Perrot). Dans ce travail, nous proposons également des liens et correspondances entre les différents outils d'études.

Concernant l'interopérabilité, nous nous sommes intéressés à la modélisation du processus de production et plus particulièrement au management de la modularité dans ce processus. Suite à cet exemple, nous nous sommes interrogés sur le réel besoin d'une entreprise concernant l'interopérabilité de ses différents modèles. Ceci est le fruit d'un travail de collaboration avec des membres de la communauté INTEROP [A-07-3] et nous a confortés dans l'idée de démarrer une thèse sur l'interopérabilité de différents systèmes d'entreprise (thèse d'Abir Fathallah, co-encadrée avec Jean-Louis Ermine).

4.3.2. Les différents systèmes d'entreprise et leurs interrelations

Les entreprises sont en mutation constante et accélérée. Ce phénomène, qui est en accélération continue ces dernières années, fait émerger régulièrement de nouveaux types de systèmes à l'intérieur des organisations : systèmes de gestion de projet, de gestion de produit, de gestion des opérations, de gestion client, de gestion des connaissances, systèmes de e-commerce, e-learning, d'entreprise étendue etc. qui se juxtaposent avec des systèmes déjà classiques comme les systèmes de gestion de la production, de l'information, de la ressource humaine, de la qualité etc. Ceci pose le problème aux managers :

- en premier lieu de reconnaître ces systèmes en tant que tel, et non pas comme un appendice d'un autre système (gestion des connaissances dans la gestion de l'information, ou la gestion des ressources humaines, gestion de produit dans la gestion de la qualité ou de la gestion de la production, gestion de projet dans la gestion de la qualité etc.) ;

- en second lieu d'en percevoir les différents aspects qui permettent d'en assurer la maîtrise au niveau du management et au niveau opérationnel, ainsi que d'éviter que ces systèmes soient gérés indépendamment les uns des autres, risquant ainsi de voir apparaître des silos très spécifiques.

Dans l'entreprise classique, les recherches en gestion et en génie industriel ont proposé des modèles qui résolvaient peu ou prou ces difficultés, en fournissant des outils conceptuels de compréhension et de maîtrise des systèmes complexes. Ces modèles, après des dizaines d'années de recherches, sont maintenant acquis et reposent sur des fondements solides.

L'apparition constante de nouveaux types de systèmes positionne désormais la problématique à un autre niveau. Les premières expériences montrent qu'une modélisation donnée pour un système bien établi ne se transpose pas aussi facilement à des systèmes nouveaux. Il ne s'agit plus d'avoir un modèle validé pour un système donné, mais d'avoir une théorie, une méthodologie, voire une épistémologie de la modélisation, qui englobe celles qui existent déjà, mais permet de s'appliquer à tout nouveau système qui est perceptible dans l'organisation.

Nos objectifs sur ce thème sont les suivants :

- Fournir une base théorique, une méthodologie de modélisation, une démarche de validation pour tout système d'entreprise ;
- Valider ce corpus théorique sur au moins deux études de cas en entreprise ;
- Fournir des éléments pour la coordination et la synergie des systèmes.

Les quatre systèmes étudiés ici sont les systèmes qui gèrent :

- Des flux logistiques (Supply Chain Management) ;
- Des flux d'information de conception produit/process (Product Lifecycle Management) ;
- Des connaissances et des savoirs (Knowledge Management) ;
- Des informations de gestion (Entreprise Resource Planning, Customer Relationship Management).

Le but de notre recherche en cours (avec la thèse d'Abir Fathallah) [C-08-31] est de présenter un modèle systémique unifié des systèmes d'entreprise permettant l'amélioration de la création, de la mise en place, du partage et de la pérennisation des connaissances au sein de l'entreprise. L'enjeu ici est de contribuer à une théorie de la modélisation qui dépasse les modélisations quantitative, mathématique ou statistique, c'est-à-dire, de contribuer à une nouvelle épistémologie pour la modélisation de système d'entreprise.

4.4. Réseaux de compétences et nouvelles formes d'organisation

4.4.1. Aide au montage d'équipes virtuelles

Notre recherche sur le thème des décisions d'organisation s'intéresse aux nouvelles organisations liées à la constitution d'équipes virtuelles dans les projets (thèse en cours de Marinita Schumacher) [C-08-29].

Par équipe virtuelle, nous entendons une équipe de personnes issues d'entreprises ou d'organisations différentes (impliquant des différences culturelles, sociétales, nationales, techniques...) et réunies autour de l'atteinte d'un objectif commun pendant la durée du projet.

Notre objectif est de proposer une méthode d'aide au montage d'équipes virtuelles. Pour cela nous avons réalisé une analyse fonctionnelle et nous avons fait ressortir les besoins principaux qu'une telle méthode doit satisfaire. Les principaux besoins ont été retenus pour réaliser le Quality Function Deployment (QFD), ce qui nous a permis de valider le fait que peu de méthodes existent actuellement et aucune n'est suffisamment générique pour s'adapter à des contextes particuliers propres aux équipes virtuelles.

Nous pouvons cependant retenir deux méthodes principales dans l'état de l'art :

- CRAI (Competency Resource Aspect Individual), méthode qui donne une vision de l'adéquation d'un individu à un poste donné en comparant les compétences individuelles acquises aux compétences requises à ce poste. Pour ce faire, cette méthode offre une représentation formelle des compétences à un niveau générique [Berio, 2007], [Harzallah, 2002] ;
- Product Development 2.0, méthode qui fournit un environnement collaboratif et qui modifie la structure des interactions et des collaborations dans une équipe. Nous passons ainsi d'un « système push », où l'information est donnée à un « système pull », où l'intéressé vient chercher l'information [Marion, 2008], [Marion 2009].

Les méthodes retenues dans l'état de l'art sont, soit des méthodes issues du management des compétences, soit des méthodes propres au travail collaboratif virtuel. A ce jour, nous n'avons pas décelé l'existence de méthodes de management de compétences pour la constitution d'équipe virtuelle [C-08-32, C-08-28].

4.4.2. Structuration de réseaux de compétences

Un autre mode d'organisation est la structuration en réseau de compétences. Nous avons saisi l'opportunité de participer au projet de structuration du Réseau de compétences en gérontechnologie Charles Foix [A-09-6]. L'objectif est de développer une organisation flexible et un langage commun, capables d'intégrer les mondes de la recherche, de la santé, des sciences humaines, de l'industrie et les utilisateurs finaux (conception centrée utilisateur et participative) pour aider et accompagner les porteurs de projet à développer des produits et/ou des services innovants dans le domaine des gérontechnologies. Depuis septembre 2008, nous travaillons en collaboration avec l'ARESA, structure porteuse de cette action, dans le cadre d'une recherche-intervention, pour la thèse de Benjamin Zimmer [D-09-11].

Les deux principaux livrables attendus dans ce travail de recherche en cours sont :

- Une modélisation des processus de conception de produits innovants en gérontechnologie. Ce modèle, qui tend à être générique, pourrait être un outil (un guide méthodologique) pour le porteur de projet qui souhaite concevoir un produit et/ou un service innovant ;
- Une modélisation des organisations et réseaux qui visent à mettre en relation les personnes compétentes pour concevoir de tels produits. Notre objectif, ici, est de proposer une modélisation systémique d'un réseau de compétences qui puisse être adaptée dans d'autres lieux, aussi bien en France qu'à l'étranger.

Le Réseau est un nouveau maillon de la chaîne de valeur, de l'accompagnement de projets innovants. Proposer une organisation propre à ce type de réseau, permettra :

- Un accompagnement du processus d'innovation en gérontechnologie en intégrant les vues et compétences différentes de tous les acteurs de la chaîne de valeur de la conception de produits et/ou de services pour le Grand Age ;
- Une mutualisation des compétences pour augmenter les chances de rencontre entre l'offre et la demande et de sensibiliser les usagers à l'utilisation de ces technologies en intégrant ces mêmes usagers dans le processus d'accompagnement ;
- Le développement d'un modèle économique pérenne.

4.5. Principaux résultats

La méthodologie SACADO propose une démarche pour améliorer l'organisation d'une entreprise à partir de l'analyse des dysfonctionnements constatés dans la prise de décision. Cette démarche a été appliquée dans le groupe Vallourec et a permis de déployer une nouvelle organisation projet.

Concernant les nouvelles formes d'organisation (équipes virtuelles et réseaux de compétences), les travaux sont en cours.

4.6. Principales publications sur le thème

- A-09-6** B. ZIMMER, L. DECHESNE, B. YANNOU, **J. STAL-LE CARDINAL**, A. DE TOUCHET, F. PIETTE, *A Design and Evaluation Program for Longer-life Products*, Gerontechnology 2009, 8(2):123.
- A-07-3** A.F.CUTTING-DECELLE, R.I.M. YOUNG, J.J. MICHEL, J.P. BOUREY, R. GRANGEL, **J. LE CARDINAL**, *Managing Modularity in Production Management through Standardised Information Models - ISO 15531 MANDATE: A Product-Process-Resource based Approach, Concurrent Engineering: Research and Applications (CERA)*, An International Journal, Special Issue on Managing Modularity and Commonality in Product and Process Development, volume 15, number 2, June 2007, ISSN 1063 293X.
- A-06-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, F. MARLE, *Project: the Just Necessary Structure to reach your Goals*, submitted October 11, 2004, in International Journal of Project Management. Volume 24, Issue 3, April 2006, Pages 226-233, available online at www.sciencedirect.com.
- C-08-32** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Survey of Competence Management for Virtual Teams*, IDMME 2008, Beijing, China
- C-08-31** A. FATHALLAH, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.-L. ERMINE, J.- C. BOCQUET, *Enterprise Modelling: Building a Product Lifecycle (PLM) Model as a component of the integrated vision of the enterprise*, IDMME 2008, Beijing, China

- C-08-29** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *A Competence Management Methodology for Virtual Teams – A Systemic Approach to Support Innovation Processes in SME's*. International Design conference – DESIGN 2008, Dubrovnik, May 2008
- C-08-28** M. SCHUMACHER, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Multidisciplinary Survey of Competence Management*, eChallenges e-2008, Stockholm, October 2008
- C-02-8** **J. STAL-LE CARDINAL**, *From Dysfunction Analysis to Project Management*, IDMME, May 14-16 2002, Clermont-Ferrand, France
- C-01-5** **J. STAL-LE CARDINAL**, 2001. *Decision-making: How to improve an organisation by its dysfunctions?* Proceedings of the ICED01 13th International Conference on Engineering Design, Glasgow, Scotland, August 21-23, pp. 617-624

CONCLUSION

Nous avons présenté dans cette partie une synthèse des travaux les plus significatifs que nous avons menés, en ayant le souci de rappeler le contexte de ces travaux et de situer notre contribution aux recherches faites dans le domaine.

Ce travail de synthèse est une opportunité de faire le point sur dix années de recherche et de formaliser le cheminement de nos thématiques de recherche. Initialement dans le prolongement direct de nos travaux de thèse, elles ont évolué progressivement selon les opportunités et aspirations personnelles.

Appliquer les modèles développés et nos approches de génie industriel au monde de la santé est en particulier directement lié à nos aspirations personnelles. De formation ingénieur en conception de produits et design industriel, nos aspirations vont vers la satisfaction de l'utilisateur final. Travaillant en recherche sur les processus et les organisations, l'opportunité nous est donnée ici d'améliorer les structures et organisations de la santé, pour au final, améliorer les conditions de vie des patients.

Nos activités de recherche offrent une vision de la prise de décision en entreprise orientée là encore sur l'homme. Ce travail de rédaction de l'habilitation à diriger des recherches nous a permis de présenter une vision cohérente, vision que nous espérons être parvenus à faire partager.

En rédigeant cette habilitation à diriger des recherches et en relisant l'ensemble de nos publications et des thèses encadrées, nous nous sommes rendus compte de la nécessaire rigueur dans la manipulation des concepts et modèles. Nous pensons que cet exercice nous a fait grandir en compétences dans l'encadrement de travaux de recherche et la formalisation de ceux-ci au travers de publications.

Ce travail de rédaction nous a finalement permis de clarifier les perspectives dans lesquelles nous souhaitons diriger notre travail de recherche.

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Faire le point sur l'ensemble de mes activités de recherche me permet aussi de me positionner sur ce qui me tient particulièrement à cœur, sur ce que je souhaite réellement développer à l'avenir. C'est pour cela que le « nous » des chapitres précédents qui correspondait aux travaux d'une recherche collective devient le « je » qui correspond à mes désirs propres, à mes aspirations et à la direction que je souhaite donner à la suite de mes recherches.

Finalement, mes deux orientations principales pour l'avenir se portent sur :

- un apport scientifique : la prise en compte de la dimension humaine dans les projets ;
- un domaine transversal d'application et de poursuite de la recherche : le monde de la santé.

Ce document se termine par une présentation de ces deux perspectives.

1. Prise en compte de la dimension humaine dans les projets

Il s'agit ici d'une part de continuer à travailler sur le choix d'acteurs, crucial dans le management d'un projet et d'autre part, de considérer les aspects humains.

Je souhaite également prendre en compte la dimension humaine, telle que la culture d'entreprise dans les équipes projets. Cela permet de relativiser les modélisations, toujours tributaires des hommes. Une première recherche bibliographique a été réalisée sur l'impact de la culture d'entreprise sur l'organisation des équipes projet et la performance des projets [H-08-5].

1.1. Prise de décision

La DTL est un modèle qui détaille de façon rationnelle les processus de décision et peut être utilisée à tous les niveaux d'un projet dans une entreprise. Je souhaite continuer à valider sa robustesse en lui appliquant d'autres outils ou méthodes, au service du management de projets.

Je vais approfondir l'analyse préliminaire des risques menée sur des décisions de choix d'acteurs afin d'aboutir, pour chaque risque de la liste générique d'événements redoutés, à des préconisations d'action. Ainsi je serais en mesure de proposer ce résultat aux chefs de projet, pour les aider à gérer les risques liés aux décisions de choix d'acteurs.

Je compte également développer, sur le modèle d'aide au choix d'acteur, une méthode d'aide à la décision générique qui pourrait être appliquée à l'ensemble des décisions prises au niveau opérationnel, tactique et stratégique du projet. Ainsi, les membres de l'équipe projet pourraient se positionner et voir les causes et conséquences de leurs actions.

1.2. Humain, culture et projets

Dans le cadre de l'axe de recherche en management de projet au laboratoire Génie Industriel de l'ECP, j'ai animé un groupe de recherche sur la culture nationale et la culture d'entreprise dans les projets. Nous avons collaboré avec Angela Minzoni-Déroche. Conseiller de synthèse, anthropologue, docteur en sciences humaines (Paris X et EHESS), Angela Minzoni-Déroche a été chef de projet au Proche-Orient avant de mettre son expérience d'ensemblier multiculturel au service des organisations qui souhaitent renouveler le sens de leurs innovations. Directrice de Re-Création, elle accompagne ainsi les dirigeants dans l'élaboration de la stratégie, dans la prise en compte du facteur humain et dans l'identification des données d'avenir, pour analyser les différences de perception de ces types de cultures entre des managers hommes et femmes. Cette recherche faite en commun a été présentée lors du dernier congrès international ICED à Stanford en août 2009 [C-09-33].

Afin de consolider nos premiers résultats et de les enrichir de points de vue internationaux, une collaboration est initiée avec le Professeur Margareta Norell Bergendahl, Royal Institute of Technology (KTH, Suède) School of Industrial Engineering and Management.

Travailler sur la culture d'entreprise dans le management de projet, et notamment dans les choix d'acteurs, est pour moi une voie qui doit être approfondie. Cela peut également s'enrichir des suites du travail de thèse de Marinita Schumacher dans l'aide à la constitution d'équipes virtuelles. En effet, ces équipes étant constituées de personnes venant d'organisations différentes et à un niveau international, l'aspect différence culturelle aura un rôle important dans la constitution des équipes.

2. Poursuite de nos travaux en recherche dans le monde de la santé

Il est important pour moi de voir les résultats de ma recherche concrètement mis en œuvre. J'ai eu la chance d'avoir les opportunités qui m'ont permis jusqu'à présent de mettre en pratique mes modèles dans l'industrie.

Une nouvelle opportunité me permet de découvrir actuellement le monde de la santé que j'ai l'impression de pouvoir nourrir de mes apports scientifiques. Ce monde qui est entièrement tourné vers la relation d'aide m'attire particulièrement et je souhaite qu'il puisse devenir le terrain d'application de mes prochains développements scientifiques.

En discussion il y a peu de temps avec le directeur des achats de la Générale de Santé, nous étions tout à fait d'accord pour dire qu'il y a tout à faire dans les organisations de santé, aussi bien au niveau opérationnel, que tactique ou stratégique.

J'ai déjà plusieurs perspectives dans le domaine de la santé :

- Une collaboration avec le Professeur Espinoza, responsable de la mise en place de la télémédecine à l'hôpital Georges Pompidou débouche sur une thèse en télémédecine. L'objectif de cette thèse, qui démarre fin 2009, est de travailler aux nouvelles formes de processus et d'organisation dues à l'utilisation de la télémédecine. Nos apports sur les décisions collaboratives et sur les équipes

virtuelles sont des bases, dans ce cas, pour optimiser les processus de décisions qui devront être prises par différents métiers et à distance.

- Un projet de co-encadrement de thèse sur la problématique d'évaluation de produits innovants pour les personnes âgées et/ou handicapées et mise en œuvre d'une organisation adaptée à ce processus de création particulier est à l'étude avec Vincent Rialle, maître de conférences, HdR - praticien hospitalier (Université Joseph Fourier et CHU de Grenoble) au laboratoire TIMC IMAG (Techniques de l'Ingénierie Médicale et de la Complexité - Informatique, Mathématiques et Applications de Grenoble).
- Une collaboration a été initiée avec Penn State University sur le thème « Healthcare and Industrial Engineering ». Penn State est la première université américaine dont l'objectif est de faire un centre pour « Healthcare studies ». Je travaille avec Harriet Black Nembhard, associate Professor, dont la mission est d'atteindre cet objectif. Mon approche est complémentaire de celle de Penn State University. L'équipe d'Harriet Black Nembhard considère un modèle « *Patient – Population – Team – Organization – Network – Environment (PPTONE model)* ». Pour un élément du modèle (par exemple le patient) avec une caractéristique (par exemple, l'hypertension), ils appliquent alors la dynamique des systèmes pour visualiser les interrelations entre les différentes parties de PPTONE dans ce cas. J'apporte une vision systémique, dans laquelle la chaîne PPTONE est vue comme un ensemble en évolution. Cette collaboration est prometteuse et permet la mise en commun de deux approches différentes sur des sujets complémentaires, avec des échelles différentes et complémentaires.
- Une collaboration a été initiée avec le Centre d'Expertise en Santé de l'Université de Sherbrooke (CESS) : ce centre a pour mission de partager les savoirs pour de meilleures pratiques en santé. A l'origine, cette structure était un centre d'expertise en gérontologie et gériatrie et s'est élargie pour faire porter sa mission sur l'ensemble du domaine de santé et des services sociaux. Parmi les principales activités de référence en recherche de ce centre, nous trouvons :
 - L'innovation et la créativité ;
 - L'organisation par projet ;
 - Le travail d'équipe et l'interdisciplinarité.Mes relations avec ce centre vont s'approfondir, tout au moins concernant ces trois activités. De plus, le CESS est intéressée par mes compétences pour la modélisation de ce type d'organisation et a accueilli Benjamin Zimmer dans le cadre de ses travaux de thèse pendant l'été 2009.
- Je compte m'investir dans le groupe de recherche GdR Macs GISEH (Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers) dont les thèmes de recherche sont :
 - Le système d'information hospitalier ;
 - Stratégie, modélisation et ingénierie des systèmes hospitaliers ;
 - Management et planification des ressources ;
 - Logistique et configuration des ressources ;
 - Modélisation et évaluation socioéconomique des systèmes hospitaliers ;
 - Constitution et pilotage des réseaux de soins et de santé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [Alavi, 2001], M. Alavi, D. Leidner, *Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual foundations and research issues*. MIS Quartely, 25 (1), 2001.
- [Antonsson, 1995], E. Antonsson, K. Otto, *Imprecision in Engineering Design*, Special Combined Issue of the Transactions of the ASME commemorating the 50 th anniversary of the Design Engineering Division of the ASME, pp. 1-22, 1995.
- [Artikis, 1997], T. Artikis, D. Jerwood, J. Moshakis & A. Voudouri, *A Stochastic Model for Proactive Risk Management Decisions*. Mathematical Computer Modelling, Vol. 26 n°7, pp87-95,1997.
- [Barthelme-Trapp 2001], F. Barthelme-Trapp, B. Vincent, *Analyse comparée de méthodes de gestion des connaissances pour une approche managériale*. Xème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, 2001.
- [Barthes, 1998], J.-P. Barthes, *Can Knowledge Management be reduced to Document Management?* International Seminar on Document Management, 1998.
- [Berio, 2007], G. Berio, M. Harzallah, *Towards an Integrating Architecture for Competence Management*, Computer in Industry, 58, pp. 199-209, 2007.
- [Bertalanffy, 1968-1973], L. von Bertalanffy, *Théorie générale des systèmes*, traduction de 1973, General System Theory.
- [Bocquet, 2003], J.-C. Bocquet, *Processus et organisation de développement*, cours de TC de l'option Génie industriel 2003 de l'Ecole Centrale Paris.
- [Boucly, 1988], F. Boucly, *Maintenance : coûts de la non-efficacité des équipements*. AFNOR gestion, Paris, 1988.
- [Breuker, 1994], J. Breuker, W. Van de Velde (Edited by). *Reusable Problem Solving Components, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. Common KADS Library for Expertise Modelling, IOS Press, 1994.
- [Buckingham, 1997], S. S. Buckingham, *Representing hard-to-Formalize, Contextualised, Multidisciplinary, Organisational Knowledge*. Artificial Intelligence in Knowledge Management. AAAI Spring Symposium. Stanford University, 1997.
- [Caillaud, 2000], E. Caillaud, *Connaissances et compétences en industrie manufacturière : Réactivité par la coopération*. Habilitation à diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2000.
- [Cantzler, 1997], O. Cantzler, *Une architecture conceptuelle pour la pérennisation d'historiques globaux de conception de produits industriels complexes*. Thèse de doctorat. Ecole Centrale Paris, Paris, France. 1997.

[Castro, 2004], L. Castro, A. Tissot, *Pour une relecture des communautés de pratique par l'approche systémique*. Congrès de gestion des compétences de l'Ecole Supérieure de Commerce de Rouen, 2004.

[Ceisar 2008a], Ceisar, ECP, *Center of Excellence in Enterprise Architecture, White Paper, Business Process Modeling*, www.ceisar.org, 2008.

[Ceisar 2008b], Ceisar, ECP, *Center of Excellence in Enterprise Architecture, White Paper, Enterprise Modelling*, www.ceisar.org, 2008.

[Clemen, 1952], R. Clemen, *Making Hard Decisions, an Introduction to Decision Analysis*. Duxbury Press, Duke University, USA, 1952.

[Couffin, 1997], F. Couffin, *Modèle de données de référence et processus de spécialisation pour l'intégration des activités de conception en génie automatique*. Thèse de doctorat en électronique, électrotechnique, automatique, Ecole Normale Supérieure de Cachan, 14 janvier 1997.

[Currie, 2003], W.L. Currie, *A Knowledge-based Risk Assessment Framework for Evaluating web-enabled Application Outsourcing Projects*. International Journal of Project Management, 21. 2003.

[Craipeau, 2001], S. Craipeau, *L'entreprise commutante, travailler ensemble séparément*. Paris, Hermès, 2001.

[Crozier, 1977], M. Crozier, E. Friedberg, *L'acteur et le système*, Seuil, 1977.

[Daneva, 1995], M. Daneva, J. Peneva, R. Rashev & R. Terzieva, *Knowledge-Based Decision Support System for Competitive Software Audit*. IEEE95, Vol. 3, pp. 1974-1979, 1995.

[Donnadieu, 1985], G. Donnadieu, *L'approche systémique de quoi s'agit-il ?*, 1985, Arts et Métiers magazine.

[Donnadieu & Karsky, 2002], G. Donnadieu et M. Karsky, *La systémique, penser et agir dans la complexité*, 2002.

[Durand, 1979], D. Durand, *La systémique*, Que sais-je ? PUF, Edition de 2008.

[Durand, 2006], T. Durand, *L'alchimie de la compétence*, Revue française de gestion, n°160 2006/1, pp 261-292.

[Ermine, 1998], J.-L. Ermine, *Capter et créer le capital savoir*. Annales de l'Ecole des Mines, 1998.

[Ermine, 1999a], J.-L. Ermine, *La gestion des connaissances, un levier de l'intelligence économique*, Revue d'Intelligence Economique, 1999.

[Ermine, 1999b], J.-L. Ermine,, *Traité IC2 (Information, Communication, Commande)*, Volume Capitalisation des Connaissances, Chapitre Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MKSM. Paris, hermès édition, 1999.

- [Forest, 1996], J. Forest, G. Gras, *De l'analyse de l'activité de conception à une nouvelle approche de la qualité de la conception*. 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel, Grenoble, 2-4 avril 1996.
- [Forrester, 1961], J. W. Forrester, *Industrial Dynamics*, Waltham, MA: Pegasus Communications, 1961.
- [Giget, 1998], M. Giget, *La dynamique stratégique de l'entreprise*. Dunod, Paris, 1998.
- [Green, 2009], M. Green, H. Black Nembhard, *Literature Review of Healthcare Engineering*, Penn State University, 2009.
- [Grundstein, 2000], M. Grundstein, *Le management des connaissances dans l'entreprise : problématique, axe de progrès, orientations*. Research Report #050010, MG Conseil, 2000.
- [Harani, 1997], Y. Harani, *Capitalisation du savoir-faire des concepteurs à des fins de réutilisation*. Deuxième congrès franco-québécois de Génie Industriel, Albi, 1997.
- [Harzallah, 2002], M. Harzallah, F. Vernadat, *IT-based Competency Modeling and Management: from Theory to Practice in Enterprise Engineering and Operations*, Computers in Industry 48, pp. 157-179, 2002.
- [Lancini, 2003], A. Lancini, *Les déterminants du succès des systèmes de gestion des connaissances (SGC) : étude de cas d'une mutuelle d'assurances*. Colloque AIM 2003, Grenoble, 21-23 mai 2003.
- [Le Moigne, 1977-1990], J.-L. Le Moigne, *La théorie du système général – Théorie de la modélisation*, PUF, édition de 1990.
- [Le Moigne, 1986], J.-L. Le Moigne, *L'intelligence des mécanismes, mécanismes intelligents*, Paris, Fayard, 1986, pp. 231-247.
- [Le Moigne, 1995], J.-L. Le Moigne, *La complexité des systèmes*, Dunod, Paris, 1995.
- [Levy-Leboyer, 1996], C. Lévy-Leboyer, *La gestion des compétences*, Paris, 1996.
- [Maher, 1995], M.L. Maher, M.B. Balachandran, D.M. Zhang, *Case-Based Reasoning in Design*. Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- [Lévy-Leboyer, 1996], C. Lévy- Leboyer, *La gestion des connaissances*, Paris, 1996.
- [Marion, 2008], T.J. Marion, *NPD Practices at Early-Stage Firms: A Pilot Study*, Academy of Management 2008, Annual Meeting, paper 13663, 2008.
- [Marion, 2009], T.J. Marion, M. Schumacher, *Moving New Venture NPD from Information Push to Pull Using Web 2.0*, International Conference on Engineering Design, ICED'09, Stanford 2009.

[Mezher, 1998], T. Mezher, M.A. Abdul-Malak, B. Maarouf, *Embedding Critics in Decision-Making Environments to Reduce Human Errors*. Knowledge-Based Systems, n°11, pp. 229-237, 1998.

[Moreno, 2001], L. Moreno, R.M. Aguilar, J.D. Pineiro, J.I. Estevez, J.F. Sigut et C. Gonzalez, *Using KADS Methodology in a Simulation assisted Knowledge based System: Application to Hospital Management*. Expert Systems with Applications, 20. 2001.

[Morin, 1977], E. Morin, *La méthode – tome 1 : la nature de la nature*, 1977.

[Nonaka, 1995], I. Nonaka, H. Takeuchi, *The Knowledge Creating Compagny*, Japan, 1995.

[Petiot, 2004], J.-F. Petiot, *Conception intégrée orientée client : Processus, méthodes et outils*. Habilitation à diriger des Recherches, Nantes, 2004.

[Piaget, 1968], J. Piaget, *Le structuralisme*, Que sais-je ? PUF, 1968, Edition de 1990.

[PMI, 2000], Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, USA, 2000.

[Regli, 2000], W.-C. Regli, X. Hu, W. Sun, *A survey of Design Rationale Systems: Approaches, Representation, Capture and Retrieval*. Engineering with Computers. 2000.

[Reid, 2005], P. P. Reid, W. D. Compton, J. H. Grossman, and G. Fanjiang, Editors, *Building a Better Delivery System: A New Engineering/Health Care Partnership*. Committee on Engineering and the Health Care System, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, 2005.

[Rees, 1997], R. Rees, *What is Failure?* IEEE Transactions on Reliability, Vol. 46 n°2. 1997.

[Rialle, 2007], V. Rialle, *Technologies nouvelles susceptibles d'améliorer les pratiques gérontologiques et la vie quotidienne des malades âgées et de leur famille*. Rapport pour le Ministère de la Santé et des Solidarités, 2007.

[Rosnay, 1975], J. de Rosnay, *Le microscope – Vers une vision globale*, 1975, Edition du seuil.

[Schindler, 2007], A. Schindler, J.-C. Bocquet, A. Duzert, *Systemics Approach as a Multicriteria Design Method: Healthcare R&D Centre Application*. International Conference on Engineering Design, ICED'07, Stanford 2007.

[Schreiber, 1999], Schreiber & Al. *Knowledge Engineering and Management – The CommonKADS Methodology*, The MIT Press Edition, 1999.

[Sfez, 1992], L. Sfez, *Critique de la décision*. Presses de la fondation nationale des sciences politiques, Paris, 1992.

[Stal-Le Cardinal, 2000], J. Stal-Le Cardinal, *Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision. Application au choix d'acteur*. Thèse de doctorat, Ecole Centrale Paris, 2000.

[The MOKA consortium, 2001], The MOKA consortium, *Managing Engineering Knowledge. MOKA: Methodology for Knowledge Based Engineering Applications*. London, melody stokes edition, 2001.

[Thévenot, 1998], D. Thevenot, *Le partage des connaissances, une mémoire interactive pour la compétitivité de l'entreprise*. Lavoisier Technique et Documentation, Paris, 1998.

[Verzat, 2000], C. Verzat, *Les logiques d'apprentissage collectif en recherche industrielle. Modèle de compréhension et de pilotage par les situations-type*. Recherche-action à la direction de la recherche de PSA-Peugeot Citroën. Thèse de doctorat, Paris XI, 2000.

[Villemeur, 1988], A. Villemeur, *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, fiabilité, facteurs humains, informatisation*. Paris, 1988.

[Wenger, 2000], E. Wenger, *Communities of Practice: the Organizational Frontier*, Harvard Business Review, pp. 139-145, 2000.

ANNEXES

RAPPORT HDR JULIE STAL - LE CARDINAL - ANNEXES

TIRES A PART DES PUBLICATIONS MAJEURES

ANNEXE 1

- A-09-5** M. JANKOVIC, **J. STAL-LE CARDINAL**, J.C. BOCQUET, *Proposition of the Project Management Framework through Integration of the Knowledge and Information of the Collaborative Decision Making Processes*, International Journal of Product Developpement, volume 8, number 2/2009, p. 109-121.

ANNEXE 2

- A-07-3** A.F.CUTTING-DECELLE, R.I.M. YOUNG, J.J. MICHEL, J.P. BOUREY, R. GRANGEL, **J. LE CARDINAL**, *Managing Modularity in Production Management through Standardised Information Models - ISO 15531 MANDATE: A Product-Process-Resource based Approach*, Concurrent Engineering: Research and Applications (CERA), volume 15, number 2, June 2007, ISSN 1063 293X.

ANNEXE 3

- A-06-2** **J. STAL-LE CARDINAL**, F. MARLE, *Project: the Just Necessary Structure to reach your Goals*, International Journal of Project Management, volume 24, Issue 3, April 2006, Pages 226-233.

ANNEXE 4

- A-05-1** M. MEKHILEF, **J. STAL-LE CARDINAL**, *A Pragmatic Methodology to Capture and Analyse Decision Dysfunctions in Development Projects*, Technovation, volume 25, issue 4, April 2005, pages 407-420.

ANNEXE 5

- C-03-11** **J. STAL-LE CARDINAL**, M. MEKHILEF, *Knowledge Management as a Help for Decision Making in Design Projects*, ICED 2003, Stockholm, Sweden.

Proposition of the project management framework through integration of the knowledge and information of the collaborative decision-making processes

Marija Jankovic*, Julie Le Cardinal and
Jean-Claude Bocquet

Industrial Engineering Department,
Ecole Centrale Paris,
Grande Voie des Vignes,
92295 Chatenay-Malabry, France
Email: marija.jankovic@ecp.fr
Email: julie.le-cardinal@ecp.fr
Email: Jean-claude.bocquet@ecp.fr

*Corresponding author

Abstract: The first phase in new product development process is a specific phase. It is a phase of project definition. It is also a collaborative decision-making phase. In this phase the project objectives are to be defined and thus it is very difficult to manage this phase with classic project management tools. In this paper, we propose a new project management tool structure. This tool was developed upon the collaborative decision-making information capitalisation in order to structure and organise this phase. The necessary information in this tool is identified by a model developed using the systemic approach.

Keywords: collaborative decision-making; new product development; project management; decision-making information.

Reference to this paper should be made as follows: Jankovic, M., Cardinal, J.L. and Bocquet, J-C. (2009), 'Proposition of the project management framework through integration of the knowledge and information of the collaborative decision-making processes', *Int. J. Product Development*, Vol. 8, No. 2, pp.109–121.

Biographical notes: Marija Jankovic completed her studies in Belgrade at the Faculty of Organisational Sciences. In 2001, she obtained a scholarship from the French Government for Master of Industrial Engineering in Ecole Centrale Paris. She started her PhD thesis in 2002 in Industrial Engineering Laboratory, Ecole Centrale Paris. Her research work was done in collaboration with PSA Peugeot Citroen. At the same time she occupies the place of assistant and teaches in Ecole Centrale Paris.

Dr. Julie Stal Le Cardinal is an Assistant Professor in the Department of Industrial Engineering at Ecole Centrale Paris. Her research interest is to discover new methodologies of design and management in an industrial context. She made her PhD in 2000 about 'a study of dysfunctions within the decision-making process', with a particular focus on the 'choice of actor'. She is now conducting research works on decision-making in project and multi-projects context, capitalisation of dysfunctions within projects

and optimisation of project processes. She has an MSc of Ecole Centrale Paris (1997) and a Master of Engineering in mechanical engineering-industrial design (University of Technology of Compiègne, France).

Professor Jean-Claude Bocquet is the Head of the Department of Industrial Engineering at Ecole Centrale Paris. He received an M Sc (1978) in mechanical engineering and a PhD (1981) in artificial intelligence in CAD CAM system from École Normale Supérieure of Cachan. He received his (French) accreditation to (independently) supervise researches in 1990 on the subject 'Computer-Aided Design Engineering'.

1 Introduction

The first phase of New Product and Process Development (NPPD) is a phase where different project members collaboratively decide the project objectives. This first phase of NPPD is specific because it is a collaborative decision-making phase. Different actors in this process make strategic decision concerning the project in this phase. Whelton et al. (2002) indicates that in the early phases almost 80% of the product and industrial process are specified. Bellut (1990) in his work exposes that any decision in the engineering phase will have nine times greater financial consequence than the ones made in the manufacturing phase. Therefore, we can underline the importance if this phase for the project success.

As this phase is a phase of project definition, the classic project management tools are not sufficient. Further in this paper, we expose the context of this phase and the reasons of insufficiency of existing project management tools. Here we propose a conceptual project management framework for this early phase based upon the capitalisation of information in the collaborative decision-making. Therefore, this phase is managed by decisions and using collaborative decision-making information identified as necessary for the definition of the project objectives.

The structure of this paper is organised in four parts. The first part is related to the project management issues in the early stage of product and process development. In this paper, we expose some concrete aspects of this phase identified during our field research. Based upon the conclusions of our research field we propose a management framework for the project management tool that we developed in order to cover some of the issues that were identified. In this second part we develop the structure of this framework and its implementation. In the third part, we discuss the collaborative decision-making model used as a basis for the development of the proposed framework. In the end we discuss some of our conclusions and possible perspectives for the future research.

2 Management of the product development process in its early phase

New Product and Process Development is one of the crucial areas of company competences and is contributing positively to the company success (Harmsen et al., 2000). The beginning of this process is the definition of the clients needs resulting from the market research phase. The project definition phase, as it is called, is the first phase of the NPPD process in PSA Peugeot Citroen., for instance.

The project definition phase is also very complex because:

- it is a phase where all aspects of one project are to be defined
- project organisation and management are set up throughout the fulfilment of functions, assigned to every project team member
- it is a phase of convergence of project objectives through the collaborative decision-making process
- management bases, as well as the motivation of project team, are built up progressively throughout this phase.

The project definition phase is a NPPD phase where the project objectives are defined. At the very beginning of this phase, the project team disposes with information related to the client needs, expressed as qualitative description of what is accepted. This information is a result of a thorough market research study. The content of this information can be: the client of this segment wants a spacious car, comfortable, with elegant lines and incorporating the innovations relating to the comfortable driving sensations. This information is a starting point for the project team to define the precise vehicle characteristics: length 4.2 m, height 1.5 m, mass 2 T, etc. The mission of the project team is not only to define the development objectives for the product, i.e. vehicle, but also for the project in terms of costs, quality and risks. Moreover, it is necessary to verify that the defined vehicle objectives are coherent: does the introduction of one innovation increase the vehicle mass? If the mass is increased; is it sufficient to introduce the motorisation of 138 horses? If the motor is changed, is it possible that the driving sensations are perceived as comfortable? The complexity of vehicle development lies precisely in high interdependence of development fields.

In order to develop an adequate support for project scheduling it is necessary to have defined project objectives. The project management methodology proposes the development of different approaches (project planning, quality management, cost optimisation, etc.) based upon clearly defined project objectives. Therefore, we can notice the difficulty to manage this early phase when the needs are contradictory to this proposed logics.

Moreover, the fact that in this early phase the project team has a difficulty to define the project schedule introduces the problem of the project control. How it is possible to control something when there is no possibility to compare the executed with the planned? Indeed, the existing control of this phase in PSA Peugeot Citroen is at the very end of this phase when all the project objectives are defined. The control is carried out by the upper management level, i.e. the Senior Directors level. At this stage the senior level gives a 'go' or a 'no go' decision. If the decision is 'no go' the delay of the project can be increased up to several months.

The project definition phase is also a decision-making phase, more precisely the collaborative decision-making phase. Collaborative decisions are made by different actors participating in the definition process of project objectives that have different and often opposite objectives. In the project every actor is responsible for one part or aspect of the vehicle development, and thus, has the vision and knowledge 'coloured' by the information of its own field. The decision makers have also different priorities concerning the decision values and alternatives. Therefore, the collaborative decision-making represents a rich way for decision alternatives' generation and helps the project team in the identification of decision impacts, but these advantages are also the source of potential problems (for instance).

In view to these perceived limits, we propose a project management framework for this early phase of NPPD. This framework is based upon the integration of information and knowledge of collaborative decision-making processes. We developed a conceptual model of collaborative decision-making aiming to identify the critical information for the decision-making as well as product development.

3 Project management framework for the project definition phase

The referential project management tool developed in Microsoft (MS) Project is an important tool in PSA Peugeot Citroen. This is practically the only tool connecting all team members. It is used by the Planning Manager and the Project Manager for the management and activity coordination of the whole project team.

The information available in this tool concerns different project activities organised in different sub-projects. Each sub-project concerns the development of one of the vehicle sub-systems, identified in the product breakdown structure.

For every activity, there is the information about the necessary completion time as well as its beginning and its end. As vehicle development projects are big, the number of activities is elevated. In the referential tool there are over 800 macro-activities for the time being. We call them 'macro' because these activities can be decomposed and their completion time is big. For some of these activities, this time is up to 3 months. Thus defined activities are necessary, but this definition intervenes with the project control and coordination.

One of the main issues of the referential project management tool is that activities relationships are not identified in this tool. Therefore, the crucial information concerning the critical path is not available. There are several reasons that influenced this condition. First, even with 800 activities, which is a minimum for projects as vehicle development, there is a question of visibility. We already evoked that some of these activities last for 3 months. In this case it is necessary to decompose them and to introduce links between them. Second, the links between activities are time links and some project teams find them very restraining. The process of defining the project objectives is a dynamic and parallel process. Therefore, in order to make a decision and continue to develop the product it is often necessary to make a loop and verify if the information has changed. In this case the project team needs to visualise this dynamic loop which will fix some variables for the product development. They need an option to introduce logic links between activities without necessarily moving or changing dates or activity times.

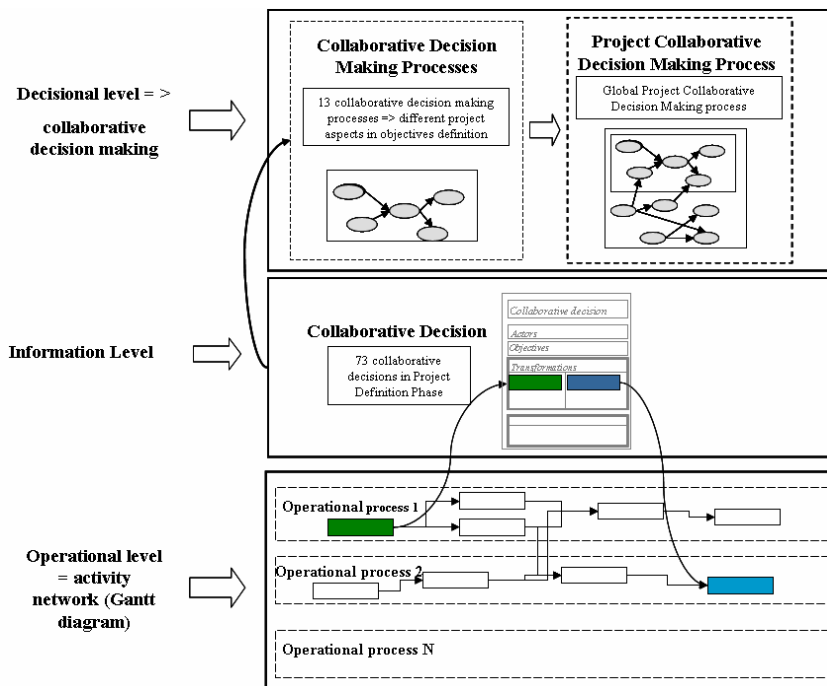
The objective of our research study is to develop a tool that helps the project manager to have a global overview of the project progression and to identify the crucial points for the project success. This tool also supports the project team's collaborative decision-making process.

Therefore, we propose a tool structure organised on three levels: decisional level, informational level and operational level (see Figure 1). The decisional level considers the collaborative decision-making processes of one project. The informational level is based upon the conceptual collaborative decision-making model and thus, incorporates the intrinsic elements of one collaborative decision. The operational level considers the operational processes of one project. We explain each of these levels further in this manuscript.

The decisional level concerns the collaborative decision-making processes in the NPPD process. These collaborative decision-making processes are represented by a sequence of different collaborative decisions. The relationships between collaborative decisions can be direct or indirect. The relationships are direct when the output of one decision is the input of another and indirect when the output of one decision influences the input of another.

Collaborative decision-making processes contribute to the progressive definition of one project aspect or field, i.e. the project objectives in one project domain are progressively defined in this process. In the decisional level, there are 13 different processes identified. Some of these processes concern optimisation of economic aspects, organisation of production, introduction of important innovations and development of the vehicle structure. In our research we have not addressed the question of the classification of collaborative decision-making processes. Their definition was elaborated with regard to the PSA Peugeot Citroen culture and know-how. In order to illustrate we will consider, for example the purchasing process that is relatively general for all automotive constructors. This collaborative decision-making process concerns the identification of competent suppliers and establishment of adequate relationships with them, i.e. how to work with the suppliers. Some of the decisions that constitute this collaborative decision-making process are: decide what can be produced outside the company, decide who the suppliers capable to develop defined sub-assemblies and decide who are the suppliers that are capable to produce innovated parts?

Figure 1 Project management framework (decisional level, informational level and operational level) (see online version for colours)



Even though we have modelled the collaborative decision-making processes separately (Figure 1, decisional level on the left), the relationships between them are not forgotten. Therefore, for every process we identify the links with other processes. These processes all together constitute the global project collaborative decision-making process (Figure 1, decisional level on the right), integrating all project development aspects. The advantage of thereby presented processes lies in the fact that it is possible to obtain an overview of just one process or a global overview of the project collaborative decision-making process. This global project overview is very important for the project manager because it contains the information of the crucial points and the project progression path, which help him in the project management.

This project management framework is implemented in MS Project software. Due to the constraints of the software the decisional level is represented in the project management tool in a separate view. This view is nevertheless related to other standard view proposed in the MS project: Gantt, WBS and budget. In this view, as we implemented this tool in MS Project, the decisions are represented as milestones, because this software does not permit the manipulation of other concepts other than activities or milestones. The relationships used for the collaborative decision-making process are the relationships as the disposal in the MS Project.

The informational level (Figure 1) concerns the information of one collaborative decision. This level is developed using the conceptual model that we present in the fourth part of this paper. According to this conceptual model, we have created a document called 'the Individual File'. The information stored in this file is identified and structured with respect to the conceptual model. The objective for this information identification is to point out the crucial elements necessary for the good quality collaborative decision-making. However, the document does not contain all the information we identified as necessary in the collaborative decision-making model. The problem lies in the difficulty in information retrieving or extraction. For example, relationships between project objectives as well as their interdependencies are very difficult and complex to define. In the project development, team members are using the living enterprise knowledge to define them, but for the moment, there is no support containing explicit information. Future developments will consider this lack in order to improve and facilitate decision-making for the project team.

The first part of the Individual File concerns different types of actors in the collaborative decision-making. There are collaborative decision-making pilots, contributors and decision makers. The presented definition of types of actors in collaborative decision-making is important because every actor type defines the role and the responsibilities within the collaborative decision-making (Karacapilidis and Papadias, 1998) and can contribute to the decrease of conflicts in decision-making process. The pilot is a team member responsible for the definition of project objectives decided in collaborative decision-making. The contributors in the collaborative decision-making are the team members who produce the inputs necessary to make a good decision but do not participate in collaborative decision-making process, because the problem of collaborative decision does not concern or influence directly contributors to the project activity field. The decision makers are the team members that are responsible for the project objective coherence and their own objectives are directly concerned and influenced by the outputs of collaborative decision.

The central part of the Individual File concerns information and corresponding activities of contributing operational processes. These information and activities are

essential for quality decision-making on time. If they are not available when the project team has to decide the project objectives, the degree of uncertainty can be endangering project success. That is also, why we have connected this part to risk management. For every input, output or activity to be performed, the concept of criticality is defined and integrated in the Individual File. The criticality is a notion of the risk of obtaining the information on time. It is calculated accordingly to risk management methodology applied in PSA Peugeot Citroen. The quality manager evaluates and includes these risks in the risk database specially designed for risk management.

In this part, we also wanted to exhibit eventual conflicts in the collaborative decision-making. We are based upon the hypothesis that exposing eventual points where conflicts can outbreak will diminish them (Harrington et al., 1995). Therefore, we insist on the transparency of individual objectives of every actor. These objectives are highlighted in this part of Individual File along with the activities of each actor. The aim was to give the project manager an overview of possible objective incoherence and out breaking conflicts. The conflicts related to objectives' incoherence is just one of possible conflict types in collaborative decision-making.

The operational level concerns the activity network of the NPPD process. We have not worked directly on the construction and organisation of this level. Nevertheless, the developments of the decisional level and the collaborative decision-making modelling have triggered the internal enterprise reflection related to its organisation.

The operational level organisation is influenced by the adopted product breakdown structure, which is very standard in the project management methodology. But due to the project complexity, the project team has pointed out the necessity to work by 'process'. Therefore, in this level, ten operational processes were identified. Their definition is based upon the enterprise know-how.

4 Collaborative decision-making process knowledge and information capitalisation

Decision-making tends to be more and more multi-actor. In his work, Shim et al. (2002) exposes the transfer from individual decision-making to collective decision-making. Zaraté (2005) adds that all organisational processes are mutating. "*Organisational processes evolve and tend to a greater participation of actors in decision-making: responsibilities and initiatives are more and more distributed.*"

The collaborative decision-making is one type of collective decisions (Zaraté and Soubie, 2004). The decision-making actors in this decision are experts for one domain of product development. Therefore, their objectives in the decision-making emanate from this domain. This fact results in the existence of different preferences and judgement values concerning the same problem. The actors are also evaluated upon their realisation of given objectives.

The collaborative decision-making process in the development project is also a very important and efficient way for opinion and information exchange. This aspect of collaborative decision-making represents its real strength. Opinion divergence and differences in problem definition influence the diversity and richness of generated alternatives and therefore the decision quality. This advantage of collaborative decision is at the same time a source of main difficulties in decision-making process. Some of these difficulties are as follows (Jankovic et al., 2006):

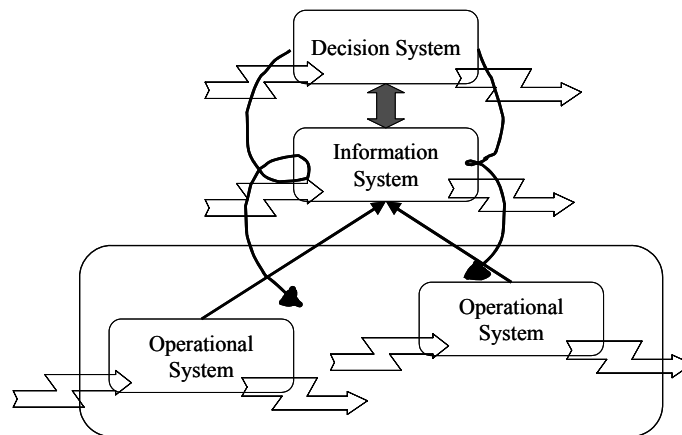
- *Different conflicts*: Different conflicts, for example, between objectives of different actors participating in the collaborative decision-making, preferences and strategies, each one of them, have related to their own objectives (Nutt, 1986; Scott and Bruce, 1995; Slabbert, 2004; Thunholm, 2004).
- *Information acquiring problem*: In the decision-making process the existence of too much or no information concerning the problem, or relevant information are missing (Saunders and Miranda, 1998; Kwasitsu, 2003; Nutt, 2005).
- *Influences of value judgment*: These value judgements depend upon the role and goals of each actor (Karacapilidis and Papadias, 2001).

Here we expose a model of collaborative decision-making. This model was used for the construction of the information level in the project management tool. In our research we use the systemic approach developed by Le Moigne (1990), permitting the modelling of complex phenomenon. In our work we extend the definition of the process (Figure 2) (Jankovic et al., 2003).

The collaborative decision-making can be perceived as a complex phenomenon for several reasons as follows:

- in collaborative decision-making participating actors have different objectives, knowledge and vision concerning the problem
- objectives of the collaborative decision are different than the objectives of each decision maker and represent an aggregation of these objectives
- criteria in collaborative decision-making are not homogenous. Every field touched by collaborative decision has his own criteria and the relationships, as well as influences between these criteria and objectives, are not always known (especially in the case of innovative projects)
- operational processes influencing and influenced by collaborative decision-making are inter-conditional and inter-related. Collaborative decision-making is a common decision process for two or more operational processes
- collaborative decision-making depends on the information, outputs of different operational processes that are continually changing and thus introduce the unpredictability in the decision-making process.

Figure 2 Proposal of extended system definition

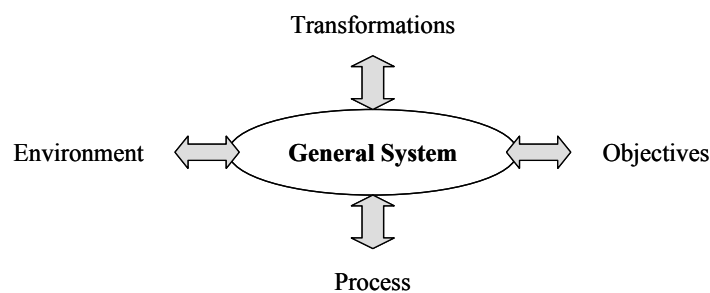


The following definition of the system given by Le Moigne (1990) represents a base for complex phenomenon modelling. He gives it in a mnemonic way.

General system is a representation of an active phenomenon comprehended as identifiable by his project in an active environment, in which it functions and transforms teleologically (see Figure 3).

We used this definition of the system in order to identify the intrinsic elements and information necessary for good and quality decision-making. Therefore, our conceptual model of collaborative decision-making has four views (Jankovic et al., 2003). These views are not to be taken separately into account. There are links between them that are important for the whole model.

Figure 3 Definition of the system (Le Moigne, 1990)



The Objectives view concerns different objectives that influence the collaborative decision-making. These objectives represent ‘*what the system is to attain*’. This view considers different objectives (Stal-Le Cardinal, 2000), influence of actor’s preferences (Panzarasa et al., 2002) and collaborative decision-making objectives.

Environment is a complex surrounding system (Jacqueson, 2002), living (actors) and non-living (context), having multiple relationships with the observed object and thus influencing object’s behaviour. Three different environments influence collaborative decisions in NPPD: decision environment, project environment and enterprise environment. We identified these three environments with regard to the influences of different systems in the NPPD process observed on the field. Each of these environments is identified by its context (Hasher and Zack, 1984; Brézillon, 1999a; Brézillon, 1999b; Pomerol and Brezillon, 2001; Longueville and Gardoni, 2003; Pomerol and Brezillon, 2003), determining the influencing factors of collaborative decision-making, and different actors relevant for collaborative decision-making with clearly defined roles (Castelfranchi and Falcone, 1998; Makaras, 2003).

The Process view represents the process of the collaborative decision-making. This view is developed upon the definition of the general decision-making process given by Simon (1977) and Le Moigne (1990). Furthermore, it is refined with the information of actual collaborative decision-making on the field. Collaborative decision-making is a complex human-interaction and human-cognition process. There are several specificities of this process as follows:

- in collaborative decision-making there is no optimal solution. The solution has to be negotiated with all collaborators
- this process is subject, besides the problem of information gathering, to the problem of 'getting the good information on time'. The NPPD processes are multi-actor processes. Therefore, the decision-making depends on the work of other collaborators or decision makers
- the complexity of the collaborative decision-making introduces the problems of coordination and task assignments.

Therefore, we have identified three general phases (considering the Canonical Model of Decision-resolution process) (Simon, 1977) of the collaborative decision-making process: identification of the need for decision-making, decision-making phase and implementation and evaluation phase. This process is based upon the presented decision-making processes and the set of information gathered during our research field.

The Transformations view has the aim to incorporate different states of evolution of one collaborative decision-making system. Transformation (Le Moigne, 1990) is a conjunction of an information modification and its result and can be spatial (transfer of information) or form transformation (transformation of the information into new information). These transformations can be divided into two groups: preparatory transformations and implementing transformations. Preparatory transformations are transformations that are required in order to dispose with elements necessary to decide upon. There are two transformations:

- transformations from the operational system into the information system
- transformation from the information system into the decision system.

The implementing transformations are transformations related to the implementation of the decided solution:

- transformation from the decision system into the information system
- transformation from the information system into the operational system.

5 Conclusions

In this paper, we have discussed some of the issues observed in the project definition phase, notably in the field of project management. As this phase is a phase of definition of project objectives, the existing tools have shown some limits: difficulty to plan and organise the phase, the control is not established (control points were identified at the end of the phase) and complexity of the developed project management tools and activities' relationships (more than 800 macro-activities).

In order to deal with some of these issues, in this paper, we propose a project management framework implemented in the early stage of NPPD. The framework consists of three levels: decisional, information and operational level. The implementation of our framework was done in MS Project. The feedback given by some of the users have underlined some advantages:

- the framework by developing and identifying the collaborative decision-making processes helps in the definition of the project trajectory. Moreover, it contributes to the global organisation of the project in the early stages of NPPD
- through identification of collaborative decision-making elements and information, the framework contributes to the definition of what is to be done, i.e. activities to be executed within this phase
- different levels in the framework constitute complementary and coherent points of view for every actor of the project depending on their roles
- within this framework, we have developed in the informational level the roles and responsibilities for every member of the project team. This information enables the control of the global project progress and the development process.

However, in this framework we have not taken into account the dynamic aspect of the collaborative decision-making process. As we have underpinned already in this paper, the main objective of this research is to support the project team in the collaborative decision-making process and in the project management and control in the early stages. Therefore, the dynamic loops in the collaborative decision-making process are not integrated within this framework. This aspect is very important and some work should be done in the future in this direction.

The identified limits of our research work as well as the feedback and evaluation from the field research have likewise pointed out several perspectives such as:

- to develop knowledge management tool in order to capitalise the existing information concerning the collaborative decision-making, so that the actor dispose with full information while deciding in this phase
- to identify and define the correlation between the capitalisation of information and the enterprise performance in order to answer several questions: how the capitalisation influences the enterprise performance? What is the best and most efficient way for the information capitalisation? What is the just necessary information in the early phase of NPPD?

References

- Bellut, S. (1990) *La compétitivité par la maîtrise des coûts. Conception à coût objectif et analyse de la valeur*.
- Brézillon, P. (1999a) *Context in Artificial Intelligence: A Survey*, Paris, LIP 6, University Paris 6: 1–28.
- Brézillon, P. (1999b) *Context in Artificial Intelligence: Key Elements*, Paris, LIP 6, University Paris 6: 1–27.
- Castelfranchi, C. and Falcone, R. (1998) ‘Towards a theory of delegation for agent-based systems’, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 24, pp.141–157.
- Harmsen, H., Grunert, K.G. and Bove, K. (2000) ‘Company competencies as a network: the role of product development’, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 17, No. 3, pp.194–207.
- Harrington, J.V., Soltan, H. and Forskitt, M. (1995) ‘Negotiation in a knowledge-based concurrent engineering design environment’, *Expert Systems*, Vol. 12, No. 2, pp.139–147.

- Hasher, L. and Zack, R.T. (1984) 'Automatic processing of fundamental information: the case of frequency of occurrence'. *American Psychologist*, Vol. 39, pp.1372–1388.
- Jacqueson, L. (2002) *Integration de l'environnement en entreprise: proposition d'un outil de pilotage du processus de création de connaissances environnementales*, L'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris.
- Jankovic, M., Bocquet, J-C., et al. (2003) 'Management of the vehicle design process throughout the collaborative decision making modeling', *Integrated Design and Manufacture in Mechanical Engineering – IDMME06*, Grenoble, France.
- Jankovic, M., Bocquet, J-C., et al. (2006) 'Integral collaborative decision model in order to support project definition phase management', *International Design Conference – Design 2006*, Dubrovnik, Croatia.
- Karacapilidis, N. and Papadias, D. (1998) 'A computational approach for argumentative discourse in multi-agent decision making environments', *AI Communications Journal*, Vol. 11, No. 1, pp.21–33.
- Karacapilidis, N. and Papadias, D. (2001) 'Computer supported argumentation and collaborative decision making: the HERMES system', *Information Systems*, Vol. 26, No. 4, pp.259–277.
- Kwasitsu, L. (2003) 'Information-seeking behavior of design, process, and manufacturing engineers', *Library and Information Science Research*, Vol. 25, No. 4, pp.459–476.
- Le Moigne, J-L. (1990) *La modélisation des systèmes Complexes*, Dunod, Paris.
- Longueville, B. and Gardoni, M. (2003) A Survey of Context Modelling: Approaches, Theories and Use for Engineering Design Researches, *ICED 03: 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm, Sweden.
- Makaras, G. (2003) *Decision Support Systems in the 21st Century*, Prentice Hall.
- Nutt, P.C. (1986) 'Decision style and its impact on managers and management', *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 29, No. 4, pp.341–366.
- Nutt, P.C. (2005) 'Search during decision making', *European Journal of Operational Research*, Vol. 160, No. 3, pp.851–876.
- Panzarasa, P., Jennings, N.R. and Norman, T.J. (2002) 'Formalizing collaborative decision-making and practical reasoning in multi-agent systems', *Journal of Logic and Computation*, Vol. 12, No. 1, pp.55–117.
- Pomerol, J.C. and Brezillon, P. (2001) 'About some relationships between knowledge and context', *Modeling and Using Context, Proceedings*, Vol. 2116, pp.461–464.
- Pomerol, J.C. and Brezillon, P. (2003) 'Context proceduralization in decision making', *Modeling and Using Context, Proceedings*, Vol. 2680, pp. 491–498.
- Saunders, C. and Miranda, S. (1998) 'Information acquisition in group decision making', *Information and Management*, Vol. 34, No. 2, pp.55–74.
- Scott, S.G. and Bruce, R.A. (1995) 'Decision-making style: the development and assessment of the new measure', *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 55, No. 5, pp. 818–831.
- Shim, J.P., Warkentin, M., Courtney, J.F., Power, R., Sharda, R. and Carlsson, C.. (2002) 'Past, present, and future of decision support technology', *Decision Support Systems*, Vol. 33, No. 2, pp.111–126.
- Simon, H.A. (1977) *The New Science of Management Decisions*, Prentice hall, Englewood-Cliffs.
- Slabbert, A.D. (2004) 'Conflict management styles in traditional organisations', *The Social Science Journal*, Vol. 41, No. 1, pp.83–92.
- Stal-Le Cardinal, J. (2000) *Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision. Application au choix d'acteur*, Industrial Engineering Laboratory, ECP, Paris.
- Thunholm, P. (2004) 'Decision-making style: habit, style or both?', *Personality and Individual Differences*, Vol. 36, No. 4, pp.931–944.

- Whelton, M., Ballard, G. et al. (2002) 'A knowledge management framework for project definition', *Electronic Journal of Information Technology in Construction – ITcon*, Vol. 7, pp.197–212.
- Zarató, P. (2005) *Des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision aux Systèmes Coopératifs d'Aide à la Décision*. Toulouse, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Zarató, P. and Soubie, J-L. (2004) 'An overview of supports for collective decision making', *Journal of Decision Systems*, Vol. 13, No. 2, pp.211–221.



ISO 15531 MANDATE: A Product-process-resource based Approach for Managing Modularity in Production Management

A. F. Cutting-Decelle,^{1,*} R. I. M. Young,² J. J. Michel,³ R. Grangel,⁴ J. Le Cardinal¹ and J. P. Bourey⁵

¹Industrial Engineering Research Laboratory, Ecole Centrale Paris, Chatenay Malabry, France

²Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Loughborough University, Loughborough, UK

³IDPICONSEIL, Maisons-Alfort, France

⁴Departament de Llenguatges i sistemes informatics, Universitat Jaume I, Castello, Spain

⁵Industrial Engineering Team, Ecole Centrale Lille, Villeneuve d'Ascq, France

Abstract: Managing modularity and commonality in product development more and more needs modularity and commonality in the production process, with the objectives of reducing manufacturing costs, time to market and improving quality. A critical issue is the way of managing data, information and knowledge: data most of the time structured according to data models, often using proprietary formats, leading to consistency problems for the exchanges. The use of international standards is a good way of improving quality of the information systems used in production management, since they facilitate interoperability of the software tools used. They also contribute to the integration of the production process in a product life cycle management-based approach. This study presents the ISO 15531 MANDATE standard for the exchanges of industrial manufacturing management data. In terms of industrial maturity, MANDATE is a new standard, whose development is based on research work done by the authors and whose parts have not reached the IS status (necessary for sake of stability) at the same time. For this reason, the different models proposed by the standard have not been implemented altogether at the same time. Indeed numerous standards do exist in the domain of production information management, however the information models proposed are not always compatible in between them, the vocabulary used is not defined in the same way even though the terms used are the same: ontology-based approaches are sometimes necessary to find the common 'essence' of the information handled, but they can be integrated in software interfaces, thus making easier to convey a higher level of semantics in the exchanges. This study presents one of those approaches, defined in the INTEROP NoE EC funded project.

Key Words: manufacturing management, ontologies, information models, modules, international standard, knowledge management.

1. Introduction

Production systems (PS) are most of the time large systems where primary inputs are production requirements, production concepts, systems parameters, raw materials, and components and other production management features, and primary outputs are final products, quality of those products, and whatever kind of product related information. From this point of view, their performance can generally be analyzed through five points of view: planning, scheduling, simulation, control, and execution. Those steps are fundamental for the management of production systems.

Planning process represents the periodical activity and is aimed at obtaining the best scheduling of material flow. Planning in manufacturing can be difficult. Planning has to deal with detailed data, summary

data, internal-external data, subjective information, and sometimes with no information at all.

Planning and scheduling in PS may be defined as the process of allocation of limited resources to production tasks on the basis of such information as for example: machine characteristics, production requirements, time of performance, production constraints, and economical factors. The control system determines through the use of control technologies the sequences of control action for the resources used in the actual manufacturing process.

One of the roles of execution is to follow the performance of the system and to give backward information for the control system, which on the basis of this information creates the new available sequences of control action. The phases: planning, scheduling, control, and execution may be more concurrent and it is necessary to take into consideration the cycle time for each of the phases and also for the whole cycle. The common approach to the problems was based on a rigid, sequential, one-way set of deliverables leading eventually to a finished system. Usually by the time the

* Author to whom correspondence should be addressed.
E-mail: afcd@skynet.be
Figures 2, 5-7 appear in color online: <http://cer.sagepub.com>

system was finished, the requirements had changed. Newer systems development methodologies are based on rapid, concurrent prototyping with frequent feedback to validate the requirements. For Frankovic et al. [1], realization of such approach requires parallel coordination, rapid obtaining and treating the information, and also rapid communication.

The concept of modularization has attracted an increasing attention in the last few years. The meanings and purposes of modularization in industry vary between regions and companies [2]. There is no clear-cut definition of the term shared by the whole industry. Yet, there does exist a feature relatively common across various practices of modularization in the industry. It entails having larger units in subassembly and also often involves outsourcing these subassemblies to suppliers (as most frequently observed in the European auto industry). This fact suggests that there are at least three facets in the phenomenon called 'modularization': (1) 'modularization in product architecture' (modularization in design) which has been discussed quite often in the field of the management of technology; (2) 'modularization in production;' and (3) 'modularization in inter-firm system' (outsourcing subsystems in larger units to outside suppliers). These three facets have often been mixed up, causing confusion in discussing modularization.

Managing modularity and commonality in product development more and more needs modularity and commonality in the production process, with the main objectives of reducing manufacturing costs, improving quality of the products, and reducing time to market. A critical issue in managing modularity is the way of managing all the data, information, and knowledge circulating during the production process: those data are most of the time structured according to given data models, most the time using proprietary formats. Further, this structure is not consistent throughout the production process, the semantics embedded is often poor and the exchanges among the tools made neither straightforward nor easy to automate. The approaches to information exchanges are often syntactic rather than semantic-based, whence problems in knowledge sharing and re-use – and important problems in terms of interoperability of the software tools used.

The use of international standards is a good way of improving quality of the information systems used in production management, since they facilitate interoperability of the software tools used, also because they contribute to the integration of the production process in a product life cycle management-based (PLM) approach. However, the information models commonly proposed in the literature are rarely compatible, the vocabulary used is not defined in the same way even though the terms used are the same: ontology-based approaches are sometimes necessary to find the common

'essence' of the information handled, they also provide powerful interfacing tools since they can be integrated in software interfaces, thus making easier to convey a higher level of semantics in the exchanges. This study presents one of those approaches, defined in the INTEROP EC funded project.

This study proposes a way of managing modularity in production management systems through the use of standardized information models. In the first section, a modular approach to production management is proposed; this modularity comes here from the separate processing of the concepts of 'product', 'process', and 'resources'. This modularity is a fundamental aspect of the ISO 15531 MANDATE standard, in the domain of manufacturing management, presented in the next sections. Industrial applications of the standard are then suggested, on the basis of previous work providing a partial validation of the standard. This standard defines a new emerging paradigm in terms of manufacturing management information, taken as a whole and integrated as such through a systemic approach considering at the same time product, process, and resource concepts. Since the standard has recently reached the IS (International Standard) level, few applications have been developed till now, and only at a partial implementation level.

The objective of this study is to present the theoretical approaches, based on research work developed by the authors of this study, underpinning the principles followed in the development of the standard. Another objective is to present the contribution the standard brings in production management.

2. A modular approach to production management

This section deals with some fundamental issues in the way of managing manufacturing related information and knowledge. This information is grouped into three categories, product-, process- and resource-related information, thus defining a basis of the modules developed in the standard. The diversity in the definitions of those concepts is presented in a synthesis table. A modular approach to production management is then proposed. A product-process-resource representation, issued from an ontology-based analysis is also presented in this section.

2.1 Terminology issues in manufacturing management information

Manufacturing businesses are becoming more and more globally disseminated and companies are becoming more willing to work closely together in order to remain competitive. It is therefore essential that information and knowledge sharing systems are able to

support the global nature of business interactions, as mentioned in [3]. product life cycle management (PLM) and enterprise resource planning (ERP) systems offer effective support for communication, but for substantial additional benefit to be gained, there is a need to share information at a level where computational sharing is possible. The resolution of this issue requires an improved definition of the information and knowledge thus enabling a better computational sharing.

The range of information to be shared is not only wide, but needs to be viewed from different, multiple, perspectives. This is because each team member is likely to be interested in different aspects of the information, such that the significant attributes involved will be different and have different levels of significance. Similarly, the need for a location fit in a mechanical product has implications for the assembly dimensions and tolerances, which in turn will have implications for the manufacture of the components required. In addition to viewpoint dependency, there is also a time dependency on information. The existence, and relevance, of particular information will vary with time through the design process.

Perhaps one of the best known efforts to provide common models defining a basis for data exchange and sharing has been done through the work of the ISO in the ISO TC 184/SC4 committee. This has been in progress for over two decades now, has made some significant progress, but still has much work to do. It is interesting to note that the early work focused on geometry sharing, an area where the meaning of the terminology is shared and clearly understood by the experts involved. However, as one progresses towards areas of information where the terminology is less rigorously defined in product design and manufacture one starts to face problems related to the definition of the terms used. Either common terms are used to mean different things or different terms are used to mean the same thing which leads to potentially substantial interoperability problems, see [4]. The set of terms listed in Figure 1, see [5] illustrates a sub-set of definitions drawn from international standards which provide definitions for ‘process’, ‘product’ and ‘resource’. It is interesting to note that when comparing these definitions, it is not easy to find out commonalities among the terms!

This problem highlights the need for precise definitions of the terms used – this will clearly appear in the content of the different information models presented in this study.

2.2 Need for a modular approach

While PLM offers a range of tools to support the business including the ability to manage workflows, the heart of an effective PLM system is the database at

its core. The issue then is how to structure the databases at the heart of PLM in order to ensure all users have access to effective information support. The importance of product models has long been recognized in providing a core of product information to support decisions as mentioned in [6]. However, given the design, manufacture, operation, and disposal aspects of the life cycle, it is also important to support decisions with non product specific information focused on each of these areas of the life cycle. For example, the manufacturing area of the life cycle should be able to offer support on manufacturing process capability and information on suppliers with resources capable of meeting specific capability requirements. This leads to the concept of a product model at the heart of a data/knowledge based environment, with further bases of data and knowledge to support each of the life cycle phases.

This top level framework for information and knowledge can then be used as a basis to develop formal information and knowledge classifications for each of the life cycle phases, see [7]. Figure 2 illustrates the framework at the heart of a product life cycle representation. It highlights in particular two unified modeling language (UML) class structures which start to provide contexts for manufacturing knowledge sharing:

- The first is for manufacturing capability models which can be used to build representation of an enterprise’s manufacturing ability;
- The second is a product model representation which goes beyond typical representations of product characteristics, such as geometry and product architecture, to include other key class relating to product purpose and views which enable life cycle contexts to be captured.

Those two class structures can be seen as modules of the production system, one dealing with information about manufacturing and resources capabilities, the other related to product information.

Modularization has been the subject of many research studies, particularly in the domain of conceptual frameworks, a mandatory stage towards the re-structuring of the enterprises engaged in this process. Among those studies, Takeishi and Fujimoto [2] analyze practices of modularization implemented in the automotive industry. Their purpose is to discuss the concepts of ‘modularization in product system,’ ‘modularization in production system,’ and ‘modularization in inter-firm system’ within the same framework, and to identify the differences and linkages between them. This framework is based on the concept of ‘multiple hierarchies.’ It sees development-production activities for automobiles as multiple, interlinked hierarchies. It contends that the

<p>126 PROCESS</p> <p>126.1 PROCESS (ISO/CEN 19439) Partially ordered set of activities that can be executed to achieve some desired end-result in pursuit of a given objective.</p> <p>126.2 PROCESS (ISO 15531-1;ISO 18629-1) Structured set of activities involving various enterprise entities, that is designed and organised for a given purpose.</p> <p>126.3 PROCESS (ISO 10303-49) A particular procedure for doing something involving one or more steps or operations. The process may produce a product, a property of a product, or an aspect of a product.</p>
<p>127 PRODUCT</p> <p>127.1 PRODUCT (ISO 10303-1; ISO 15531-1; ISO 18629-1) A thing or substance produced by a natural or artificial process.</p> <p>127.2 PRODUCT DATA (ISO 10303-1) A representation of information about a product in a formal manner suitable for communication, interpretation, or processing by human beings or by computers.</p> <p>127.4 TYPE OFPRODUCT A predicate characterizing a collection of products. A product is of the type, or satisfies the type, if the predicate holds for that product.</p> <p>127.5 PRODUCT INFORMATION (ISO 10303-1; ISO 18629-1) Facts, concepts, or instructions about a product.</p> <p>127.6 PRODUCT INFORMATION MODEL (ISO 10303-1) An information model which provides an abstract description of facts, concepts and instructions about a product.</p>
<p>139 RESOURCE</p> <p>139.1 RESOURCE (ISO/CEN 19439; ISO/CEN 19440) Enterprise entity that provides some or all of the capabilities required to execute an enterprise activity.</p> <p>139.2 RESOURCE (ISO 15704) An enterprise entity that provides some or all of the capabilities required by the execution of an enterprise activity and/or business process.</p> <p>139.3 RESOURCE (ISO 15745-1) Device, communication network, equipment, human or material used in a process.</p> <p>139.4 RESOURCE (IEC 62264-1) Enterprise entity that provides some or all of the capabilities required by the execution of an enterprise activity and/or business process (in the context of this standard, a collection of personnel, equipment, and/or material).</p> <p>139.5 RESOURCE(ISO 10303-49) Something that may be described in terms of a behaviour, a capability, or a performance measure that is pertinent to the process.</p> <p>139.6 RESOURCE(ISO 15531-1; ISO 18629-1) Any device, tool and means, excepted raw material and final product components, at the disposal of the enterprise to produce goods or services.</p>

Figure 1. Some examples of definitions for ‘process’, ‘product’, ‘resource’ [5].

hierarchies in product, production, and inter-firm systems make up one complex system where the three systems are related to each other. Their analysis about ‘modularity in production’, is illustrated in Figure 3. It is comprised of the ‘product structure hierarchy’ (right rectangle) and the ‘product process hierarchy’ (left). In order to simplify the explanation, among the whole manufacturing processes, the authors focus here only on assembly work in the ‘product process hierarchy.’ It is important to note that the ‘product structure hierarchy’ in this figure, as part of ‘multiple hierarchies of product structure and production processes,’ and its counterpart in the previous ‘multiple hierarchies of product function and product structure’ might have different hierarchical patterns. The former hierarchy is built up in pursuit of

‘functional independence’ of each subsystem (i.e., the degree to which a function of the product is achieved by a single subsystem), while the latter is made up for ‘structural cohesiveness’ (i.e., the degree to which a collection of parts can be physically handled as one unit). The latter hierarchy is intended to contribute to ‘structurally cohesive modules’ which are easy to manage material handling and quality control. The difference between those two hierarchies can be understood by observing the parts list for the product design which is not same as the one for production management.

Another modular approach is the ontology built within the framework of the OZONE project. The main basic concepts are: activity, product, resource, demand,

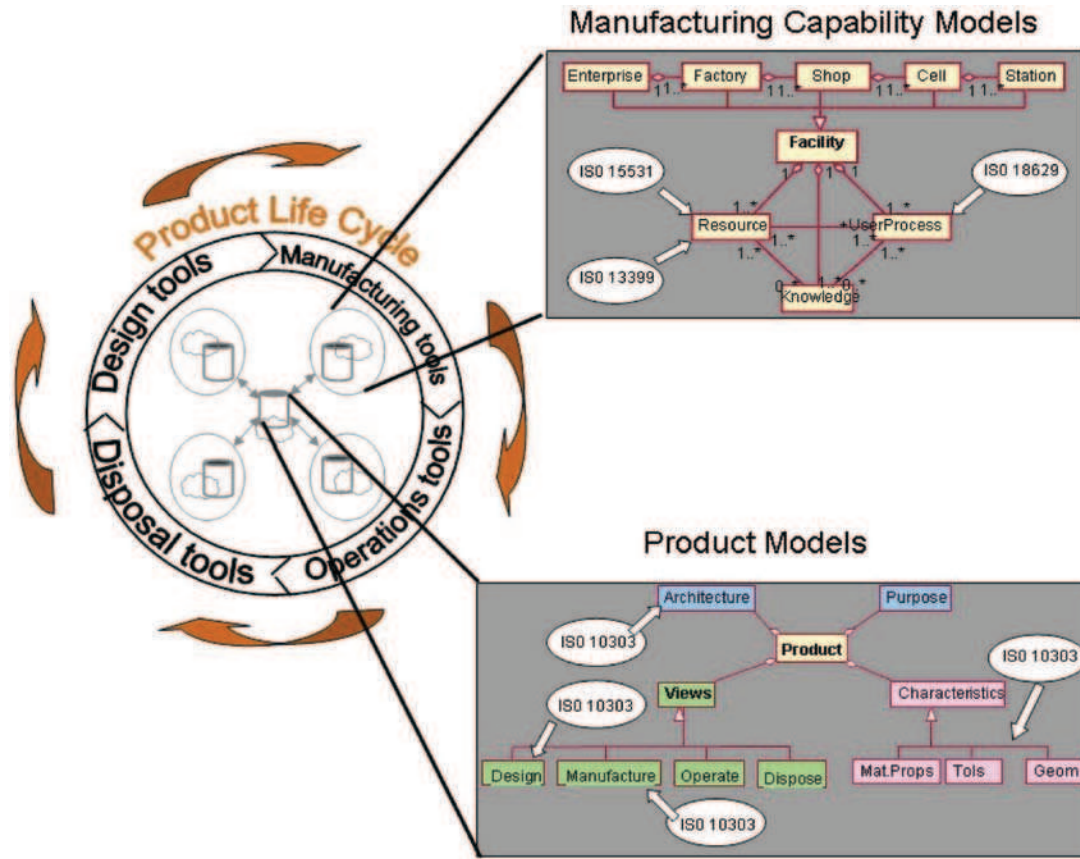


Figure 2. Product information and manufacturing contexts in the life cycle.

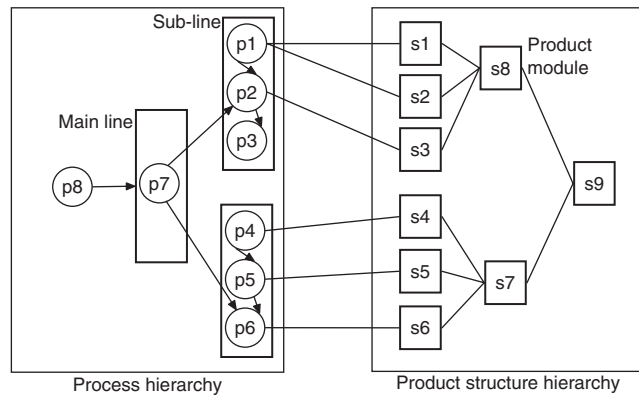


Figure 3. Modularization in production: multiple hierarchies.

and constraints. This approach is interesting, since it defines some of the fundamental concepts used in the MANDATE approach.

2.3 Product, process, resource: an ontology-based approach

An important ontology developed to date from the standpoint of scheduling and resource allocation is the OZONE scheduling ontology project. The OZONE ontology is the result of considerable prior experience

in building planning and scheduling systems, in application domains ranging from manufacturing production scheduling to space mission planning to military deployment and aero-medical evacuation (re-)planning. For Becker and Smith [8], the class library design and implementation underlying the OZONE framework (and the ontology which provides its conceptual foundation) have followed from retrospective analysis of these scheduling domains and systems, together with application of object-oriented analysis and design principles.

The OZONE ontology adopts an activity-centered modeling viewpoint turned towards constraint-based scheduling. Scheduling is defined as a process of feasibly synchronizing the use of ‘resources’ by ‘activities’ to satisfy ‘demands’ over time, and application problems are described in terms of this abstract domain model. Figure 4 illustrates the base concepts involved and their structural relationships. A ‘demand’ is an input request for one or more ‘products’, which designate the ‘goods’ or ‘services’ required. More generally, the ‘demand’ is the interface that allows an external client to state the objective to be achieved as well as certain user specified restrictions and/or preferences on this objective. The objective specified in the ‘demand’ is the expected output of the system. For example, if a customer orders a computer from a computer manufacturing company,

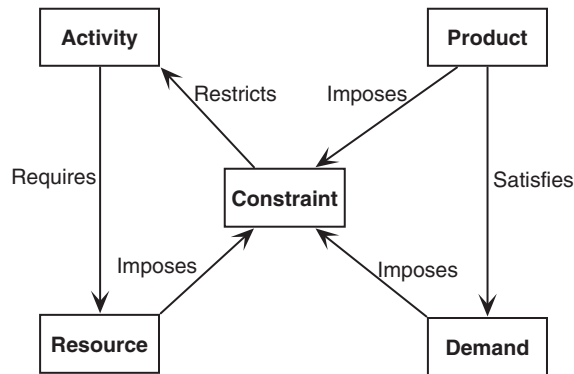


Figure 4. OZONE abstract domain model [8].

the output expected by the user from the company is the computer with the configuration specified in the order. This expected system output is the 'product'. The product can be a physical entity like the computer ordered; or the satisfaction of some conceptual specification like the transfer of the location of an object, or even some more abstract goals that have no actual physical meaning.

The ability to generate the expected output according to specifications is a property of the system. A computer company can assemble only a certain range of configurations and a transportation company can support only certain types of cargo. The different types of objectives that can be accomplished by the system characterize the set of 'products' available to the user of that particular system. In the OZONE ontology, the 'product' entity represents the knowledge required by the scheduler to generate a set of resource allocations over time. A scheduling system does not generate any physical object nor produces any change in the real world. The production and the transportation systems are the entities responsible for the actual accomplishment of the objective. In a scheduling system, the 'product' encodes the internal information about resources and physical characteristics of the process that when combined with the external demand allows the generation of a set of 'resource' requirements over time. These resource requirements are the 'activities'. Therefore, the 'product' can be seen as the template plan for accomplishing a certain goal or a certain set of goals. The 'demand' provides the parameters that maps this prototypical plan into an 'activity' network that when executed would accomplish the specified objective.

The satisfaction of 'demands' centers around the execution of 'activities'. An 'activity' is a process that uses 'resources' to produce goods or provide services. An 'activity' can only be executed if certain conditions, like resource availability, are satisfied. The execution of an 'activity' produces changes in the state of the real world. Notice that although 'products' are 'produced' as a result of the execution of activities, they play a

different role in the OZONE ontology. They represent the set of valid objectives that can be specified in a demand; the set of objectives the system knows that can be satisfied with the set of 'resources' available. The 'product' entity acts more as a link connecting 'demands' to 'activities' through 'resources' than a means of describing the result of executing activities. Using the example, the 'product' for the computer manufacturing scheduling system is the process plan for producing the configuration specified. When the order is input into the scheduling system, the 'product' has the information necessary to create a process plan that when executed would produce the required computer. The scheduler only allocates time on the resources specified in the plan.

The use of 'resources' and the execution of 'activities' is restricted by a set of 'constraints'. These 'constraints' can be specified by the 'demand', like release date and due date; can be inherent to the 'product' characteristics, like technological restrictions and design parameters; or can be a result of the 'resource' limitations, like resource capacity, speed, and accuracy.

These five base concepts of the ontology – 'demand', 'activity', 'resource', 'product', and 'constraint' – together with the inter-relationships depicted in Figure 4, define an abstract model of a scheduling domain, and a framework for analyzing and describing particular application environments. This framework can be considered as a modular framework, since it is developed on top of this set of five independent concepts.

Associated with each concept definition are terminologies for describing basic properties and capabilities. Properties define attributes or parameters of relevance to specifying an executable scheduling model. The abstract model and its properties are extensible through concept specializations to define more specific models for various sub-domains.

The following sections explore this modularity, through the presentation of the ISO 15531 MANDATE standard. This standard, developed within the framework of the ISO TC 184/SC4 committee, deals with manufacturing management information. This standard currently proposes three information models, related to resource information, to the time, and to flow information. References to 'product' are made external to the models, in order to keep their level of genericity as high as possible.

3. The ISO 15531 MANDATE standard

Starting with a short description of the international standardization context leading to the development of the standard, this section gives details about the structure and the different models the standard is made of.

3.1 The ISO TC 184/SC4 standardization context

The work of the SC4 standardization committee includes all the industrial data related to discrete products including, but not limited to: geometric design and tolerance data, material and functional specifications, product differentiation and configuration, process design data, production data (including cost), product support and logistics, life cycle data, quality data, and disposal planning data [9]. It also includes organizational data, such as the relationship between enterprises or the relationship between components of a single enterprise for the purposes of supplier identification. It includes personnel data to the extent of identification of approvals. Specifically excluded are business planning data, such as profit projections, cash flow, etc., and any other personnel data or organizational data. The goal of SC4 is the creation and maintenance of standards that enable the capture of information comprising a computerized product model in a neutral form without loss of completeness and integrity throughout the life cycle of the product.

3.2 Main features and structure of the standard

A manufacturing management system manages the flow of materials and products through the whole production chain, from suppliers, through manufacturers, assemblers, to distributors, and sometimes customers. The relations among those partners may be identified and structured in an electronic form with a view to facilitate electronic exchanges. Then, information handled during these exchanges have to be identified, modeled, and represented in such a way that they may be shared by a maximum of partners. From this analysis, three main categories of data related to manufacturing management can be distinguished:

- information related to the management of the time;
- information related to the management of the resources used during the manufacturing processes;
- information related to the management of the manufacturing flows.

MANDATE is an International Standard for the computer-interpretable representation and exchange of industrial manufacturing management data. The nature of the description makes it suitable not only for neutral file exchange, but also as a basis for implementing and sharing manufacturing management databases and archiving. The standard is focused on discrete manufacturing, but not limited to it. The purpose is to facilitate the integration between the numerous industrial applications by means of common,

standardized software tools able to represent these three sets of data.

The standard is organized as a series of parts, each published separately. The parts belong to the following series:

(IS: International Standard, WD: Working Draft)

- Manufacturing resources usage management data (3x series):
 - ISO IS 15531-31: Resource Information Model: Basic Concepts [10];
 - ISO IS 15531-32: Conceptual Model for Resources Usage Management Data [11].
- Manufacturing flow management data (4x series):
 - ISO IS 15531-42: Time Model [12];
 - ISO IS 15531-43: Data Model for Manufacturing Flow Management [13];
 - ISO WD 15531-44: Shop Floor data for Manufacturing Management.

MANDATE Part 1 [14] provides a general overview, specifying the functions of the various series of parts of the standard and the relationships among them. It also specifies the relations between the standard and other related standards. All the MANDATE parts are written using the EXPRESS language (10303-11) [15].

3.3 The Resource Information Model (ISO 15531-32)

The conceptual information model for resources usage management data is structured into six logical modules, which are: resource hierarchy (generic, specific, individual resource), resource characteristics (set of information about a resource), resource administration (administrative information), resource status (availability or not of the resource), resource view (specific aggregation of resources), resource representation (physical values), resource configuration, see [11] for a detailed representation of the resource usage management schema.

A resource is the basic element for resource management. Each further detailed description, classification or configuration of resources relates to resource. A resource can be generic, specific, or individual and may in turn be made of a number of other resources. Each resource has characteristics and can also be considered from different viewpoints. It is important to notice that a resource is not *a priori* related to any given activity. It exists and may be managed before any appointment to any activity. That is typically the case for human resources.

Resource properties are defined by references to external modules, or catalogues, structured by means of the ISO 13584 P-LIB (Part Library) standard [16].

3.4 Data Model for Manufacturing Flow Management (ISO 15531-43)

This part addresses the modeling of data for the management of manufacturing flows as well as flow controls in a shop floor or in a factory. This manufacturing flow model is provided in the context of various processes that run simultaneously and/or sequentially, providing one or more products and/or components and involving numerous resources. This part (see [13] for a detailed representation) provides a way to model the data needed to manage the multiple complex flows that have to be taken into account between the different manufacturing processes in a factory. That includes products, components, or raw material flows as well as services flows, such as information flows [17]. The main entities of the schema are:

- process: structured set of activities involving various enterprise entities, designed and organized for a given purpose;
- flow: motion of a set of physical or informational objects in space and time.

As for the resource information model, process properties and flow properties are defined by references to external modules, or catalogues, structured according to the ISO 13584 P-LIB standard.

3.5 Time Model (ISO 15531-42)

The time model is made of two ‘schemas’, with the meaning of the EXPRESS representation: the domain property schema, providing a generic topological structure applicable to any one-dimensional domain, and the time domain schema, instantiation of the previous generic structure to the time. The time domain schema is presented here.

The time schema provides the definition of concepts related to the time representation, needed by software applications mainly dealing with scheduling and manufacturing management operations. It enables multiple representations of time domains, intervals of time, points in time, and time units. The time domain schema is represented in Figure 7.

For the management of industrial manufacturing systems, an assignment of a point in time to an event occurrence is necessary to enable the observation and comparison of points in time characteristic of the system.

Since the time domain and all its related sub-categories only define different categories of sets of points, another entity is needed to enable the consideration of the length, the duration of a period in time: this concept is provided by the entity interval of time, whose

duration is given by the type of value of point or interval of time entity. The concept of frequency of events is an important feature of this model, since it enables the characterization of the intervals of time separating event occurrences. Transformation rules between two time domains are provided through the entity time domain relation. These rules can be expressed either in terms of time unit or in terms of change of origin (translation).

Time is defined by a time domain containing a sequence of points in time. A point in time is defined by a selected location on the time axis, through the use of a time unit. A time unit is used to measure the duration in the related time domain. A time domain is defined as follows:

$$(T, \leq) \text{ with } T = \text{set of points in time,} \\ \leq = \text{complete order – relation on } T.$$

This definition allows for both continuous and time domains considered by this standard, see [12] for a detailed representation of the model.

In the following section, the role of the standard in industrial production management systems is discussed through its specificity in terms of products, but also in terms of processes and resources management.

4. MANDATE in the industry

In terms of industrial maturity, MANDATE is a ‘young’ standard, whose development started recently and whose parts have not reached the IS status (necessary for sake of stability) at the same time. For this reason, the different models proposed by the standard have not been implemented at the same time. In this section, the implementation of the resource information model is discussed, alone, then alongside with the other models in a MRPII structure. Then the manufacturing scenario developed within the framework of the project is presented.

4.1. Modularity and genericity of the standard

The standard can be considered as providing two levels of modularity: on the one hand, it is modular since each part is independent from the other ones. On the other hand, its modularity comes from the fact that all the references to given products, resources, processes are made external, and thus are not pre-defined in the standard: this standard is thus more generic and independent from any specific kind of product, resource, and process. However, it is easy to specialize to a specific usage.

- **Modularity in terms of products targeted by production management systems (PMS):** MANDATE does not apply to a specific ‘product’. The standard makes use as far as possible of product models defined by the ISO 10303 STEP standard. This concept of ‘product’, as it is defined in ISO 10303-1 [18] is a powerful and original feature of the standard, compared to other exchange standards. The objective is to provide a mechanism capable of describing product data, throughout the life cycle of a product, independent from any particular system and applicable to any kind of product. ISO 10303 STEP takes a product-oriented view of manufacturing, while MANDATE deals with the data defining the processes, within the overall enterprise.
- **Modularity in terms of processes and resources needed by the PMS:** As for products, MANDATE does not target specific processes and resources, either industrial or not. All information, characteristics, features, catalogue data related to processes and resources are considered as external to the standard; they are provided by the ISO 13584 Parts Library representation: whose purpose is to specify a form for the unambiguous representation and exchange of computer-interpretable parts library information by grouping the common features of the parts. This form is independent of any particular computer system, allows for any kind of part representation category, and enables consistent implementations across multiple applications and systems. The standard permits different implementation technologies to be used for storing, accessing, transferring, and archiving parts library data.
- **Use of ISO 13584 (P-LIB) libraries:** in the domain of component libraries, the P-LIB (ISO 13584) standard separates the information about the structure of a parts library, from the information about each part or family of parts that belongs to the parts library. As such, the standard is well suited to the management of the commonalities of the parts. P-LIB also makes use of the EXPRESS language to specify the information about the structure of a parts library. It allows the information about each part, or each family of parts belonging to a parts library to be specified by different standards. The conformance testing of the implementations will use the same methodology and framework as defined in the ISO 10303 standard.
- **Genericity of the standard:** MANDATE provides a generic approach of some of the main concepts used in production management systems. As such, the standard cannot be used alone, but specialized through the instantiation of constructs written in terms of resources, flows, and time developed in the parts 32, 42, and 43. This instantiation is made through links provided by the standard to external component libraries: resource libraries, flow libraries,

process libraries. Those libraries generally exist within the companies, however they are most of the time implicit, the knowledge embedded is not often explicitly formalized nor expressed under a specific (electronic) format – they can also be partially developed and implemented, often in that case closely related to a specific software tool devoted to a specific task, thus, and most of the time represented using a proprietary format not transferable. This knowledge contains the history, the know-how of the enterprise, also the added value and the skill of the company. The development of such P-LIB based libraries, expressed and stored independently from any particular software tool, is a powerful way to record and to structure their know-how, their activity, their skill. It is also a way to make this knowledge modular, thus more adaptable to new situations companies may face in the future. It is also a way to improve interoperability among the different software applications used throughout the different departments and/or plants of the companies.

The modular structure of the MANDATE standard enables its use in different contexts of a manufacturing enterprise. In the section below, the resource information model is applied to the management of a machining cell. Beyond the environment of the shop floor, at a larger scale, a manufacturing resource planning (MRPII) approach makes use of all the models proposed by the standard.

4.2 Resource Information Model

Machine tools, fixtures, cutting tools, manufacturing personnel, pallets, transfer devices, coolant, etc. can all be considered as being manufacturing resources [11]. The combination of a range of such resources provides a manufacturing capability which can be assessed in terms of its usage. Resource information can be combined in many different ways dependent on the purpose for which it is needed.

Many combinations of resource can be considered. Another example is provided by an assembly shop with a range of assembly machines each of which can perform different assembly operations. The combination of these machines and the characteristics of each influence the overall potential usage of the shop. The shop itself can be considered to be a resource with a set of characteristics as can each of the cells within the shop and each of the machine stations within each cell.

The machine in the shop is an example of a specific resource. It has a set of characteristics, such as capacity and capability. However if one considers it to be a machine supplier’s machine it is therefore not an actual resource which exists within the business. This illustrates the difference between a specific resource and an

individual resource. An individual resource can be considered as a resource occurrence which will have some status at some point in time.

The resource characteristic is the means by which sets of values are assigned to resources. Each resource is defined by a set of characteristics and each characteristic has a representation and a grouping. The representation of the characteristic simply relates to quantitative or qualitative values. However, the representation is also classified in terms of whether the value is a proposed value, a required value, or a value which has been realized. It is recognized that additional classifications may be required and this can be achieved through the link from library properties. The grouping of the resource characteristic is effectively another classification of the characteristic in terms of whether it is concerned with the administration of the resource, the capacity, or capability of the resource or the constitution of the resource.

While the recursive resource definition enables flexible resource groups to be defined a resource may be viewed from a number of different perspectives. For example, a factory may be considered to be a resource which can be broken down into shops, cells, and stations. However, views of the personnel within the factory could be defined; views of a particular set of machine types could be defined; views of the tooling for tool management purposes could be defined.

The resource view allows views of resources to be defined either as a user-defined view or following the DIN 4000-1 [19] approach of specifying resources by a tabular layout of article characteristics.

4.3 Use of the different MANDATE models

Globalization has left many manufacturing and service-oriented companies with the option of pursuing world's best practices or perish. Many companies now realize the need for the development of world class systems and methodologies, as well as acquiring the 'productivity tool' that will let them be in a commercial position to offer competitive manufacturing resource planning that assures customers of quality goods and services and compliance with international quality requirements on different industry fields [20]. In the competitive business environment of the twenty-first century, the development of a manufacturing strategy, as 'a collective pattern of decisions that acts upon the formulation and deployment of manufacturing resources' (APICS Dictionary, see [21]), becomes more and more important.

In this context, the MANDATE models bring an important contribution to the MRPII information modeling approach. The APICS Dictionary (APICS) defines MRPII as 'a method for the effective planning of all resources of a manufacturing company.

Ideally, it addresses operational planning in units, financial planning in dollars, and has a simulation capability to answer what-if questions. It is made up of a variety of processes, each linked together: business planning, production planning (sales and operations planning), master production scheduling, material requirements planning, capacity requirements planning, and the execution support systems for capacity and material. Output from these systems is integrated with financial reports such as the business plan, purchase commitment report, shipping budget, and inventory projections in dollars. Manufacturing resource planning is a direct outgrowth and extension of closed-loop MRP'.

Figure 5 makes appear the main functions of the MRPII approach: the MANDATE models can be used to structure the information and the data exchanged at the interfaces between the different functions (or 'boxes') of the schema. The time model does not explicitly appear on this schema, its role is implicit since it provides the mandatory sequencing of all the activities of the production cycle.

4.4 Manufacturing scenario

A manufacturing scenario has been developed within the framework of the MANDATE project. The objective of the scenario was, through a complete description of the information related to the manufacturing management of an industrial product, to show a way of using and relating together the different parts of the standard. However, at the time of completion of the scenario, the part 43 about process and flow management was not yet finalized, and it has been decided to focus the scenario mainly on the use of the resource information model. Another objective was to show the possible links with other standards, along with the connection points and the roles of these links. The example was based on a real manufacturing test case of a commonly used industrial product. For each function of the production process described, the scenario provides the structure of the data sets corresponding to the inputs, outputs, constraints (if needed) of the function. The product selected is a particular type of gear wheel, called gw_1-c. The product of the example is defined by a set of engineering and manufacturing data, described in the following files:

***PROD_ITEM file**: information related to products as items: main file for all items, products, whether purchased, manufactured, managed in stock;

* **PROD_STRUCT file**: product structures, used mainly for planning and product costing. The result is a product structure containing necessary information for planning, costing, and manufacturing;

* **PROD_ROUTE file**: information necessary for routing, bill of labor.

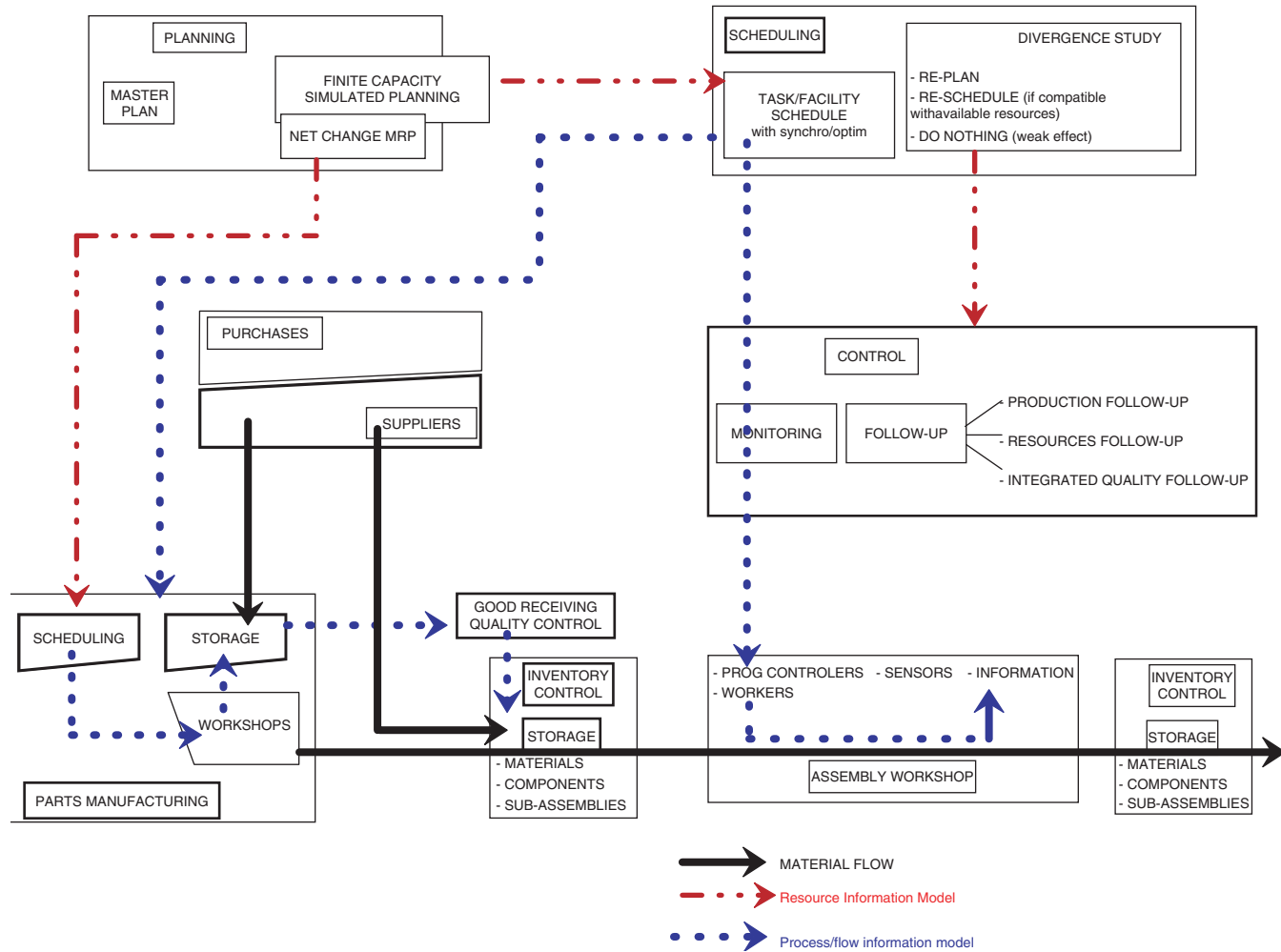


Figure 5. Merging of the different MANDATE information models in a MRPII environment.

Table 1. Excerpt of the PROD_ROUTE table: information necessary for routing, for the bill of labor.

Field_num	Field_name	Text
1	prodro_com	Company
2	prodro_facil	Facility
3	prodro_num	Product number
4	prodro_str_type	Product structure type
5	prodro_oper_num	Operation number
6	prodro_sequ_num	Sequence number
7	prodro_fro_date	From date
8	prodro_to_date	To date
9	prodro_work-center	Work center (area, or technical group)
10	prodro_oper_descr	Operation description

Table 1 shows an excerpt of the prod_route file.

The objective of the scenario was to map the concepts from the industrial example to the entities of the resource information model: the correspondences between the content of the gear wheel example file and the RIM names (ISO 15531-32 part); input to the ISO 115531-42 time model part are also mentioned. An excerpt of the result is represented in Table 2.

The parsing of the example coming from the manufacturing scenario on the MANDATE models was very interesting, since it provided the opportunity to test the models against the case of a real product given with its definition and the necessary manufacturing capabilities, capacities, and constraints. The first step of the work was to identify the set of data relevant to the resource information model and to the time model: this task was not a trivial one, since the data were provided into three files (tables) related to the product taken as an item (47 fields in the table), the structure of the product (36 fields), the route of the product (36 fields). Those tables were generated by the production management application of the company. As they were provided, it was not easy to identify the different attributes, key and non-key and to highlight the dependencies between the attributes and with the tables. Since the tables contained both information relevant to product management and to manufacturing management, the second stage was to put apart information related to product, in order to focus on manufacturing management information: example: from the product_structure table: product

Table 2. Correspondences between the content of the gear wheel example file and the RIM.

Num	Field_name	Text	RIM corresp. Name or other
9	Prodro_work-center	Work center (area, or technical group)	resource_group
10	Prodro_oper_descr	Operation description	resource_view, resource_user_defined_view
11	Prodro_text1	Text - line 1	
12	Prodro_text2	Text - line 2	
13	prodro_alter_oper	Alternate operation	resource_view
14	prodro_oper_activ	Operation activities (if used)	
15	prodro_phantom_oper	Phantom operation method	resource_status
17	prodro_fixedt	Fixed time	point_in_time
18	prodro_setupt	Setup time	point_in_time
19	prodro_runt	Run time	point_in_time
20	prodro_time_qty	Time quantity	point_in_time
21	prodro_planw_setup	Planned number of workers - setup	resource_characteristic_group
22	prodro_planw_runt	Planned number of workers - run time	resource_user_defined_view
23	prodro_plan_mach	Planned number of machines	resource_user_defined_view
28	prodro_init_weight	Initial weight	tabular_layout_of_resource_characteristics
29	prodro_lab_skill	Labor skill	resource_capability
31	prodro_tool_num	Tool number	resource_name
32	prodro_lab_ticket_num	Number of labor tickets	resource_characteristic
34	prodro_leadt_offset	Lead time offset	interval_of_time
35	prodro_production_days	Production days	point_in_time
36	Prodro_supplier_num	Supplier number	tabular_layout_of_resource_characteristics

number, product structure type, product text can be provided by external references to corresponding attributes of the entity 'product' from the ISO 10303 STEP standard. Another point discovered in the example was the fact that sometimes, elements of information were put into attributes when it was possible to calculate this information (e.g., weight of a sub-assembly, number of operations). Sometimes also, the meaning of the attributes, and the format used were ambiguous.

Of course, one of the big difficulties met was to be able to separate the 'corporate' information, specific to the company, from the common information needed by production management systems, in order to translate only the information relevant to manufacturing management into elements of the MANDATE models. This problem will disappear as the external libraries, containing all this information are made available.

As a matter of result, once restricted to manufacturing management information, a good correlation was found between the needs in terms of information coming from the real test case and the entities of the models: both for the resource information model and the time model. However, the difficulties experimented came out from the lack of available external references, since no catalogues were available for the different properties and features about products, resources, and flows.

This problem is discussed in the last section.

4.5 Discussion – problems arising

Standards basically developed for manufacturing integration and able to capture the enterprise semantics apply to the following domains: data integration (among

which: ISO 10303 STEP, ISO 15531 MANDATE, ISO 13584 PLIB), enterprise models and architecture, communication, interfaces, and translation. The main features of those standards are:

- For STEP (ISO 10303): product data modeling, based on a specific modeling language EXPRESS (ISO 10303-11) and on 'integrated resources' (parts 4x series), application protocols make use of integrated resources for specific area.
- For PLIB (ISO 13584): design and provision of parts library and components, implemented (particularly in Japan), well suited to e-business, now at the stage of development of specific standardized catalogues (fastener, cutting tools, measurement devices) often in joint collaboration with IEC, used by other standards to specify constructs or partial models (MANDATE).

Standardization committees are more and more oriented towards the standardization of the semantics, considered as a basic need to share and exchange information, data, and knowledge. On the other hand, product data engineering is now mature and the users in the enterprise are more and more interested in the standardization of their systems and architectures.

However, a question remains about the coverage of the different standards, through their models, their representations and, first of all, the vocabulary used: the authors presented in Section 2 of this study the result of the analysis of the terms 'product', 'process', and 'resource' made by Michel [5], entitled 'terminology extracted from some manufacturing and modeling

related standards', where he compares the meaning of the main terms used in manufacturing management. It is easy to see that the meaning, the semantic embedded into those definitions is not the same... although all of them refer to the same 'concept'. However, in terms of interoperability among software tools, inconsistencies, gaps, appear, thus making the translation impossible, or at least of poor quality.

How to solve this problem Several approaches are possible. Among them, the use of translation languages based on ontological representations of the concepts (such as the ISO 18629 PSL language [22]), and the use of transformation methods is worth mentioning. In the following section, model transformation methods are presented, as they have been studied within the framework of the INTEROP project.

5. Model integration: need for model transformation methods

Enterprises today face many challenges related to the lack of interoperability. Enterprise applications and software systems need to be interoperable in order to achieve seamless business across organizational boundaries and thus realize virtual networked organizations [23]. Model-driven development (MDD), and in particular OMG's model-driven architecture[®] (MDA[®]1) [24], is emerging as the state of practice for developing modern enterprise applications and software systems. The MDD paradigm provides a better way of addressing and solving interoperability issues compared to earlier non-modeling approaches. However, developing correct and useful models to address interoperability is not an easy task!

In this section, some results are presented from the INTEROP EC project in defining an interoperability framework for model-driven development of enterprise applications and software systems. The framework provides a foundation, consisting of a set of reference models, describing how to apply MDD in software engineering disciplines in order to support the business interoperability needs of an enterprise.

5.1 Presentation of the INTEROP Project

INTEROP (IST-508 011) is a network of excellence (NoE) supported by the European Commission for a three and a half year period, starting from 2003. INTEROP is aimed at creating conditions of an innovative and competitive research in the domain of interoperability for enterprise applications and software [25].

The integration will be achieved by the end of the three-year project duration. Meanwhile, INTEROP spreading of excellence activities should ensure the fertilization of the largest research community as well as IT providers and users, to provide a durable virtual lab on interoperability beyond the EU-funded period.

The objective of the INTEROP portal is to increase awareness on interoperability, to keep informed on the research results developed within the consortium but also to share experiences on collective methods of work. It has been designed to provide a single point of access to all relevant information and applications, functioning as an access to this interoperability communities of interest and practice.

The following sections focus on the work done by the Task Group 2 (TG2: MDI – model driven interoperability), since some of the authors of this study, within the framework of this project, have particularly worked on model transformation methods.

5.2 Model Driven Interoperability

The aim of the work is to analyze the current situation and to bring solutions in the domain of model driven interoperability (MDI). The approach combines results coming from three domains: enterprise modeling, ontology and architecture and platform – together with the domain of enterprise software applications (ESA).

The need for interoperability between ESA appears in various situations:

- introduction of a new type of ESA in the enterprise and connection to the existing one,
- connection of ESA between several enterprises, merging of enterprises and integration of legacy software, and similar situations.

In the model driven architecture (MDA) methodology, modeling is made according to three points of view corresponding to three conceptual levels:

- **Computation Independent Model (CIM):** representing system requirements in the environment in which it is going to operate, for business models with a holistic point of view about the enterprise.
- **Platform Independent Model (PIM):** modeling system functionality but without defining how and on which platform it will be implemented, focused on information and seen from a computational point of view.
- **Platform Specific Model (PSM):** PIM is transformed into a platform specific model according to a

¹ Model Driven Architecture[®] and MDA[®] are registered trademarks of the Object Management Group.

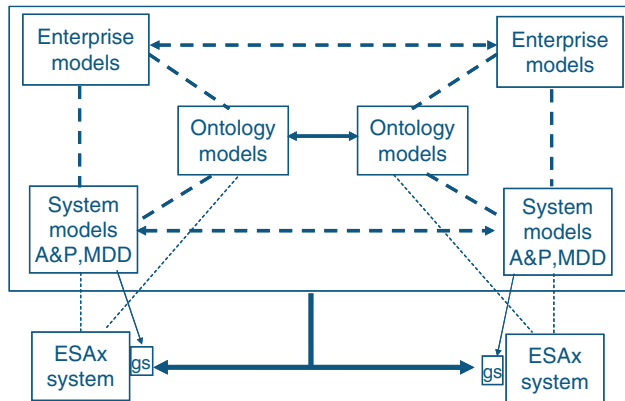


Figure 6. Model driven interoperability. A&P: Architecture & Platform MDD: Model Driven Development ESA: Enterprise Software Applications.

selected platform, focusing on a technological point of view.

In a model-driven development process, it is possible to develop an extensive set of different interrelated models at different abstraction levels, ranging from business models, requirements models, and design models to deployment models and code, code generation, and model synchronization. Based on the initial objectives of the TG2, three tasks have been identified: model establishment and system configuration (M), model interoperability (MI), and MDI. The focus of the MDI task is to show how the ESA system interoperability can be driven by the developed interoperability models. One goal is to be able to generate appropriate mapping software (gs) that can support mapping between external interoperable models, and internal representations – making easy the internal mapping configuration.

The first work planned by the TG2 was to create different enterprise models from a real case study in order to establish relevant models and relationships between those models. First, relationships were defined among different enterprise models and particularly among those modeled at the different levels of abstraction, CIM, PIM, and PSM. Practical experiences of enterprise model analyses have been carried out on a specific real case study provided by a partner of the project. For the purpose of the task, the following enterprise modeling languages were analyzed:

- GRAI: to model all dimensions of the enterprise, mainly focusing on the decisional dimension [26];
- IDEF: to model all dimensions of the enterprise, mainly focusing on the process dimension [27];
- UML: to analyze its use for enterprise modeling [28,29].

An important contribution of the task has been to provide a first approach on a model transformation

process, taking into consideration the semantics of the models.

5.3 Mappings and model transformations

An important work to be carried out was to define mappings between the different meta-models in order to perform transformations at different levels:

- Horizontally: in order to perform transformations from one CIM model into another;
- Vertically: to transform CIM models into PIM, then PSM.

These transformations cannot be performed automatically without adding semantic annotations to the source models. This semantics enrichment can be performed through an ontological point of view, represented in Figure 6.

In this figure, enterprise models on the upper left corner are put in correspondence with system models (bottom left corner) through ontology models embedding the semantics specific to those enterprises. Same analysis is made for other enterprise models represented in the upper right corner of the schema: they are put in relation to other system models (bottom right corner) through other ontology models. In the MDI approach, correspondences are then developed between the different ontology models represented in the middle of the schema.

The feasibility of model transformations from CIM to PIM and then to PSM has been demonstrated through the use of a transformation language, associated to the corresponding transformation tool:

- **Atlas Transformation Language (ATL)** developed by the ATLAS INRIA and LINA Research Group in conformance with OMG. It is a model transformation language specified both as a meta-model and as a specific textual concrete syntax, hybrid of declarative and imperative languages based on OCL [30];
- **ATL Development Tools (ADT)**: Integrated development environment (IDE) developed for ATL on top of eclipse [31]. It uses the eclipse modeling framework (EMF) to handle graphical models, to serialize and de-serialize them, as well as to navigate and to modify them.

A first pilot test of this IDE was performed and it resulted from the analysis that this kind of tool could be used at the following levels:

- to build transformations between enterprise models expressed with different formalisms (GRAI, IDEF0, UML, ...);

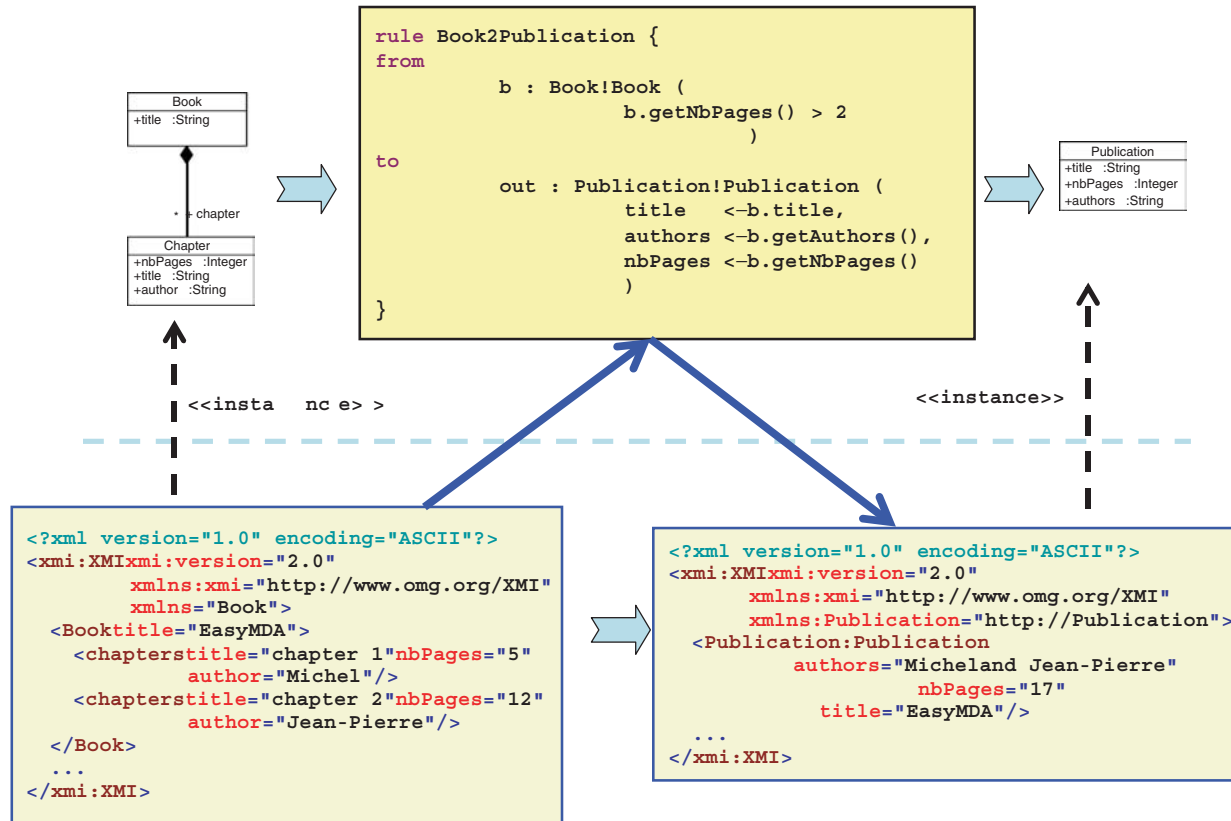


Figure 7. Working framework of ADT.

- to build transformations between different levels (CIM, PIM, and PSM).

To perform a transformation with the ATL tool, four elements are needed (see Figure 7): source (meta)-model, target (meta)-model, mapping between source and target expressed in ATL, and input model which instantiated the source (meta)-model.

The transformation can then be performed to get the target model, instance of the target (meta)-model. Mappings between formalisms have to be defined at the meta-modeling level. If the mapping is not a one-to-one mapping between one source concept and one target concept but a one-to-many mapping, the transformation needs additional semantic annotations or semantic support to produce the target concepts. These annotations must provide information about the target concept that has been chosen. For instance, within the UML modeling domain, these annotations can be provided by tagged values or stereotyped notes attached to modeling elements.

Those transformation principles have been applied to the transformation from GRAI to UML at the computation independent model (CIM) level. The full transformation process is presented in the deliverable TG2.1 of the INTEROP Project [32].

In the domain of manufacturing engineering, and given the terminology issues represented in Figure 1 and

the diversity of the information models available, one can see here a strong indication of the potential for MDA approaches to provide improved support for semantic interoperability. Investigations are being made by the authors to apply model driven methods to this area.

6. Discussion – issues

In this study the authors have discussed a way of managing modularity in production management systems through the use of international standards. The first section presented a modular approach to production management, the modularity being here based on a separate processing of the concepts of ‘product’, ‘process’ and ‘resources’. The OZONE ontology was also presented, since the project proposes an interesting focus on scheduling management seen from this point of view. This modularity is a fundamental feature of the MANDATE standard presented in the following sections. MANDATE is a new emerging standard in the domain of manufacturing management, the physical implementation of the concepts proposed is just starting and a manufacturing scenario is presented.

Numerous standards do exist at the different levels of the production management systems, but their joint use highlights some problems, among which: the lack of

compatibility of the information models, the vocabulary used is not defined in the same way even though the terms used are the same: ontology-based approaches are sometimes necessary to find the common 'essence' of the information handled, further they can be integrated in software interfaces, making easier to convey a higher level of semantics in the exchanges. This study presented one of those approaches, proposed by the INTEROP EC funded project.

It is interesting to analyze the trends and the role of international standards for intelligent collaboration and integration in manufacturing. The needs: to improve productivity and efficiency and to reduce the manufacturing and the time to market life cycles. To achieve that it is necessary to avoid failures in communication flows, to improve accuracy of data processing and associated manufacturing processes, then to share and to exchange manufacturing data and models inside the enterprise as well as with its environment in an accurate way [33].

Semantic versus technological integration: to share or to exchange data and models between application A and B two conditions are required: the semantics carried out by data and models of the applications A and B must have a least a part in common; the technological tools used to exchange this common semantics and/or to share it must be compatible or interoperable.

Technological tools include: data management and data access tools (DBMS, programming languages, query languages...), communication tools (LAN, WAN, EDI, etc.). Are of course included WWW technologies and services (HTML, XML, OWL, etc). Technology is always evolving and new standards or new editions of standards appear every time. The main evolutions are more and more linked to the number and diversity of new technological tools appearing about the web and the e-business.

In this domain, the main trend is the recent and permanent growing of standards that enable the enterprise to preserve and re-use the semantics included in its applications.

Intelligent collaboration and integration in manufacturing are characterized by:

- The level of integration (physical, application, business);
- The way of integration (top-down or bottom-up approach);
- The expected results (full integration, unification, federation);
- The tools and methods implemented (enterprise organization integration, data integration, communication integration, integration through interfaces and translations).

The expected results coming out from the integration process are:

- In the case of full integration (e.g., proprietary software) the standard is the software itself;
- In the case of unification (e.g., Windows, Office, Unix) the integration makes use of standardized components (constructs, partial models) and standardized interfaces;
- In the case of federation (e.g., legacy software built around various products) the impact of standardization is very poor. Some standardized interfaces and communication standards may be used as well as standardized translators.

Standards appear as particularly useful in the integration by unification, since, when they are used together, they provide standardized components (enterprise models, partial models, constructs) that are shareable, re-usable, and interoperable. They also convey and preserve the common part of the semantics included in the various enterprise (and inter-enterprise) applications. It is the reason why it is possible to say that the industrial use of MANDATE standard will develop as the physical instantiation of P-LIB catalogues will progress further. This can take time, however the return on investment (ROI) will be substantial, provided that all the information about products, resources, and flows is under an electronic format. Today, MANDATE provides the integration methodology applicable to production management systems.

The methods for integration can be grouped into three categories, which are:

- Data integration (integration through data models). This form of integration is addressed by the standards developed in ISO TC184/SC4 (industrial data);
- Organization integration (integration based on enterprise models, process models, decisional models): mainly addressed by standards developed in ISO TC184/SC5 (systems architecture and communications);
- Communication integration (integration based on network communication models and tools): also addressed by standards developed in ISO TC184/SC5 but IEC SC65 also addresses the same domain with another point of view.

As a matter of conclusion to this work, a recent US study, made by NIST, highlighted that the use of the ISO 10303 STEP standard presently saves more than 120 million US per year and will save 900 million US per year in 2010 in the US aerospace, automotive and ship-building industry [34,35].

Acknowledgments

The work reported in the section 5 of this study has been conducted within the framework of the INTEROP Project, Network of Excellence supported by the European Commission, under the contract N° IST-508 011. The authors would like to acknowledge the support of the INTEROP Community for the work presented here.

References

1. Frankovic, B., Budinska, L. and Dang, T.T. (2002). Creation of Ontology for Planning and Scheduling, *3rd International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence*, Magyar Kutatók 3. Nemzetközi Szimpóziuma, Budapest, Hungary.
2. Takeishi, A. and Fujimoto, T. (2001). Modularization in the Auto Industry: Interlinked Multiple Hierarchies of Product, Production and Supplier Systems, *Int. Journal of Automotive Technique and Management*, 1(4).
3. Young, R.I.M., Guerra, D., Gunendran, G., Das, B.P., Cochran, S. and Cutting-Decelle, A.F. (2004). Sharing Manufacturing Information and Knowledge in Design Decision Support, *International Conference IDMME 2004*, Bath (UK).
4. Ray, S.R. and Jones, A.T. (2003). Manufacturing Interoperability, Concurrent Engineering: Enhanced Interoperable System, *Proceedings of the 10th ISPE International Conference*.
5. Michel, J.J. (2005). Terminology Extracted from Some Manufacturing and Modelling Related Standards, *CEN/TC 310 N1119R2*.
6. Krause, F.L., Kimura, F., Kjellberg, T. and Lu, S.C.Y. (1993). Product Modelling, *Annals of CIRP* 42/2 695-12.
7. Young, R.I.M., Gunendran, A.G., Cutting-Decelle, A.F. and Gruninger, M. (2006). Manufacturing Knowledge Sharing in PLM: A Progression towards the Use of Heavy Weight Ontologies, *IJPR Journal*, UK, (accepted).
8. Becker, M.A. and Smith, S.F. (1997). An Ontology for Multi-modal Transportation Planning and Scheduling, *CMU-RI-TR-98-15*.
9. <http://www.tc184-sc4.org/> (2006).
10. Industrial Automation Systems and Integration – Industrial Manufacturing Management Data – Resource Usage Management Data: Resource Information Model: Basic Concepts: Part 31, ISO TC184/SC4, ISO IS 15531-31, 2004.
11. Industrial Automation Systems and Integration – Industrial Manufacturing Management Data – Resource Usage Management Data: Conceptual Model for Resources Usage Management Data: Part 32, ISO TC184/SC4, ISO IS 15531-32, 2004.
12. Industrial Automation Systems and Integration – Industrial Manufacturing Management Data – Time Model: Part 42, ISO TC184/SC4, ISO IS 15531-42, 2005.
13. Industrial Automation Systems and Integration – Industrial Manufacturing Management Data – Manufacturing Flow Management Data: Data Model for Manufacturing Flow Management: Part 43, ISO TC184/SC4, ISO IS 15531-43, 2006.
14. Industrial Automation Systems and Integration – Industrial Manufacturing Management Data – General Overview: Part 1, ISO TC184/SC4, ISO IS 15531-1, 2004.
15. Industrial Automation Systems and Integration – Product Data Representation and Exchange – Part 11: Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual, ISO 10303-11, 1994.
16. Industrial Automation Systems and Integration – Parts Library – Conceptual Descriptions – Part 1: Overview and Fundamental Principles, ISO 13584-1, 1997.
17. Cutting-Decelle, A.F., Young, R.I.M., Pouchard, L.C., Bourey, J.P. and Michel, J.J. (2006). A Standardised Data Model for Process and Flow Management: ISO 15535-43 – A Step Towards CE in Manufacturing, *International Conference CE 06*, Sophia-Antipolis.
18. Industrial Automation Systems and Integration – Product Data Representation and Exchange – Part 1: Overview and Fundamental Principles, ISO 10303-1 (1994).
19. Din 4000-1 (1992). Sachmerkmal-Leisten, Begriffe und Grundsätze, Beuth-Verlag, Berlin.
20. Salazar, M.E. (2006). http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP_concepts.shtml
21. *APICS Dictionary* (2005). **11th edn.**
22. Industrial Automation Systems and Integration – Process Specification Language, ISO 18629-1, 2004.
23. Elvesæter, B. Hahn, A. Berre, A.J. and Neple, T. (2005). Towards an Interoperability Framework for Model-Driven Development of Software Systems, *INTEROP ESA05 Conference*, Geneva.
24. Object Management Group, OMG. (2003). MDA Guide Version 1.0.1, Object Management Group omg/2003-06-01.
25. www.interop-noe.org (2006).
26. Doumeings, G., Vallespir, B. and Chen, D. (1998). Grid Decisional Modelling, In Bernus, P., Mertins, K. and Schmith, G. (eds), *Handbook on Architecture of Information Systems*, Springer-Verlag.
27. IDEF (2006). Integrated DEFinition Methods, <http://www.idef.com/>.
28. Object Management Group, OMG. (2003). Unified Modeling Language (UML) Specification: Infrastructure, version 2.0, OMG Adopted specification ptc/03-09-15 edition.
29. Object Management Group, OMG. (2004). Unified Modeling Language (UML) Specification: Superstructure, version 2.0., document: ptc/04-10-02 (convenience document) edition.
30. <http://www.sciences.univ-nantes.fr/lina/atl/> (2006).
31. <http://www.eclipse.org/> (2006).
32. Doumeings, G., Berre, A., Bourey, J.P. and Grangel, R. (2005). Report on Model Establishment, *INTEROP Project, Deliverable DTG2.1*.
33. Michel, J.J. (2004). Trends and Role of International Standards for Intelligent Collaboration and Integration in Manufacturing, Intelligent Collaboration in the Supply Chain, Workshop, University of Loughborough.
34. NIST (2002). Economic Impact Assessment of the International Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP) in Transportation Equipment Industries, *Planning Report #02-5*.
35. NIST (1999). Interoperability Cost Analysis of the US Automotive Supply Chain, *Planning Report #99-1*.

2

1

3

Anne-Françoise Cutting-Decelle



Prof. AF Cutting-Decelle studied at the Ecole Normale Supérieure (Cachan) where she graduated as *Agrégée* in Civil and Building Engineering in 1979. She got her PhD at the LGCH laboratory, at the Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Chambéry. She is currently professor in Advanced Manufacturing Technologies at the University of Evry, IUT-Department QLIO. Her research activity is done at Ecole Centrale Paris, at the Industrial Engineering Laboratory (LGI). Her research interests are in the fields of formal languages applicable to the representation of heterogeneous data, information, and knowledge managed in construction and manufacturing engineering, and across industrial sectors. This research focuses on the management of the information using the Process Specification Language (PSL, ISO 18629 standard), on the research of correspondences among technical ontologies, and on process grammars able to integrate the logic of industrial process. Another axis of the research is to analyze to what extent the use of formal process languages is possible across two industrial sectors, such as construction and manufacturing engineering. She also works as expert for several standardization committees, in France (AFNOR), at the European level (CEN) and at the International Level (ISO) in the domain of Industrial Data and Advanced Manufacturing Technologies. Her work is focused on the standardization of product and process management data and on the joint application of the emerging standards: ISO 10303 STEP, MANDATE and PSL.

R.I.M. Young



Dr Young is the programme director for Product Design and Manufacture at the Wolfson School of Mechanical and Manufacturing Engineering at Loughborough University in the UK. He has some 30 years experience in product design and manufacturing

engineering, working both in UK industry and in academia. His research over the last 20 years has focused on decision support systems for manufacture with particular emphases on issues concerning design and manufacturing systems integration and interoperation. This has led to work in process planning, design for manufacture, product life cycle management, information modeling and knowledge sharing which has achieved funding from the UK government and industry of over £2M. Dr Young has published over 80 international research papers and serves on the scientific committee of numerous international conferences. He is a member of the UK 'Advanced Manufacturing Technology' committee and is also a UK expert to the International Standards Organization committee concerned with industrial automation and integration.

Jean-Jacques Michel



J.J. Michel was teacher and researcher in Atomic Physics and Spectrometry at the University Paris XIII (ORSAY) from 1963 to 1975. He became then MIS Manager at the University Paris XIII, General Motors France and Pierre Fabre Laboratories (Pharmaceutical Industry) from 1975 to 1985. Then, he became MIS Manager at CETIM (French technical center for mechanical industry) in charge of standardization for Advanced Manufacturing Technologies (CIM) from 1985 to 2001.

He has been TC184/SC5/WG1 expert since 1990, IEC SC65A_TC184/SC5/JWG15 Expert since its creation, TC184/SC4_SC5 JWG8 convener since 1996 and TC154/WG1 Expert from 2002 on.

He was Head of the French delegation to CEN/TC310 (European Mirror committee of TC184) from its creation to 2002 and also French expert to CEN/STAR (CEN group in charge of the relations between European R&D and European standardization) from its creation to 2002. He was also project leader of European Leonardo project FORMEDI. He is Chairman of the French mirror committee of TC 184/SC5.

He is now Consultant in Standardization for French Companies (Schneider, Renault, etc...)

Reyes Grangel

R. Grangel is assistant professor in Computer Science at the Department of Computer Languages and Systems at the Universitat Jaume I in Castelló (Spain). She is also member of the Research Group 'System Integration and Re-Engineering' (IRIS Research Group). She received her BS in Computer Engineering from the Universitat Jaume I in 1998. She has worked in several projects in the domain of systems integration, ERP implementation, and business process re-engineering in the tile industry and transport enterprises. Her research interests include reference architectures, enterprise modeling, model-driven engineering and knowledge modeling, with the objective of integrating collaborative enterprises using enterprise modeling and business process re-engineering. She is now involved in the INTEROP NoE, especially in the TG2 'model driven interoperability'.

Julie Le Cardinal

Julie Le Cardinal is assistant professor in the Industrial Engineering Laboratory at Ecole Centrale Paris, France. Her research focuses on the development of new methodologies of design and management in an industrial context. She graduated as mechanical

engineer at the University of Technology of Compiègne, France, in the domain of industrial design, project methodologies (value analysis and project management (applications on concrete and varied industrial cases)). She has got a Master of Industrial Engineering Systems, at the Ecole Centrale Paris, with a study about know-how capitalization of in design.

The subject of her PhD Thesis is A Study of Dysfunctions within the Decision Making Process. Particular Focus on the Choice of Actor. The thesis deals with the optimization of the decision process in industrial projects: analysis of various industrial projects, validation of the proposed models within an industrial framework (Vallourec: meetings with project managers, to analyze dysfunctions in their projects and proposition of action plan and recommendations).

Jean-Pierre Bourey

J.P. Bourey is professor in Software Engineering at the Ecole Centrale de Lille (France) where he has been responsible of both the last year program in Software Engineering and Information systems since 1989 and the Research Master Program in Information Systems and Design Engineering since 2003. He is in charge of the Laboratory of Industrial Engineering of Lille.

His teaching interests focus on software engineering, UML, object methodologies, information system, Ada language and model driven engineering.

His recent research activities are related to his membership to the INTEROP network of excellence and more particularly to MDA-based transformation techniques to improve interoperability of enterprise software applications in the framework of TG2 'model driven interoperability'.

Project: The just necessary structure to reach your goals

Julie Stal-Le Cardinal, Franck Marle *

Industrial Engineering Department/Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris, Grande voie des Vignes, 92295 Châtenay-Malabry, France

Received 19 October 2004; received in revised form 22 March 2005; accepted 7 October 2005

Abstract

This paper proposes a definition process of the project structure which should be constructed in order to reach the objectives and to deliver the final results.

The first part of the paper specifically describes this process, with its inputs, tools and methods and outputs. The inputs of this process, initial situation, objectives and environment, are described in part 2, with research proposals on environment management. Other research proposals about tools and methods are presented in part 3, focused on the topics of scope and activity definition and resource assignment. Concrete propositions stemming from research works and from their application at VALLOUREC and PSA PEUGEOT CITROEN will be presented all along the paper.

© 2005 Elsevier Ltd and IPMA. All rights reserved.

Keywords: Managing projects; Processes; Design; Competence assignment; Dysfunctions

1. Introduction

A project is a temporary endeavor undertaken to reach some objectives and to deliver some results. The project is then a change vector in companies, markets and society. It consists of a start, an initial situation, and of a finish, with results that change the company's situation, in terms of internal performance, product offer, communication tools, and so on.

Project management consists of the whole concepts, methods and tools, in order to bring the project from start to finish, which means in order to reach the objectives and to deliver the results of the project.

The project lifecycle can be described in several ways, for instance with the PMI® processes: initiating, planning, executing and controlling, closing. The planning process consists of identifying, estimating and preparing the whole activities that have to be executed in order to reach the

objectives and to deliver the results. Its output is the project plan, which means the project structure, deliverables, activities and resources, estimated on time, cost and quality dimensions.

According to a survey executed by the Standish Group International in 2000 [26], 80% of project successes or failures may be linked to planning, like bad scope definition, bad stakeholder analysis, bad activity decomposition and bad resource assignment.

The planning process is then very important and not under control. Very important, because the decisions made upstream in planning phase have much bigger consequences in the downstream execution phase: failing to plan is planning to fail. Not under control because it is impossible to predict the future, we can just make forecasts and estimations. But as the available information is not sure, and as the context is very complex, uncertain and changing, the plan is always not reliable.

The scope of the paper is about the process from the idea, the objectives to the project structure (planning), and not from the structure to the results (the execution). We call it the project structure definition process.

* Corresponding author. Tel.: +33 1 41131568/33 613061415; fax: +33 141131272.

E-mail address: franck.marle@ecp.fr (F. Marle).

2. Project structure definition

A project is a transformation process, from an initial to an expected final situation, evolving in an often complex and changing environment.

The initial situation is composed of:

- The company’s corporate strategy.
- Historic and standards: global or specific to the company.
- Initial resources available in the company: human resources, skills, knowledge, material resources, and money.
- Constraints and assumptions.

The description of the final situation gives the project objectives. Project objectives may result from or be consistent with the corporate strategy, and may be a response to a constraint (legal, social, ecological) or an opportunity/risk (technological or financial for instance). They can be expressed with customer requirements analysis like functional analysis for product development. Therefore, to develop a new product, for instance, the beginning of the project consists in defining the expected functions, the expected delivery time and the budget. In Fig. 1, the process is displayed with a loop, in order to show the existence of the project objectives at the beginning, and their comparison with project results after execution.

The project environment is composed with the whole stakeholders involved in the project lifecycle.

The transformation from initial to final situation can be made by planning and executing some project activities, using project resources and organizing in a logical way. It may include product-oriented activities, human management activities, and quality or procurement activities. This transformation is what is called project structure in this paper. It is possible to use tools and methods to make this structure definition. Examples of tools and methods are Work Breakdown Structure, Gantt charts, resource assignment matrix and project baselines (performance, cost).

The focus of the paper is about project structure definition. Fig. 1 gives illustration of the project structure definition process, and its location in the global project lifecycle. The focus of the paper is only to study the local structure definition process. It may be implemented in any of the existing standards about project management and project lifecycle, like PMI®, IPMA, six-sigma for example.

The initial situation, objectives and environment are described as the inputs of the project structure definition process, in part 2 “Inputs of the process”, with a research focus on environment management. The research proposals about tools and methods are in part 3 “Tools and methods”, focused on the topics of scope and activity definition, and resource assignment.

Everything is uncertain and may change during the project lifecycle: objectives, environment, resources, constraints and assumptions, and so should the structure change. It is not in the scope of this paper to see when and on which conditions the structure must change.

3. Inputs of the process

We consider here any project that takes place in an industrial environment. The definition of the project structure has to take into account parameters presented in the three following parts: the initial situation, the objectives and the environment. In each part, we are going to describe each of these parameters, and analyze their dysfunctions and their consequences. For the last one, the project environment, a proposal is made from a research work to help to manage environment during the project.

3.1. Initial situation: to know where we are today

3.1.1. Description

Information, here, depends on the situation of the company, and depends on the initial need of the project. The project should be aligned with the corporate strategy, so the project manager must be able to show how his project contributes to the global strategy achievement of the performing organization. The project manager should take into account additional information, like historic and standards, initial available resources, constraints and assumptions.

3.1.2. Dysfunctions and consequences

The initial need is seldom clearly formulated. It is the responsibility of the project manager, or the management

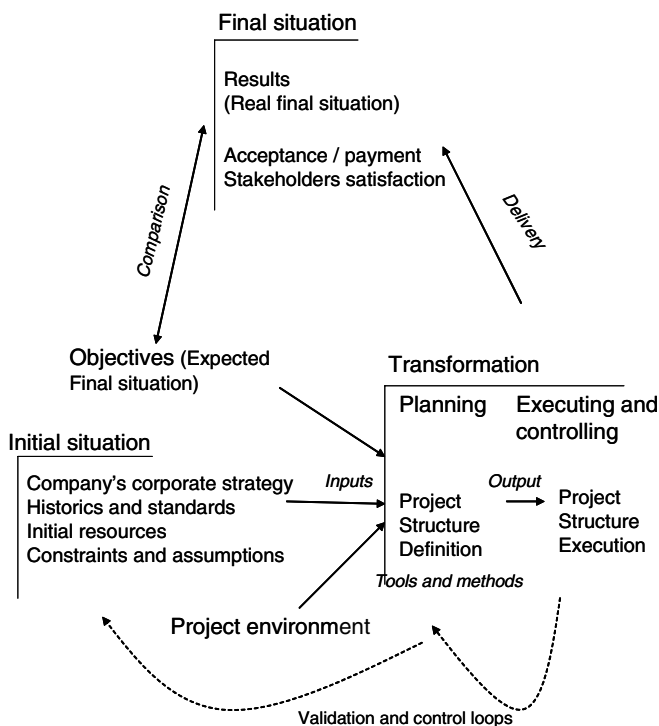


Fig. 1. The location of project structure definition in the global project lifecycle.

or sponsor, if the project manager is not yet assigned, to clarify and refine this need in order to describe the project stakes, the justification of the project, and elaborate the first detailed specifications.

As the project manager is part of the description of the initial situation, an assignment dysfunction may involve dysfunctions for the project. For example, a project manager assigned too late or unofficially, or assigned to a project he does not have the skills for, may involve delays, under-quality and non satisfaction of the project objectives and of the customer.

Moreover, if the company does not have any high level indicator to know (in terms of performance, competencies, procedures, and quality) where it is, it will be difficult then to know if means are well-planned with regard to the objectives, to the initial situation and to the environment.

3.1.3. Proposals

There is no proposal to better control the definition of any initial situation in this paper. The assumption is that the company has made the decision to launch a project, taking into account its own situation and the need. The company is then ready to give resources and expects results of the project.

3.2. Objectives: to know where we want to go

3.2.1. Description

Objectives are defined here as the expected end of the project, the goals that need to be reached. To define objectives involves delimiting the scope of the project, including its frontiers. What is not in the scope is not in the project, and reciprocally.

Objectives may be clearly defined with a project requirements definition, or a project specification. It is a formal document where may be detailed: the context and stakes of the project, the goals, the major deliverables, the customer(s), the frontiers, the global cost and deadline and the organization type (project manager, matrix or functional or project team, sponsor, etc.). It may be more or less detailed, and it may include functional or technical specifications. The most important thing is that it should correspond to the customer needs and expectations.

3.2.2. Dysfunctions and consequences

Dysfunctions and consequences are relative to the definition of perimeter, the existence of specifications of the project and the determination of available resources. Approaching the limits of the project, knowing what we do and what we do not do in the project is often an important moment of negotiation. It allows to enrich or to decrease the expected objectives.

The earlier on a project we approach this clarification of the objectives, the less danger we have of skidding and not achieving them [9].

A dysfunction can be characterized by a difference between the expected action and the realized action and thus a non-achievement of the objectives [25]. The objectives can be not SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Time-related), as proposed by Drucker [7], which reveals a dysfunction.

According to the Standish Group survey [26], the influence of objectives definition is important on project success or failure. People have declared this as a cause for 21% of the successes and 32% of the failures, decomposed into complete (or not), realistic (or not) and stable (or not) specifications.

The main dysfunction here is a difference between the project specifications and the customer needs and expectations, for instance if one forgets one need, or puts a specification not needed by the customer.

3.2.3. Proposals

The list of dysfunctions and their consequences is in itself one proposal, but no other solution is introduced. Proposals about objectives definition and control are not in the scope of the paper.

3.3. Environment: to know what is around us

According to a Standish Group survey [26], the influence of environment is important on project success or failure. People have declared environment as a cause for 30% of the success and 28% of the failures. This part details some facts about complexity of interactions inside a project and outside the project, with its environment. Some proposals are made about interactions description, using a project interactions model [14].

3.3.1. Description

In a project, there are a lot of exchange flows, of information, decisions and material or financial items, which make the project complex, as described by Baccarini [4] or Williams [31]. For example, with N persons, there are $N(N-1)/2$ possibilities of communication flows. These persons, or organizational structures, have different interests and different influence capacities, positive or negative, and these interests and influences may change during the project. The influence between two persons may be in only one way, or reciprocal. The action of identifying the environment of a project, in order to anticipate what influences, positive or negative, may affect the project or may be affected by the project, is called stakeholder management.

3.3.2. Dysfunctions and consequences

If only one stakeholder is not taken into account, forgotten or neglected, the risks of the project are increased. A project can be initiated, modified or stopped by influence of only one stakeholder.

For some stakeholders, below is an example of possible dysfunction and its potential consequence:

- The customer/user: if not taken into account, the customer may not validate the project, or may not pay, or may not want to work with us any more.
- Executive management, project sponsors, program director, steering committee and executive committee: they have the power to modify or to stop the project, and they may do it if they do not have proper and periodic reporting about the project and its stakes.
- Other projects: a project shares priorities and resources with other projects. Not to be aware of the other projects, and not anticipating our own resource needs in regard to other projects needs may conduct to a global constraint impossible to solve.
- Other items, like departments, suppliers, sub contractors, partners, etc.

3.3.3. Proposals

3.3.3.1. *The project interactions model.* The most known tool is the stakeholder analysis. We have elaborated, in collaboration with PSA Peugeot Citroën, a model describing the interactions existing inside a project, and between the project and its environment. This model is detailed in [14], and is standard wherever we are in the project hierarchy. It has been built in order to complete stakeholder analysis, and to be applicable at each level, sub-project or work package, and not only at the project level. It is composed of seven types of interactions, and of some objects, like project, objective, deliverable, activity, process and actor:

- The hierarchical link: exists in WBS and PBS for example.
- The sequential link: exists in every project schedule, and shows time dependency.
- The contribution link: a result of object O1 (a project) may contribute to the result of object O2 (an objective, or another project).
- The influence link: O1 (sponsor) may modify O2 (project), or the result of O1 (project) may impact O2 (users).
- The resource link: two objects share the same critical resource.
- The proximity link: O1 looks like O2, which may give an opportunity to reuse experience and best practices.
- The exchange link: is only an exchange of information and data.

3.3.3.2. *The integration of external constraints.* In concurrent engineering, the goal is to integrate downstream constraints in the upstream activities, in order to avoid rework and waste. The goal is exactly the same in identifying the six other types of interactions: we shall integrate the whole constraints of the environment before to endure them, because the consequence of a mistake in planning is multiplied by 10 or 100 in execution.

A last key point of this part is that environment influences the project structure. If one stakeholder is forgot-

ten, the structure will be different. If the importance given to one stakeholder is different, the structure will be different. The proposal is then to integrate environment during the project structure definition process, in order to perform right stakeholder management during the rest of the project. Our model helps to identify, characterize and visualize interactions, as detailed in [14], and a software prototype was performed and tested in PSA Peugeot Citroën, on some projects of their progress plan. It was a 250-projects plan consisting of the whole actions of internal improvement, transformation, what we can call support. The test showed the complexity of this project network, and demonstrated the difficulty to manage this properly. It had an impact on project structure definition, but also on multi-project management. Now, there are much fewer and much bigger internal projects in this company to limit complexity in the management of such a project network.

4. Tools and methods

We have first defined the project structure concept, then the inputs of the process that leads to this structure. We are now going to propose tools and methods to help building the structure of a project. The definition process of any project structure is a decision process made of two main sub-processes: the decomposition of the project and the resource assignment. In this chapter, each sub-process is described, then examples of dysfunctions are analyzed and our propositions of improvement are presented and justified. A last point not developed in this paper is about risk management, which consists of identifying, assessing and responding to the whole potential events, positive or negative, that may affect the project, because the project structure will be modified, enriched and refined.

4.1. Decomposition process

4.1.1. Description

Decomposition is a cognitive and complex problem-solving process. A non-human tool can not make decomposition, except by repeating previous projects or by using standard templates. It is the operation of expressing an object into several smaller ones. Some examples of decomposition are the Work Breakdown Structure or Product Breakdown Structure. The major deliverables of the project or the main components of the product are decomposed into smaller, more manageable items. It allows better managing and controlling of each lowest-level element, called work package for WBS. It allows assigning each work package to one organizational and financial unit.

The input is often called “father” and the outputs “sons”. The outputs are not unique; it may be several decomposition possibilities. So, decomposition is also a decision-making process, a choice between decomposition alternatives.

4.1.2. Dysfunctions and consequences

- Frontiers definition problems between two sub-objects: authority balance, responsibility sharing, time waste due to bad scope limits, rework or work made two times, etc.
- Project decomposition may be not consistent with the existing organization decomposition: waste of time due to organizational and personal conflicts.
- The execution of the whole sub-objects may not give the object: under-quality, delays, scope variance, non-satisfaction of objectives and customer.
- The reticence to use formalized and rigorous methods for a day-to-day action: but decomposing a project is far more complex than decomposing the tasks for planning a holiday trip.

Consequences of a bad decomposition on project performance are big, because the rest of the planning process is based on it, like cost, resource and time estimating, quality, communications and procurement activities. So, it involves cautiousness and use of risk mitigation actions, like the methods proposed below.

4.1.3. Proposals

Proposals are on potential decomposition generation and evaluation. The project manager's role is then to apply the decomposition decision, by communicating to concerned people, and finally to keep experience and lessons learned for next projects and next decompositions.

4.1.3.1. Generation step. Based on other approaches, like [20,27,32], we have defined a four-step solution generation process for project decomposition, consisting of:

- The identification of specific parameters of the object that describe its context. It allows to know what can be reused from past for this project, and what will be reusable from this project to future projects.
- The information research into historic and standards.
- The decomposition itself of the object, whether by using one or more decomposition criterion, described below, or by using creativity methods.
- The identification of additional interactions with other objects, which are directly involved by the decomposition process, like described below.

4.1.3.2. Decomposition criteria. The proposal for decomposition criterions is expressed into a list of eight elements:

- by phase,
- by profession,
- by department,
- by technical domain,
- by objective or function,
- by mechanical or structural sub-system,

- by geographical location, and
- by addressee, in terms of population or process.

Other criteria lists are available [10].

There are two types of decomposition: mono- and multi-criteria. Every project decomposition is mono or multi-criteria, with the criteria of the list described above.

For example, a new bicycle development project may be decomposed like this: project management, handlebar, fork, transmission, wheels, safety equipment, mechanics, prototyping, manufacturing, distribution, marketing/sales.

This decomposition is a mix of organic (handlebar, fork, transmission, and wheels), technical (project management, safety, and mechanics) and sequential decomposition (prototyping, manufacturing, distribution, and marketing/sales). It involves more risk, on the frontiers definition. The other possibility would be to decompose first by organs, then by technical domain, and finally by phase, but the project structure would have three levels instead of only one, which is heavier. The best decomposition is the best compromise between scope, time, and organizational parameters, which means the less risky.

4.1.3.3. Additional interactions. Decomposition involves other interactions than the only hierarchical link between father and sons. These other links are between the sons or between one son and another object elsewhere in the project. But there is no reciprocity: if there is a link between two objects, it does not imply that it is an additional link created by decomposition.

Mono-criteria and homogenous decomposition creates between the sons a link corresponding to these criteria: for instance, decomposing a project among its phases involves a sequential link between some of these phases. Criteria “by phase” => additional “sequential” link.

A multi-criteria decomposition creates multiples links corresponding to each criterion. A multi-criteria heterogeneous decomposition creates automatically between the sons several types of links, corresponding to each criterion. The decomposition of a project into electronics, mechanics, data processing, and project management creates contribution links (from project management to the other technical areas), sequential links (from electronics to data processing) and exchange links (between mechanics and electronics).

These links should not be forgotten, as they are created in an invisible and indirect way.

4.1.3.4. Evaluation step. Every decomposition choice should be done only from an “a priori” evaluation, before the project is executed:

- Relative evaluation by comparing several alternatives.
- Absolute evaluation if only one decomposition is proposed.

The aim of this evaluation is to assess if the decomposed structure has a chance or not to reach the project objectives. In order to realize this assessment, a list of questions has been developed, split in seven main questions. The complete list is detailed in [14]:

- Is the decomposition complete?
- Is the decomposition homogeneous?
- Does the number of sons lie between three and seven?
- Is the decomposition innovating or was it already tested in preceding projects?
- Is the decomposition consistent among the complete project?
- What are the additional links generated with the hierarchical link?
- What is the flexibility of the decomposition? Its robustness?

The problem with standard decomposition is that it does not take into account additional interactions, it is not evaluated, and it does not allow the team members to be creative in the construction of their own decomposition. It should be used only as a basis for inspiring decomposition, not as a rigid tool [18]. Standardization should not be at the scale of the company but more at a project scale. Payne [21] proposes, for instance, the planning and control of programs of projects of different type.

4.1.3.5. Synthesis: tips for a right decomposition. This is developed in [13] and [14], and was implemented in a simplified manner in PSA Peugeot Citroën as a procedure included in project planning:

- Try to do homogeneous decompositions.
- Always evaluate the chance of the decomposed structure to succeed. By comparison if there are several alternatives, but it is not necessary.
- Identify the additional links generated by the decomposition.
- Take into account the parameters, which may influence the decomposition result of the decomposition process, like the context of the project, the pressure on the project manager, the liberty and autonomy, the innovation degree, and the existing standards.

4.2. Assignment process

Our work and proposals about the assignment process is based upon a study we have made within the Vallourec Group. During this collaboration, we have worked with two units and more than 20 projects during 2 years. The purpose was to help in project management and more specifically to help in the choice of people as project manager or member of a project team. This is a key stake [11,12], and Turner [28] describes a “project as a temporary organiza-

tion, (...) as an agency for assigning resources to the management of change within the functional organization”.

4.2.1. Description

In a company, projects are the translation of the strategic axes into actions. At the strategic level of a company, decision-makers have to choose people/actor to be project managers and then, a project manager has to build up his project team, he can choose actors from the company or external people. An example is the choice of contractors during the procurement phase [22]. We define an actor as a human being among company means. Material resources, software, hardware, people are part of the means in a company. What distinguishes an actor from the other means is that an actor has competencies quantified by a level, can make decisions and is able to characterize the impact of his action in advance [2].

So as to take part in a project, people/actors have to be chosen as responsible for some actions. The success of the project depends among others on the choice of the actors in the project [5]. The “choice of actor” is a decision made by a decision-maker that consists in selecting, evaluating and choosing a person to accomplish an action [1,15,24,30]. Mezher [16] considers the decision as “a process which generates and evaluates alternatives and which makes choices among them.”

4.2.2. Dysfunctions & consequences

The Standish Group survey already introduced before gives some statistics about the importance of human resources in projects: sufficient and competent resources represent more than 10% of successes and failures of the studied projects [26]. We propose here an analogy with the maintenance area [3] where “a failure is the stochastic cessation of an entity aptitude to accomplish a required function.” According to Villemeur [29], “after a failure identification, the entity is considered out of order. A breakdown is always due to a failure.” By analogy, we consider an actor in a company as an entity whose function is to decide. Reginato and Ibbs [23] consider a project actor as someone who can make decisions including the whole parameters of the project, managerial and technical. If the decision-maker is not able to make his decision, then there is a dysfunction, because he is not able to realize his function.

We, therefore, propose the following definition of a dysfunction in a decision process: a dysfunction is a stochastic cessation of an actor’s aptitude to make a decision. If the action expected to be accomplished has not been realized, then there is a dysfunction. The gap between the effective result and the negotiated objective to be reached is called the dysfunction value.

Dysfunctions are decomposed in elementary dysfunctions and represented along the DTL (Decision Time Line, [25]). Each elementary dysfunction is related to a DTL step, independent from each others and cannot be studied as a combination of dysfunctions. The gap due to a dys-

function is then evaluated. Using our model, it is possible to give a temporal characterization of dysfunctions as well as a functional characterization that allows classification of various dysfunction types. Concerning actors' choice, we make the hypothesis that the reasons of the dysfunctions result from problems of competence. Competences concern the decision-maker or the chosen actor. We suggest classifying these types of dysfunctions on a model of competence. Other models exist, like [6,8,19], or selection criteria definition, like [17]:

- Knowledge: know-who, know-why, know-what.
- Know-how: technology, techniques, knacks.
- Attitude: behavior, will, identity.

4.2.3. Proposals

4.2.3.1. The target process. The target process is a process to follow for a specific type of decision, choice of actor, and which helps to avoid dysfunctions, as illustrated in Fig. 2. But even if the different steps are properly followed, risks of dysfunctions still exist, nothing can completely erase them.

4.2.3.2. How to avoid dysfunctions? The decision card. The previous target process becomes a reality in an index card performed by the project managers which serves for discovering the risks a priori (context and quantification of tasks to perform), for estimating the decisions a posteriori (steps 2–6 of the target process) and for preserving the information with the aim of statistics, for example (result analysis, recommendations, and capitalization).

Once such a card is completed, project managers, in the Vallourec Group, are able to analyze the reasons of the dysfunctions. With a consequent number of cards, it is possible then to study the general trend for a given company to cope with dysfunctions.

The capitalization database provides a means for dysfunction prediction, by capturing the firm's experience from prior decision-making tasks. Software accessing the capitalization database and the decision-making model

can give an early warning to a decision-maker when an action or decision-making strategy is likely to lead to a known dysfunction and consequently a problem in quality, cost, or delay.

The capitalization database can also be used to conduct a statistical study of dysfunctions within the firm: what are the risky steps in the decision-making process, what are the main sources of dysfunctions, what are the main effects, etc.

As far as Vallourec is concerned, statistics have been made to detect the risky steps in the decision-making process concerning a particular type of project. The risky steps are indeed different from a product development project to a human resources project, for instance.

5. Conclusion

The aim of this paper is to help in the definition of a project structure that will correspond to the expected deliverables for a given project.

The main message is that building a correct project structure is achievable and gives more guarantee for success. On contrary, a bad structure is a guarantee for failure: failing to plan is planning to fail. We, then, show the feasibility of formalizing and managing the project structure definition process, by using innovating concepts and tools, in the area of interactions management, decomposition process and resource assignment process.

This work is relevant for two reasons:

- Some recent statistics show the importance of projects and project management in companies and societies, and the importance of the planning phase on the rest of the project.
- The implication of two big companies as VALLOUREC and PSA PEUGEOT CITROEN in this research work, with their concern about the efficiency of their actions, shows that this topic is in their current preoccupations.

Practically, the concepts presented here have been transformed into industrial tools, like procedures and software

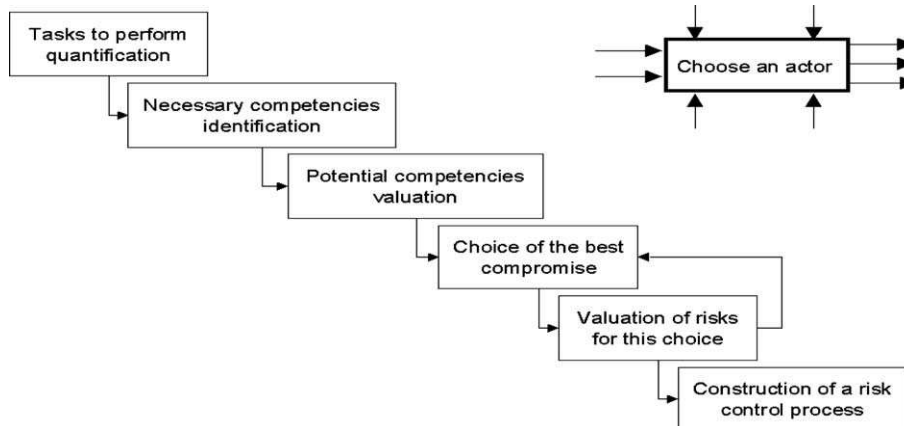


Fig. 2. The target process as a core process for a decision-maker.

modules. The reader could then gain advantage by using concrete templates, communication modules, and decision-making tools.

The ideas of future developments are about:

- Evaluation of the impact of the structure on the project success (evaluation “a priori”).
- Periodic re-estimation of the probability of success with the current structure (continuous evaluation).
- A procedure for correcting a structure with a low success probability and implementation of the corrections in an ongoing project (corrective actions).

References

- [1] Agonino A, Michelena N. Qualitative decision analysis. *Qualitative Reasoning Decision Technol.* 1993;285–93.
- [2] Argyris C. *Personality and organization.* New York: Harper; 1957.
- [3] Artikis T, Jerwood D, Moshakis J, Voudouri A. A stochastic model for proactive risk management decisions. *Mathematical Computer Modelling* 1997;26(7):87–95.
- [4] Baccarini D. The concept of project complexity – a review. *Int J Project Manage* 1996;14(4).
- [5] Belout A, Gauvreau C. Factors influencing project success: the impact of human resource management. *Int J Project Manage* 2004.
- [6] Crawford L. Profiling the competent project manager. In: *Proceedings of PMI research conference, PMI; 2000.*
- [7] Drucker P. *The practice of management.* Harper Business; 1954.
- [8] Gareis R. Competences in the project-oriented organization. In: *Proceedings of PMI research conference, PMI; 2000.*
- [9] Goh S, Richards G. Benchmarking the learning capability of organizations. *Eur Manage J* 1997;15(5):575–83.
- [10] Hubka V, Eder W. Functions revisited. In: *Proceedings of the 13th international conference on engineering design, August; 2000.*
- [11] Jensen M, Meckling W. Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structures. *J Financial Economics* 1976(3):305–60.
- [12] Johansen R, Martin A, Mittman R, Saffo P, Sibbet D, Benson S. *Leading business teams – how teams can use technology and group process tools to enhance performance.* USA: Addison Wesley Publishing Company; 1991.
- [13] Marle F. Plan more by planning less: contributions to a recursive planning process. In: *Proceedings of PMI Research Conference, PMI; 2002.*
- [14] Marle F. Information model and methods in order to help decision-making in project management. Ph.D. Thesis, Ecole Centrale Paris; 2002.
- [15] Medcof J, Hauschildt J, Keim G. Realistic criteria for project manager selection and development. *Project Management Journal, PMI, September; 2000.*
- [16] Mezher T, Abdul-Malak MA, Maarouf B. Embedding critics in decision-making environments to reduce human errors. *Knowledge-Based Syst* 1998(11):229–37.
- [17] Midler C. *L’auto qui n’existait pas, management des projets et transformation de l’entreprise.* InterEditions; 1993.
- [18] Mulenburg G. Report of research examining the characteristics of managers of complex contemporary projects in the NASA. In: *Proceedings of PMI research conference, PMI; 2000.*
- [19] Nakatani M, Nishida S, Hosono Y, Yamaoka T. Coordinated interfaces for real-time decision making in hierarchical structures. *IEEE95* 1995;2:1568–73.
- [20] Pahl G, Beitz W. *Engineering design.* Springer; 1996.
- [21] Payne JH, Turner JR. Company-wide project management: the planning and control of programmes of projects of different type. *Int J Project Manage* 1999;17(1):55–9.
- [22] PMI Standards Committee. *Project management body of knowledge, PMI; 2000.*
- [23] Reginato J. IBBS W. Project management as a core competency. In: *Proceedings of PMI research conference, PMI; 2002.*
- [24] Schweyer B. Formal specifications for a project management approach. *IEEE95; vol. 2:p. 1170–1175.*
- [25] Stal-Le Cardinal J. A study of dysfunctions within decision-making process. Particular focus on the choice of actor. Ph.D. Thesis, Ecole Centrale Paris; 2000.
- [26] Standish Group International. *IT project survey.* PM network, September; 2000.
- [27] Thomson G. Requirements engineering – laying the foundations for successful design. In: *Proceedings of the 13th international conference on engineering design, August; 2001.*
- [28] Turner JR, Müller R. On the nature of the project as a temporary organization. *Int J Project Manage* 2003;21:1–8.
- [29] Villemeur A. *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, fiabilité, facteurs humains, informatisation.* Paris; 1988.
- [30] Voeten B, Kroep L. Human resource allocation in a multi-project R&D environment. *Int J Project Manage* 1998.
- [31] Williams T. The need for new paradigms for complex projects. *Int J Project Manage* 1999.
- [32] Zeng Y, Gu P. An environmental decomposition-based approach to design concept generation. In: *Proceedings of the 13th international conference on engineering design, August; 2001.*



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Technovation 25 (2005) 407–420

technovation

www.elsevier.com/locate/technovation

A pragmatic methodology to capture and analyse decision dysfunctions in development projects

Mounib Mekhilef*, Julie Stal Le Cardinal

Ecole Centrale Paris, Industrial Engineering Department, Paris France

Abstract

The aim of this article is to present the results of our recent work in the field of development projects management. The issue that we have raised is to determine the dysfunction profile of a company. From an approach developed in maintenance, we propound on one hand a generic plan of the decision-making process, and on the other, we recapitulate work connected with competence management, to offer a representation frame of dysfunction sources. This double entry has the advantage of supplying views that take into account the human being, and thus, which are more realistic. Then, on an operational level, we set out an information index card summing up the two previous plans that helps the documentation of decision processes. We apply the associated methodology called SACADO to the case of a company, and finally, we report and examine the results.

© 2003 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Project management; Dysfunction analysis; Decision-making; Competence management

1. Introduction

To become and remain competitive, any industry has to comply with three fundamental axes: customers' satisfaction, profitability, and actors' motivation. These results are achieved through decision-making. In a philosophy of limited rationality, a decision consists of choosing between several alternatives. Any responsible choice implies an anticipation of the result inherent to this choice. By aiming to make decisions that give the best results, companies eventually try to optimise their process and increase their productivity. Three main objects have directed and allowed the development of this piece of research: to contribute to the improvement of complex industrial processes and to the consideration of the human factor in processes, as well as to the resolution of problems linked to actor's choices in organizations.

In the next section, we will present the general working frame and introduce some basic concepts. The third section is devoted to some related work about the evaluation of decision-making. In this study, contributions of all sciences are welcome.

Next, a generic model of decision process has been conceived: the decision time line (DTL). The DTL represents any decision as a chain of stages that take place

from the time when a question is asked until the transmission of the answer to the interlocutor. On the basis of the DTL, we suggest a space of representation of dysfunctions in decision-making. In the fifth paragraph, we approach Durand's (2000) model of competence. Then, the methodology called SACADO is presented. In the seventh section and on the basis of an example, we show how one can characterize a set of research departments and contribute to clearly identifying the dysfunctions by including certain human factors. Before ending, we analyse the results and give some perspectives.

2. Some basic concepts

For Giget (1998), a company is composed of two resource functions (financial and human) and three functions of competence related to the stages of the production process (design, production, marketing/sale). The general managerial function is in the heart of this set. It decides on the allocation of resources and ensures strategic coherence. Transverse functions are those to which all the other functions have to adhere for the efficiency of the set and strategic consciousness of the company. Three of these transverse functions are fundamental: quality (regarding as much customers as official administrations), communication

* Corresponding author. Tel.: +33-1-41-13-15-69; fax: +33-1-41-13-12-72.

E-mail address: mounib.mekhilef@lgi.ecp.fr (M. Mekhilef).

(both internal and external, aiming at recognition, understanding and thus, efficiency) and innovation (linked with the company's creativity and capacity of evolution, and therefore with everlastingness).

Resources, competence and communication needs are regarded as necessary for the functioning of any company. This definition certainly allows one to establish how these functions collaborate, but it does not account for the relations at the actor's level. Indeed, when quality functions connect with manufacturing ones, it induces interaction between several actors belonging to each of these functions.

Such a general view of the company can be given by *Cantzler's (1997)* definition of an organizational system.

“An organizational system is a complex set structured by means in evolution. The organizational system is the result of a successful combination of faculties, finalities and ambitions meant, with experience and in an environment, to reach a shared finality”.

This definition gathers all the aspects stated separately in the previous definitions to create the system constituted by the company. The main functions of the company, formulated by *Giget (1998)*, are represented by *Cantzler (1997)* under the shape of “a complex set structured by means”. Any company is structured by main functions, the stones of the building. There are many possible links between its functions, that make the structure complex. Furthermore, the company's successes, for *Thévenot (1998)*, or the shared objectives, for *Cantzler (1997)*, are reached only by the combination of faculties, objectives and ambitions. But most of all, the definition of the organizational system insists on the fact that the means of a company evolve and can harmonize. Different people constitute the R&D department of a company and each one has his or her own technical knowledge, in particular competence, experience and personality. Therefore, the wealth and performance of a company's R&D consist of synergy, knowledge cooperation and not merely in the gathering of particular knowledge. This clearly shows that knowledge and competence, in such a system, such a network, are not the sum of its constituents: knowledge and competence.

To work on the propagation of decisions within an actor's network, we have selected the following criteria to characterize a company:

- an organizational structure,
- methods and working tools,
- methods and evaluation tools,
- a culture which engenders, for these constituents, the notion of belonging to a group,
- competence to a certain extent,
- a network of relations within this competence,
- a company memory, preserved by a capitalization system.

The organizational structure, work and evaluation methods and tools, corporate culture, competence and company memory are considered as means that evolve with time. This evolution depends on the company, the nature of the means and on external factors such as the appearance of new technologies, close to the knowledge of the company.

3. Related works

There are plenty of papers that focus on decision-making, and yet the subset of dysfunction analysis is rather poor. In our review, we have selected a set of papers that were helpful and significant for our developments. We have enlarged explicitly the research area in order to include the main work from other disciplines, in the hope of enriching our mechanistic approach.

Kushniruk and Patel (1998), from the McGill University Center for Medical Education, state that a focus on process in medical informatics evaluations can add considerable value above and beyond traditional approaches for assessing information systems in health care. Subjects' interactions with the system were video recorded. To examine the effects of the introduction of medical information technology, e.g. decision support systems and computerized patient records, they conducted studies of health care workers over time, while they were learning how to use such systems. This process was followed in order to include the analysis of decision-making and reasoning as a basis for system selection and design. The study of basic psychological processes can provide both a sound basis for the evaluation and analysis of system use, and improve our understanding of health care workers' cognitive needs and decision-making.

In order to reduce the incapacity of a decision maker to make a precise and significant statement, *Feng, (1995)* suggests a multi-criteria decision-making based on approximate reasoning. He contends that this kind of approach is more flexible and adaptable and, most of all, more in harmony with the thinking process of a human being. From the same point of view, we can point out the paper by *Kaung-hwa Chen and Hsin-Hui Lin (Chen and Lin, 1997)* where the notion of interaction among group members for decision-making is addressed. They measure the influence of these interactions on the individual preference. This approach has a great benefit for real-world decision modeling since it considers the human aspect rather than a static evaluation of the preferences. From a practical point of view, they use fuzzy theory to build an evaluation function. While it is interesting as an approach, we still need a more general evaluation that deals with more than a couple of individuals.

Yamashita (1997) studied the case of career decision-making. He focused on the use of fuzzy theory to develop an efficient support system for students. While the use of this

technique may be very helpful to describe a non-rational context, his modelling takes no buckling into account, confining itself to a context of limited rationality.

Nutt (2000) introduces the context concept for the analysis of the outcomes of decision-making processes. He used contextual factors such as importance, urgency etc. to qualify tactical success, indicating the conditions under which each evaluation tactic could be profitably used.

The main idea that McGregor et al., (2001) have brought is the description of a range of modelling approaches that have been used to represent micro-level decision-making. The authors argue that because of the integrated nature of the relationship between the decision-making unit, the system under study and the environment, using more than one methodology can make progress. According to this idea, one has to develop a decision-making process that can be used in different contexts at different levels. A more formal approach of this problem has also been treated by Siamak Rajabi (Rajabi et al., 1998). He uses an analytical approach based on the measure of existence and amount of interdependence between two sets of projects.

In order to increase the set of possible solutions for decision-making at late stages, Krishnan (1998) introduces the concept of quality loss. He shows that the order in which product development decisions are made has a significant effect on the designed product. This kind of questioning is not dealt with in our study; however, it would be a good idea to see whether introducing this concept would help to reduce the dysfunction. From Haag and Kaupenjohann (2001), we learn that modeling complex systems raises epistemological questions. Considering that modelling for theoretical scientific purpose and modelling for decision-making may follow separate paths, they highlight the fact that choosing parameters leads to the need to describe the functional or structural relationship between these parameters. Although, these parameters are conceived as an objective-real entity or factor. From this point of view, that we consider as crucial, it is straightforward that an analytical approach may lead to an inadequate solution in the daily-work processes. Such approaches have been provided by many authors, among them Bryson and Mobolurin (1995), Keping et al. (2001), Kim and Choi (2001) and Hoffman et al. (2000).

4. The decision time line

In the sense of the decision theory and the game theory (Roy, 1985; Abdul, 1997), decision is a strategy, a choice of behaviour according to available information. In every company, the actors who take part in the realization of a project are compelled to make a choice, to make decisions in order to carry out projects with fixed objectives: who should this task be given to? Who should be called to give such information? In which previous project will relevant information be found? Which technologies should be used to satisfy this need? Which technical principle should be chosen for an optimal reliability, while respecting the cost objective?

The goal is to define a process that represents the necessary progress for any decision, be it a product design decision (such as technological choices) or a project management decision (such as resources allocation). A definition that takes the form of a global plan is produced, with enough generic and exhaustive stages to describe any decision at any level.

4.1. The different stages

The DTL contains six stages (Fig. 1). The *capture* of the demand, and the *transmission* of the answer to the applicant are binary stages. One can say that they have been achieved or not, while the other stages spread out on longer periods and can have intermediate states of achievement.

4.2. Capture

Capture is the only initiatory stage of the DTL. The capture happens when the information that the applicant wants to send in the shape of a question is considered as such by the decision-maker. The capture has taken place when the decision-maker, having understood the question and its objectives, accepts to answer it.

From capture, the decision-maker can directly go through identification, if the objectives seem appropriate to him or, on the contrary, negotiate new objectives with the applicant. The question asked can be capitalized either by the applicant or the decision-maker.

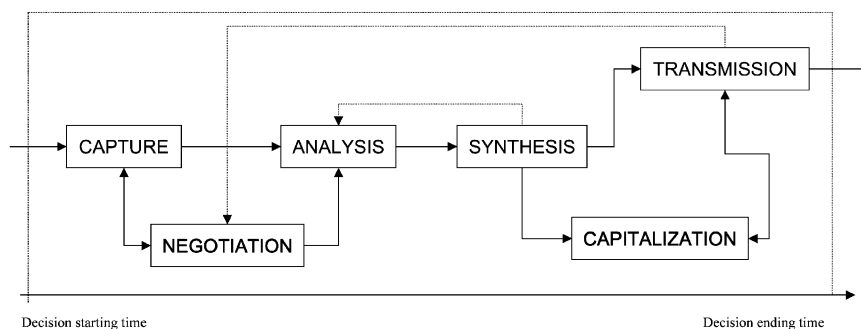


Fig. 1. The decision time line: Based on six phases, it represents the main stakes of a decision making process.

4.3. Identification

The identification stage allows to split an objective into sub-objectives and to allocate resources/actors to it. The aim is to define the strategy to resolve the question, without, however, answering it yet. A negotiation of objectives can be necessary before the identification, if the objectives do not seem coherent. One can also go back to the identification phase if, at the end of the synthesis, objectives have not been reached because they were badly defined, badly split, technically not realizable or because one does not find the solution of the problem. These items are measurable dysfunctions.

The identification stage squares with the set of following operations:

- Identification of the question's environment.
- Translation of the question into an objective.
- Splitting of the question into sub-questions.
- Translation of sub-questions into sub-objectives.
- Consultation, reuse of a know-how, upgrade by increase or competence purchase.
- Definition of resolution strategies, list of tasks to be done in order to answer the question.
- Definition of the necessary means to answer the question.
- Allocation of resources/actors to sub-objectives.

The decision-maker may achieve only part of the operations.

4.4. Negotiation

The negotiation stage amounts to a discussion about the objectives and the means to implement in order to reach them. Thus, the negotiation can take place at the conclusion of the capture, the identification, the synthesis and even the transmission, if the answer does not satisfy the applicant. After a negotiation, identification is necessary to adapt the possible strategies to the negotiated objectives. This second identification can be done with the applicant in order to clarify detailed objectives.

4.5. Synthesis

The synthesis stage is the assessment of the performance of the tasks described during the identification, by following a sub-process described below:

- Modelling, search for solutions, simulation, optimisation.
- Organization of an answer.
- Transcription of the answer according to the developed sub-questions.
- Justification of the answer.
- Classification of the answer (sure answer, with a certain probability, refusal to answer, or reservation about the question or its environment).

4.6. Capitalization

Capitalization, according to Lewkowicz and Zacklad (1998), concerns at once the nature of the answer and, most of all, the chronological account the justification of that answer. Therefore, capitalization is equal to the transformation of the four previous stages, the capture, identification, negotiation and synthesis, into a reusable shape, to their documentary or software materializing and their sharing, under different forms (such as conditions of contract or design guide), with other actors.

4.7. Transmission

The stage of transmission, for the decision-maker, consists of giving the applicant the result of the decision, as well as possibly the choice criteria and the resolution strategy. Transmission has taken place when the applicant has understood the answer and accepted it. Should the opposite occur, it is then necessary to renegotiate the question and its objectives.

5. Competency model

5.1. Actors

In a company, the actors are persons, human beings who are part of the staff. The staff are renewed by a double stream of hiring and departures (retirements, voluntary departures, dismissals) and can be completed by a temporary staff.

In order to study the processes of decision-making, one must consider the actors who make the decisions. So, in this piece of research, only the human beings who can make a decision are considered as actors: an actor decides.

The others, who only execute, are classed as resources and characterized, like them, by a capacity of task execution.

So in the network, which constitutes the company, the actors:

- have competence, quantified by a level,
- can make decisions,
- are able to characterize the effect of their actions a priori,
- can execute some tasks to reach an objective,
- work with the other actors (in partnership, by delegating, in team).

The concept of actor is central in our definition of the company. Indeed, on one hand, the actors make decisions and without them, there would be no interaction, and on the other, the company's set of competence is possessed by the set of actors.

5.2. Competence

For Giget (1998), the company's competence leans on knowledge, technologies or know-how mastered by a group of people who have at their disposal the equipment that allows them to use collectively this competence within the company.

This classic definition reduces competence to detailed technical knowledge. We speak here about the competence of the company, of a group of people, and not about the competence of an identified actor.

For the concept of competence, we will base our study on the definition, stemming from labour psychology, put forward by Lévy-Leboyer (1996) and further explained by Durand (2000) (Fig. 2).

Competence: competence is made of repertoires of behaviours that some people master better than the others, which makes them efficient in a given situation.

Those behaviours are observable in the daily reality of work, and, also, in tests-situations. They implement, in an integrated way, capacities, traits of character, and acquired knowledge. So competence represents a link between individual characteristics and the qualities required for achieving precise professional missions.

This widened definition of competence is more adapted to the modelling of the company as an actors' network. Here, competence is likened to behaviours, mixtures of knowledge, know-how and know-being, and not only to knowledge. Durand (2000) enriches this definition by borrowing from research on education the three key dimensions of individual learning, that is knowledge (knowledge), practice (know-how) and attitudes (know-being).

Knowledge is the set structured by assimilated and integrated information. Practice concerns the capacity to act in a concrete way according to a process or to previously defined objectives.

Attitudes concern behaviour, identity, will. If constituted by competence, a motivated organization is considered as

“more competent than a dejected and amorphous organization, however, endowed with the same knowledge and know-how”.

Sub-dimensions such as behaviour, culture or identity and will, that is constitute the dimension of attitudes or know-being, motivation and commitment.

In the same way, the axis of the know-how is divided into dexterities, techniques and technologies. Technologies are at least partly explicable in their functioning, and they form a model. Therefore, they are more than simple empirical techniques. As for dexterity, it is not a clarified, not explicable know-how.

Finally, the last axis is decomposed into know-what, know-why and know-who. The know-what clarifies the actions to be done in an empirical way, without including any cognitive explanation, which for its part, the know-why can offer. The know-why is divided into two. It is the expertise of the one who can explain to an experimented operator why and how his dexterity and technique work, and who can suggest to him how to improve his corresponding know-how. The second sub-dimension comes under a coherent and constructed explanation of why it is advisable to do what the know-what suggests. Finally, the know-who represents the good knowledge of the interlocutors, customers, suppliers, partners and competitors.

6. The SACADO methodology

6.1. Importance of the choice of actors

Among all types of decisions, we deal with the choice of actors: this type of decision is omnipresent in the company and precedes other design decisions. To optimise the choice of means (actors and resources) is a possible first stage for an optimisation of design processes.

The decisions of the choice of actors, regarding project management, concern all the levels of decision-making. Considering the spread of the company, the concept of actor should be taken in its broad sense. Indeed, it can comprise the sale or purchase of a production unit, the choice of

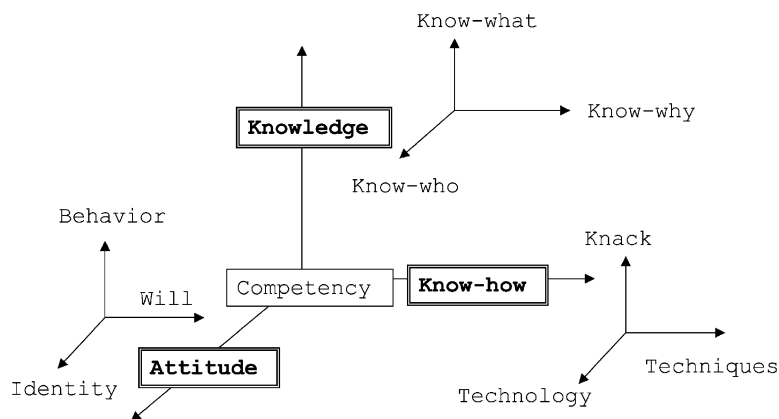


Fig. 2. Durand competency model illustrates the various facets of knowledge.

a subcontractor or a supplier, the determination of a target clientele, the choice of a partner for a project.

To reach the objectives in terms of quality, cost and delay of the project for which he is responsible, a project manager must be able to choose good interlocutors. Indeed, the choice of various actors can trigger a much more important dispersal around the objective than that of the potential actions of a single actor. Once the actor has been chosen, dispersal from the target to attain is lesser. However, this dispersal still exists and can be important. Therefore, the decision-maker must take into account the risk of dispersal of the actor's actions to make sure of a final result.

Any decision process being a set of imbricate sub-decisions, the question is not to indicate the good decision to take, but the process that will lead to a decision, while minimizing the risks of dysfunctions. It consists of recommending a set of conditions to be satisfied in order to have the maximum chances to make the good choice of competence.

6.2. Objectives of the SACADO methodology

SACADO is aimed at project managers, as well as at everyone who has to use a third party to realize an action. SACADO is based on a systematic approach of the choice of an actor. "Choosing an actor" is considered as a separate and whole system, in (Fig. 3). It undergoes and generates some constraints. It has to take into account input data, to produce output data and lean on certain methods, methodologies and know-how.

Industrial projects put more and more actors in connection with constraints of quality, cost and delay. Choices of actors are frequent and must be fast, but well prepared.

SACADO answers the following three objectives to:

develop a methodology which allows avoiding dysfunctions in the decision-making of choices of actors without generating a complex process, that is not compatible with the project's objectives,
 develop a methodology of analysis of dysfunctions in the processes of choosing an actor,

develop a methodology of analysis of a base of dysfunctions, capitalized to deduce from them some recommendations to improve the functioning of the organization.

6.3. Decision-making support concerning the choices of actors

Decision-making support has two facets:

A target process to follow in order to avoid dysfunctions. An index card of choices of actors helping to approach the target process and allowing a capitalization of processes and of the decision taken.

6.4. Target process

The process of target decision is illustrated with the SADT formalism in Fig. 4.

The major stages of the target process correspond to the six following questions:

- What are the tasks to be done by the actor who will be chosen, and in which environment (at this stage the objective must have been decomposed into sub-objectives)?
- What are the necessary competences?
- What are the available competences?
- What is the best compromise in terms of quality, cost and delay (for the choice of actor)?
- What are the risks that the chosen person could bring to the project?
- Is there a control process of the person chosen with regard to these risks or an action plan of risk eradication that must be drawn?

6.5. Determination of the tasks to be done and of the environment

The decision-maker must choose one or more actors to do some tasks. The decision-maker knows these actions but has not necessarily the competence, the time, or the role to

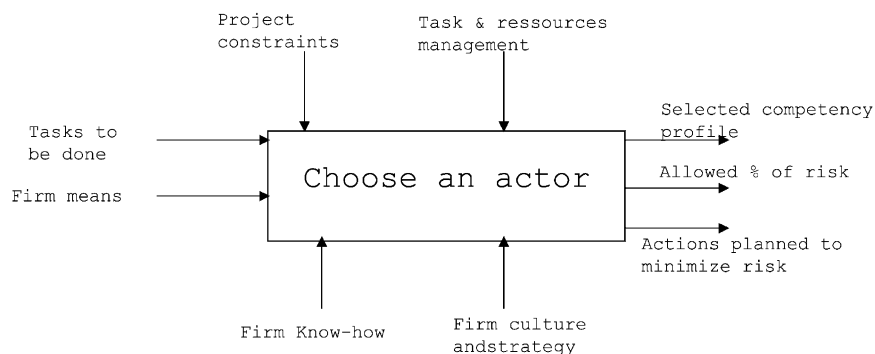


Fig. 3. The boundaries of the system—actor choice.

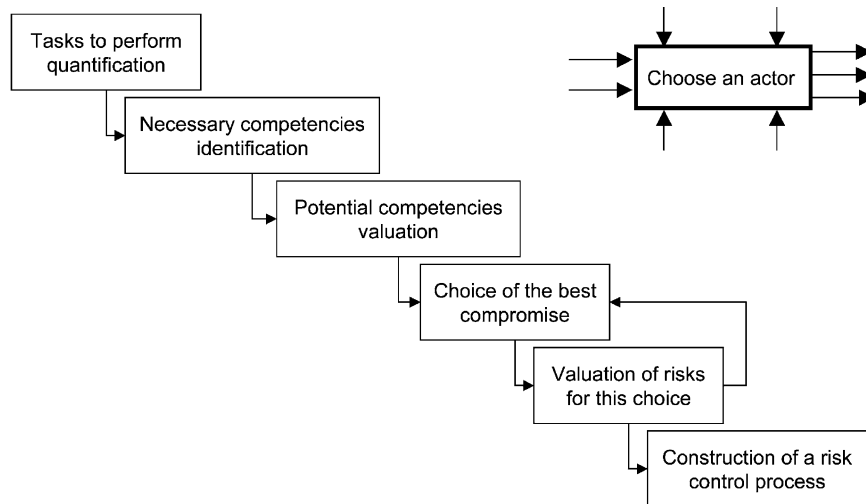


Fig. 4. The target process expressed with the SADT formalism.

do them. It falls to the decision-maker to quantify the actions to be done under the shape of objectives to achieve in terms of quality, cost and delay. These objectives will then be presented to the actor and may be the object of a negotiation. The way of quantifying the objectives to achieve depends on the company, the project and the decision-maker.

It is the first operation of the identification stage from the various DTL stages. It is of cardinal importance: one will correctly answer only a correctly formulated question.

6.6. Determination of the necessary competence for a task

Here, one takes competence in its broad sense, decomposed into knowledge, know-how and know-being. By knowledge, one means knowing who, knowing what, and knowing why. By know-how, one means technique, technology and dexterity. By know-being, one must understand identity, behaviour and will. For a particular company, each of these nine categories can itself be decomposed. One can take the following example, inspired by a competence evaluation system.

Knowledge is estimated in terms of:

Know-who, decomposed into: knowing oneself, recognizing the competence of one's co-workers, being full of resources, easily inserting oneself in competence networks. Know-what: being aware of one's role, showing sound judgement, supporting one's organization's standards and values, representing it outside, Know-why: being able to draw lessons and analyse the organization's problems, being open-minded, having strategic prospects and business acumen.

As regards know-how, in this system of evaluation, one distinguishes:

- Technology: being endowed with good economic planning and organization, good written and oral expression.
- Technique and dexterity: possessing the technical and professional knowledge relative to the company's trade.

Finally, know-being, in this system, is estimated as follows:

- Identity: being practical, rational, abstract, persevering, having an artistic sense, some psychology, being a traditionalist, looking for variety, innovating, concerned with details, foreseeing.
- Will: being critical, optimistic, vulnerable, worried, having control of oneself, having a competitive spirit, ambition resources, being decisive, relaxed, coherent, active.
- Behaviour: persuading, leading/commanding, being independent, extrovert, needing relations, having social ease, being interested in others, being democratic, modest.

This keynote, which is not exhaustive and not applicable to any company, can help the decision-maker to list the competence necessary for the realization of the actions that he has quantified.

6.7. Evaluation of available competence

Any evaluation requires first establishing the criteria of evaluation and to balance them. One can also imagine that to compare the various potential actors, the decision-maker will meet them during individual interviews. If there are many potential actors, an iterative selection can be used in the following way:

- Choice among all the possible competence (in the company, outside the company).
- Choice among the available competence.

- Choice among competence with reasonable cost (according to their rate schedule).
- Choice among the competence that have the required level.

That is the second operation of the synthesis, which begins with identifying the potential solutions to the problem set, and then estimates the competence profiles of the selected actors.

6.8. Determination of the best compromise

Among the possible competencies, the decision-maker chooses, on one hand, the actors according to their profile and, on the other, he chooses those that he regards as able to take on their responsibilities for the decisions that they take and their competencies. The decision-maker is free to balance the axes of competence. He can, if he thinks that this competence is a priority, apply a strong coefficient to the person’s will.

That is the third operation of the synthesis stage, in which the decision-maker makes his decision.

6.8.1. Identification of risks linked to the chosen person

His or her competence level, rate schedule and availability characterize the chosen person. Therefore, it is necessary to estimate the risks related to these three aspects.

Concerning the rate schedule, it is a question of estimating the probability for the chosen actor’s rate schedule to vary in a significant way (until it puts in danger the respect of the global project’s budget) between the beginning and the end of its action. The availability of the actor can also vary: this risk must be estimated according to the possible extra work, potential accidents, disease, unforeseen departure and so on. Eventually, the most important risk depends on the actor’s level of competence compared to the required level, because evaluation is inevitably subjective. This risk is clarified in a quality deviation tree of dependences.

That is the fourth operation of the synthesis stage, during which the decision-maker stands back from his decision in order to identify the problems which could entail on the project.

6.9. Elaboration of a control process or risk reduction process

Some recommendations attributed to the various risks are associated with this stage in order to help the decision-maker to build his action plan of risk reduction or eradication. The difference between the concepts of recommendations and action plan is worth remembering: theoretical recommendations express what should be done, but then it is up to the decision-maker to exploit some

recommendations and apply them within the framework of an action plan.

That is the final operation of the synthesis stage, in which the decision-maker sets up the means to limit as much as possible the potential negative consequences of his decision on the project.

6.9.1. Presentation of the index cards of the choice of actors

To help a decision-maker to follow the target process, some index cards supporting the choice of actors were realized on the basis of the model presented in (Fig. 5).

From the index cards of the choice of actors (Fig. 5), one will derive some key data that characterize a project:

- The context,
- who is asking (at which date) and who is choosing (at which date)?
- the tasks to be done, quantified in terms of quality, cost and delay of the objectives,
- the required competence (knowledge, know-how and know-being) for these tasks,

Context			
Who asks ?		Who Chooses ?	
Question date		Choice date	
Tasks to perform	Quality	Objectives	
		Cost	Schedule
Knowledge	Required Competencies		Attitude
	Know-how		
Potential Actors		Chosen Actor and Why	
Risks valuation	What	Action Plan	
		Who	When
Dysfunction (things bad that happened in the decision process)			
Result	Quality	Gap	
		Cost	Schedule
Recommendations			

Fig. 5. Index cards model.

- the potential actors and the actor chosen with the reason for that choice,
- risk evaluation, taking into account the chosen actor's competence compared to the required competence and to the tasks to be done. If one opts for an action plan, it will be set up here. The actor responsible and the date of realization are clarified for every risk and every action,
- a quantified balance of the results, with the quality, cost and delay deviations of the various actions done.

These index cards also allow one to analyse a dysfunction that has appeared in an earlier decision.

The index card follows the various stages of the DTL. Indeed, the context of the project amounts to the capture; the tasks to be done belong to the identification as well as to the quantification of the objectives, which can also call for the negotiation stage. The evaluation of the risks concerning the chosen solution is linked to the synthesis, and recommendations must be capitalized and transmitted. The establishment of action plans for every risk illustrates the process of filiations and amounts to the stage of identification of a newborn DTL. Therefore, such an index card should be filled according to the chronological order of a project, an order that is, by the way, respected by the DTL.

7. Some experiments

The objectives of the industrial application are to confirm the relevance of the suggested models, to justify their industrial advantage and to adapt the theory's parts that eventually appear as unfit or irrelevant. It is necessary to base one's argument on the needs of the final users, who are the manufacturers, to clarify the service done by the sacado methodology and answer the real need as well as possible. The final goal is to bring a useful tool, used in decision-making by the manufacturers.

Within the framework of the VALLOUREC experience, the objective was to check that such a tool was useful for the company, to understand how and in which shape it would be fit for use, and to finalize its design by confronting it with the needs of R&D projects.

7.1. Specificity of the concerned sites

VALLOUREC is an industrial group of which the basic professions are metal transformation, the manufacture of steel tubes with carbon, of allied steels, stainless steels, special alloys, seamless or welded, and with metallurgical products. The piloting is done by a Head office, split into transverse managements, such as the technical promotion of sales, R&D, sales management, exploitation. VALLOUREC is a manufacture holding company having more than 50 companies of production and marketing, and more than 50 worldwide factories.

R&D at VALLOUREC represents about 360 people, an annual budget of USD 30,000,000 and 25 factories. Every site is characterized by the hues of steel used as raw materials, by its production processes, the products that it makes and the market that it satisfies. The industrial application presented here has concerned the R&D projects of two of the group's factories, in Aulnoye (France) and Hautmont (France). The two sites studied differ from one another in the nature of their markets, hence in their products, their processes and raw materials also.

Aulnoye's site belongs to the petroleum and gas branch, and we have dealt mainly with the projects of wire drawn connections.

Hautmont's site belongs to the car industry and produces tubes for cars' steering wheels as well as for fuel tanks' down pipes.

The fact of having been able to work on such different sites allowed us to apply the models to diversified activities within the same company.

7.2. Projects studied by SACADO

The projects studied are varied:

- development projects of new tube connections for oil drilling,
- development projects of tubes for oil drilling,
- investment projects (purchase of new machines),
- development projects of car tubes (tubes for seats, headrests, tanks' down pipes).

All in all, 22 decision-making for the choice of actors were studied in these projects. Every project presents some characteristics that distinguish it from the others:

- International project or not,
- project developed on several sites or on a single one,
- project led by a project manager calling in experts,
- project bringing in subcontractors,
- innovative project requiring new technologies or more "ordinary" project.

7.3. Global balance for Aulnoye's site

7.3.1. Characterization of dysfunctions

The decomposition of dysfunction projects into elementary dysfunctions shows that in the processes studied at Aulnoye, the DTL stages most inclined to dysfunctions are identification and synthesis (Fig. 6). This seems coherent since in decision-making, they are the two stages with the strongest added value.

7.3.2. Classification of dysfunctions

Dysfunctions are classified according to competence, as shown in (Fig. 7). In the following paragraph, the main causes of dysfunctions are classified in decreasing order

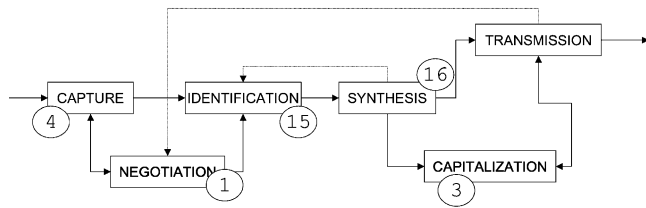


Fig. 6. Localisation of the dysfunctions at Aulnoye.

according to the number of dysfunctions they entail, and illustrated by characteristic examples:

- Cause relative to know-what: original objectives are not clearly formulated; one does not know exactly what should be done. If conditions of contract have been specified, they lack for precision.
- Cause relative to behaviour: the actors who are not inserted from the start in a project, are not motivated to get involved in it afterwards.
- Cause relative to know-who: the appropriate, efficient interlocutors have not been identified.
- Cause relative to techniques: a site has not got the necessary technique for the realization of a test.
- Cause relative to technologies: product tests implement key technologies. Not mastering these technologies doing a bad promotion of the product to the customer.
- Cause relative to know-why: there is no justification of decisions. No marking out of the decisions made allows to confirm them.
- Cause relative to will: some project partners do not seem really willing to get involved in the project.
- Cause relative to dexterity: some problems of industrialization are solved case by case, without having been anticipated.
- Cause relative to identity: some lack of understanding, due to intercultural problems between two companies, causes a lack of information.

It seems that the first cause of dysfunctions in this site is a problem of knowing. Secondly, dysfunctions are due to know-being, and lastly, to know-how. The main problem here seems to be the objective’s formulation and what is felt on motivation, all the causes left being sheer consequences of the first two.

7.4. Global balance for Hautmont’s site

7.4.1. Characterization of dysfunctions

The decomposition of dysfunction projects into elementary dysfunctions from the index card (Fig. 8) shows (Fig. 9) that the dysfunctions studied also belong to the identification and synthesis phases. Therefore, the observation made at Aulnoye is confirmed here: the stages with the strongest added value comprise the biggest risk of dysfunction.

7.4.2. Classification of dysfunctions

Here also, dysfunctions are classified according to competence, as illustrated by (Fig. 10).

The main causes of dysfunctions are classified below in decreasing order according to the number of dysfunctions they entail, and illustrated by characteristic examples:

- Cause relative to know-who: some prejudice can lead to the choice of a supplier, who afterwards proves not to be adapted to the situation.
- Cause relative to behaviour: the subcontractor does not respect certain technical points of the contract conditions.
- Cause relative to technologies: some actors are not trained to do their work correctly.
- Cause relative to know-what: a badly achieved phase of pre-project induces a badly estimated budget.
- Cause relative to know-why: one does not master all the possible parameters that can have an influence on the tolerance of the tube.
- Cause relative to techniques: the operating staff has difficulties to adapt itself to the new machine.

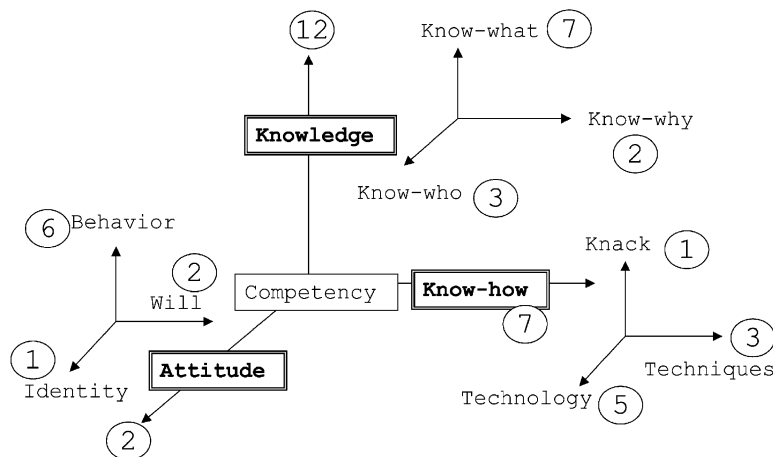


Fig. 7. The main dysfunction causes from the Aulnoye site.

Context Supply of an oven of thermic treatment from a non finalized specification			
Who asks ? Hautmont (R&D and Purchases)		Who Chooses ? Plant manager and group purchases manager	
Question date March 1998		Choice date July 1998 (signature of the contract)	
Tasks to perform		Objectives	
		Quality	Cost
Conception and studies		Satisfy 100% of the spect 24 h	Supply a product at the classic cost price of the market, comparable to what is made in the group
Manufacture			
Delivery, assembly			
Required Competencies			
Knowledge		Know-how Strong experience on oven manufacture	Attitude Rigour and capacity to respect the delays
Potential Actors 4 or 5 of the most successful, usual suppliers of the market, known by the CEV		Chosen Actor and Why SOTTRI (best value for money)	
Action Plan			
Risks valuation	What	Who	When
Risk of cultural difference	Analyse the differences	Project leader	During a consultation
Risk of drift face to face of the schedule	Follow regularly the supplier work	Project leader and plant manager	Terms to be defined according to the project
risk of disregard of the CdC	Analyse the specification very carefully	Project team	During the project
risk to have a supplier who privileges the price and the period(delay) w ith regard to the technique	Analyse the specification very carefully and clarify the importance of the technical aspect	Project leader	At the purchase decision
Dysfunction (things bad that happened in the decision process)			
Drift of the schedule (excess load of the conception workshop of the supplier and delay of conception)			
Delivery (abnormal load delayed because of the snow falls): accidental drift			
Bad protection of the oven during the transport having led to a premature oxidation			
Assembly: not enough implication of the maintenance service			
Starting: observation of points not corresponding to the specification (bad mechanical conception of certain elements)			
Bad composition of the team w hich made the recipe of the oven at the supplier			
Gap			
Result	Quality	Cost	Schedule
Conception		Total cost of 7,3MF, minus possible penalties for delay	
Manufacture			15/01/1999
Delivery, assembly			15/02/1999
First stoking			15/03/1999
Starting and reach of the wished performances	Not solved problem of the oxidation		01/09/1999
Difficult dialogue w ith the supplier for the later exchanges of information			
Recommendations			
Follow closely the supplier advancement (schedule and specification respect) and put reviewing at regular terms			
Imply and motivate the future users and maintenance staff in the new process: presence during advancement meetings, recipe and installation			
To be more rigorous in the terms of Hautmont's payment for the suppliers			
Being more rigorous in the last phases of the project: planning of the process performance control, and validation w ith the buyer and the salesman of the respect of the contract activating the project close			
do not neglect the final stages of process installation: subsidiary equipments and peripherals necessary for the use of the equipment			
Well compose the teams making the recipe: Multi-field team (maintenance - new works, purchases, manufacture, R&D)			
During the consultation, take into account risks connected to: the geographic location of the supplier (to minimize the costs of project follow-up) and the cultural difference			

Fig. 8. An example of a filled form at Hautmont.

- Cause relative to will: the shift of the person who makes investment and the one responsible for the maintenance is delicate.
- Cause relative to dexterity: some specifications of the conditions of contract have been badly designed.
- Cause relative to identity: one is lacking in the ability to discuss with the supplier and negotiate his answers.

Thus, the first cause of dysfunctions in this site is a knowing problem. Then, we deal with dysfunctions due to know-how, and lastly with the dysfunctions relative to know-being.

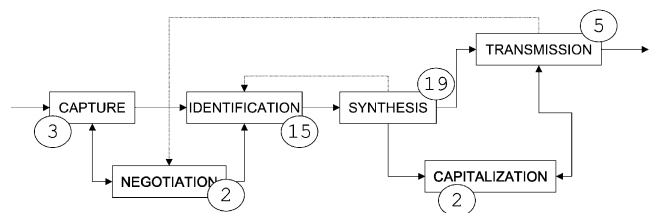


Fig. 9. Localisation of the Dysfunctions at Haumont.

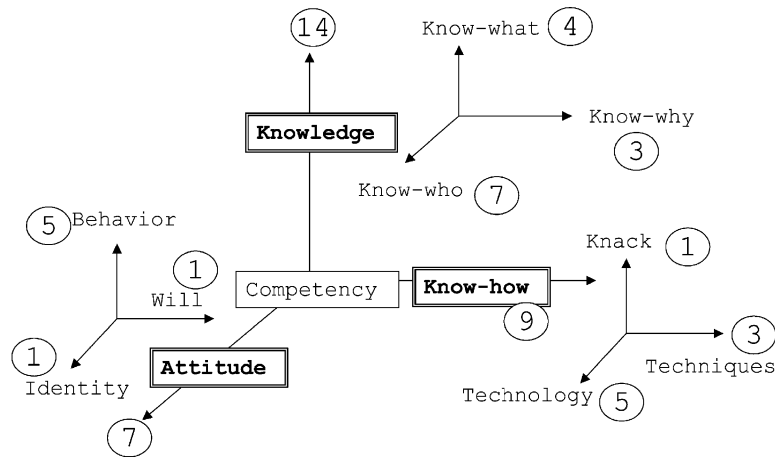


Fig. 10. The main dysfunction causes from the Haumont site.

7.5. Recommendations for development projects at Aulnoye

During the identification phase, one must:

- Determine, for the fields in which one is not competent: relevant interlocutors, the nature of the relations with them (partnership, competition) and the share of responsibilities.
- At the beginning of the project, make official introductions of the various interlocutors.
- Cautiously define the role of each one towards the customers, so that they identify that the supplier of the product is VALLOUREC and that they must apply to VALLOUREC in case of a new need.

In synthesis

- Consider schedules and rate of load of every partner and fix together terms (such that everybody is implied and responsible for the fixed date).
- During the choice of partners, carefully take various factors into account, in the following order of importance: their own competence, which must be appropriate (it must be the one that we miss); their motivation to work with us, their experience on superior connections (which is our field) and their remoteness. See, then, that negative points are offset.
- Take part, as often as possible, in meetings with customers.

In synthesis (risks)

- Look for competence and help where they are: in case of problem, change partners or at least make them move (keep the same partner but change interlocutors).
- Develop winner–winner exchanges. In theory, partners are transparent for the customer. However, they are often located on the oil platforms, in direct relation with the customer, and serve as local interlocutors.

- Draw action plans as detailed as possible. It allows to avoid forgetting things and having to get them back afterwards, to inform early the co-workers of the project and to get back their suggestions.
- Go to the partners to check that the tests are realized in the fixed conditions.

The main demand of the project managers is to be able to estimate the partner and risks from the start of the project, in order to be aware of the situation's risks, even though this one is imposed. Then, it is necessary to define precisely the limits of each one's responsibility. Recommendations for this category of project essentially concern the relations between VALLOUREC and the different potentials. Here, recommendations on technical problems are lesser.

7.6. Recommendations for investment projects at Hautmont

During the identification phase, one must:

- Have someone from VALLOUREC draft the conditions of contract. Instead of giving to a subcontractor, the entire responsibility on the draft of contract conditions.
- Have the various experts in the field concerned contribute to the elaboration of contract conditions.
- Make the marketing man aware of his responsibility for the need by having him sign the budget demand.
- During a consultation of suppliers, consider risks related to:
 - *Geographic location*: This is a way of minimizing the costs of project follow-up and delays of intervention.
 - *Cultural difference*: Besides the problem of language, one can have to face differences in current standards.
 - *Communication*: The ease of exchanges with the supplier is important during the purchase, but most of all after it (within the framework of maintenance, for example).

In negotiation:

- Make internal benchmarking in order to have a more precise idea of costs, which then facilitates the elaboration of the provisional budget to be assigned to this investment.
- Allow the R&D to work more exactly on the phase of pre-project. The date of investment supply can be determined only at the conclusion of this phase. Then, one can define the date of purchase decision and the date of order making. Indeed, at present, the market imposes the date to which the investment must be delivered. There is no negotiation.

In synthesis:

- Avoid being prejudiced on the various suppliers consulted. This risks directing the contract conditions towards a supplier or a technique.
- Give oneself the means (resources, time) to realize, in the reception of the machine and in the presence of the supplier, the stages described in the contract conditions.
- Involve the maintenance staff in the new process and motivate future users and insist on their presence during promotion meetings, receipts and installation.

In synthesis (risks):

- Be more rigorous in the last phases of the project. The buyer and the salesman must ratify the respect of the contract, which triggers the closure of the project. Formalize the closure of the contract and make it official.
- Take care not to neglect the final stages of process installation (purchase annex equipments and peripherals necessary for equipment use).
- Carefully compose the teams that are a success.
- (Multi-field team: maintenance, new works, purchase, manufacture, R&D if technical support is needed).

Transmission:

- Foresee and organize the transfer of any new process from R&D to manufacture. Improve the relations between the services concerned so that they are not only of the customer–supplier type.

Project managers at Hautmont were unanimous on the fact that the problem here is a problem of means.

8. Conclusion

To fill the index cards of choice of actors, it is necessary to analyse in detail the project's dysfunctions. At this level, it is important to spread the idea that dysfunction in decision-making is linked with the objective to achieve and not with a failing actor. The actor is not the one indicated responsible for the dysfunction and he can speak more easily about the problems met.

The sacado method is still experimental and deserves to be matured. The index cards ask for a certain effort (in time and concentration) from the one that fills them. It is now necessary to guide the project manager in the capture of information, to lighten this work and make it more attractive.

By using them, the company's actors become slowly aware of the utility of such index cards. Indeed, in the capitalized index cards, they can find some action plans that may help, as a preventive measure to avoid dysfunction, and some recommendations to react in a curative way as well.

The application has concerned only the analysis of past dysfunctions. Now, it would be necessary to carry on with the experience by suggesting to project managers that they should fill index cards for some decisions they have to make, then to question them to know what help it has brought them.

One of the possible perspectives would be to make a typology of projects and to modify the index cards in order to succeed in making an index card adapted to each type of project. The preoccupations of a development project are not identical to those of an investment one. May be one should thoroughly study this differentiation.

Acknowledgements

The authors wish to thank Alain Honnart, Industrial Director, and Jean-Claude Prouhèz, Research and Development manager, from the VALLOUREC Company, for both their acceptance of the experimentation in their departments and the authorization to publish the corresponding results.

References

- Abdul, A.R., 1997. Management des risques dans les projets industriels. Elaboration et mise en œuvre d'une méthode. Ph. D. Thesis. University of Paris-Dauphine.
- Bryson, N., Mobolurin, A., 1995. An action learning evaluation procedure for multiple criteria decision making problems. *European Journal of Operational Research* 96, 379–386.
- Cantzler, O., 1997. Une architecture conceptuelle pour la pérennisation d'historiques globaux de conception de produits industriels complexes. Ph. D Thesis. Ecole Centrale Paris, France.
- Chen, K.H., Lin, H.H., 1998. Interactive group decision-making modeling and application. *Socio-Economy Planning Sciences* 32(2), 113–121.
- Durand, T., 2000. L'alchimie de la compétence. *Revue Française de gestion* 127, 1–38.
- Feng, C., 1995. Fuzzy multi-criteria decision-making in distribution of factories: an application of approximate reasoning. *Fuzzy Sets and Systems* 71, 197–205.
- Giget, M., 1998. La dynamique stratégique de l'entreprise, Dunod, Paris, France.
- Haag, D., Kaupenjohann, M., 2001. Parameters, prediction, post-normal science and the precautionary principle—a roadmap for modelling for decision-making. *Ecological Modelling* 144, 45–60.
- Hoffmann, C., Von Der Schulenburg, J.M.G., 2000. The influence of economic evaluation studies on decision making: a European survey. *Health Policy* 52, 179–192. (on behalf of the EUROMET group).

- Keping, C., Blong, R., Jacobson, C., 2001. MCE-RISK: integrating multi-criteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modeling & Software* 16, 387–397.
- Kim, J.K., Choi, S.H., 2001. A utility range-based interactive group support system for multiattribute decision making. *Computers & Operations Research* 28, 485–503.
- Krishnan, V., 1998. Theory and methodology. Modeling ordered decision making in product development. *European Journal of Operational Research* 111, 351–368.
- Kushniruk, A.W., Patel, Vimla L., 1998. Cognitive evaluation of decision making processes and assessment of information technology in medicine. *International Journal of Medical Informatics* 51, 83–90.
- Levy-Leboyer, C., 1996. *La gestion des compétences*, Presses Universitaires de France.
- Lewkowicz, M., Zacklad, M., 1998. La capitalisation des connaissances tacites de conception à partir des traces des processus de prise de décision collective. Actes d'ingénierie des connaissances 13–15 mai 1998, Pont-à-Mousson, France, pp.177–187.
- McGregor, M.J., Rola-Rubzen, M.F., Murray-Prior, R., 2001. Micro and macro-level approaches to modeling decision making. *Agricultural Systems* 69, 63–83.
- Nutt, P.C., 2000. Theory and methodology, context, tactics, and the examination of alternatives during strategic decision making. *European Journal of Operational Research* 124, 159–186.
- Rajabi, S., Kilgour, D.M., Hipel, K.W., 1998. Theory and methodology. Modeling action-interdependence in multiple criteria decision making. *European Journal of Operational Research* 110, 490–508.
- Roy, B., 1985. *Méthodologie multicritères d'aide à la décision*, Economica, Paris.
- Thevenot, D., 1998. *Le partage des connaissances, une mémoire interactive pour la compétitivité de l'entreprise*. Lavoisier Techniques et documentation, SEP Division de Snecma, Paris, France. ISBN: 2-7430-0300-6.
- Yamashita, T., 1997. On a support for human decision making by the combination of fuzzy reasoning and fuzzy structural modeling. *Fuzzy Sets and Systems* 87, 257–263.



Mounib Mekhilef, 42 years old, is associate professor at the University of Orléans in France. He got his Mechanical engineering degree in 1982. In 1991, he presented his Ph.D. thesis at the Ecole Centrale in Paris. In 2000, he received his degree in research management from the University of Nantes. Teaching modelling techniques and computer aided design, in the Mechanical Engineering Department at the university of Orléans; he is currently conducting research at the Industrial Engineering Department of the Ecole Centrale in Paris. His main research fields are knowledge management and numerical optimisation. He is currently involved in a project team as an expert for the European Standardization Committee.



Julie Stal Le Cardinal, mechanical engineer (University of Technology of Compiègne, France): Industrial Design, Project methodologies (Value Analysis and Project Management (applications on concrete and varied industrial cases)). Master of Industrial Engineering Systems, at the Ecole Centrale Paris, with a report on capitalization of know-how in conception. The thesis concerns the optimisation of the decision process in industrial projects: observation of various industrial projects. Validation of the proposed models within the framework of training at Vallourec (meetings with project managers, to analyse dysfunctions in their projects, propositions of action plans and recommendations). Professor Assistant in the Industrial Engineering Laboratory at the Ecole Centrale Paris, France.

KNOWLEDGE MANAGEMENT AS A HELP FOR DECISION MAKING IN DESIGN PROJECTS

Julie STAL LE CARDINAL & Mounib MEKHILEF

Abstract

In this article, we formulate an hypothesis which stipulates that in an environment project, one can improve the performance of a company of the point of view of the clarification of the processes of decision-taking by managing organizational knowledge stemming from previous projects. Although evident on the theoretical plan, this proposition, require in the real executives a more precise formulation. We show in this article by which means one can reach this objective and confirm so this hypothesis. This document begins by presenting the industrial context in which we worked, and a clarification of objectives. We go through the related works in the second section. The third section is dedicated to the presentation of the concept of knowledge that is situated in the heart of this work. In the following section we propose an abstract frame given concrete expression on an example. Finally we discuss contributions of this search and the commitments that it produces.

Keywords: Knowledge Management, Design Management

1. Introduction

These research works are based on an industrial need emanating from a very precise frame. It is about a French metallurgical group, about an international scale, specialized in the steel tube. The head offices as well as the functional managements of this group are on Paris while the factories of production are spread in France and in the world. The initial demand of this group was to help them to track down dysfunctions in decisions concerning actors' choice in their projects of conception. We have for it worked in two factories in very various professions because customers, markets, know-how and different products. The conclusions of these first works were that there was no culture generic project, that each spoke about project and told to work in project but with an organization well to one, with methods well to one, mostly not formalized and so not long-lasting in the time because not contagious. Following this first stage, we so worked towards a homogenization of the method project within this industrial group. We first of all accompanied project managers in the assembly of a new project, in the constitution of the team project, in the constitution of the committee of piloting. Over two years, around thirty projects was so followed, by various design projects, investment projects and Human resource projects...

Finally, is stood out a charter of generic project, adapted to the set of the projects of the holding factories. This charter wants light (10 pages) and easy of use. Objective is that any project that starts in the group follows this method.

By following this method from the starting up of a new project, one allows so the project manager and his team to spare time in the assembly of the project. Indeed, this charter supplies him a generic frame, naturally adaptable to his need, to him then to dedicate itself to the contents of its project. All the projects being presented under the same shape, their

capitalization is it facilitated. The leader of a new project can so very easily inquire about the organization adopted by a past project and/or on the decisions which were taken concerning certain identical problems of organization.

Project environment is by nature unstable. Capitalizing organizational knowledge in such a frame allows bringing certain stability to the various actors of the project management, to help them in their decision-takings. This allows sparing time for the benefit of the company performance improvement. Let us notice that, although the problem and the method can be put back on projects of any type, we shall approach here only the problem of design projects.

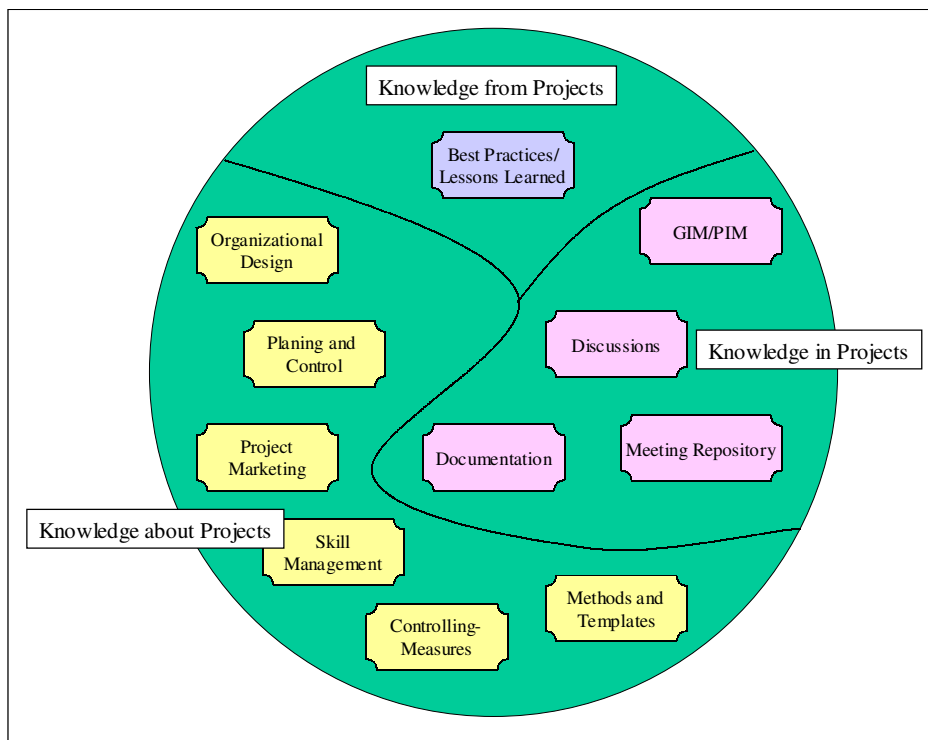


Figure 1. Modules of a PKM

2. Related Works

The question of the improvement of organizational processes for the behavior of project is a recurring question. It emanates essentially from the scientific community that works in sciences of organizations and in management of projects. However, the frame that we have defined point a problem identified at the level of research departments by the projects administrators. This question is essentially relative to the project design and to their behavior. Two essential ways are outlined: that stemming from the world the operational research and which by leaning on mathematical models and on hypotheses (often simplified) turn to a formulation in term of optimization problem. These problems are then handled within the framework of linear programming (mostly) or still within the framework of heuristics. In every case an abstraction is made by the lived experience. Second, tries to open the way towards a not mathematical formulation that seized the pluridisciplinarity of the industrial problem. In this type of formulation one finds the development of models knowledge capture or more generally knowledge management, in order to give them to the decision-maker in following dates.

In a recent article [2], *Christophe Belleval*, by handling the problem of the systems innovative design, raises the strategic and organizational challenges that lift the actions of reforms of

project management. Indeed, the projects management is in the heart of several stakes because it constitutes the lung of the company, in the sense that it translates strategic will and expresses it at operational level. It is, by definition, the assembly of a set of sub-process that constitutes the architecture of the know-how in a given domain. *Belleval*, shows so the inadequacy that can exist between two modes of projects management that have to live and/or collaborate.

Daniela Damm and *Martin Schindler* in a paper [3] related to project-oriented knowledge medium (PKM), point that knowledge-creation teams play key roles in the process of value creation of an organization, but this knowledge need to be captured because “*After the project’s mission is completed, the team members are assigned to new projects or disbanded*”. They defend the thesis of Project Knowledge Medium that is constituted by three modules: Knowledge from project, knowledge about projects and Knowledge in projects (see Fig 1).

Martin Eppler and *Oliver Sukowski*, using “action research” [4] show how to improve the team management. Their model is based on five layers (communication, rules, knowledge processes, tools, leadership functions). *Stig Ottoson* [6] argues that researchers have to act simultaneously as researchers and entrepreneurs as project leaders and team members. Doing this way should according to the author improve knowledge of management. The proposition is based on a “quantum approach” and “chaos and complexity” theories.

3. Project Environment

3.1 Main characteristics

The success of a project management is essentially due to human beings, but it also implies particular aptitudes for the project manager. These aptitudes are the following: the project specification structuring, the identification and control of risks and the project planning. So as to help project manager improve such capacities, we propose three tools that can be used for any project:

- Project specification: on one or two pages, the project manager explains the objectives of the project (what is the deliverable), its context, its limits, its deadline and budget, its clients, its responsible (the project manager himself, but this has to be written) and the project organization. These specifications must relies on the knowledge accumulated during previous project.
- Risks identification: this tool aims at reminding each project stakeholder that they have to take care of all potential risks in the project. Once risks have been identified, it is then easier to speak about them.
- WBS (Work Breakdown Structure): before doing any PERT or GANTT diagram, each project should be decomposed in work packages so as to clarify all the tasks to be done, and then, a person responsible for each task should be assigned.

Project specification and WBS are two communication tools all along the project. These tools belongs to a set that one can consider as a knowledge sharing mean. People can first of all work on a draft that will be completed and modified during the project.

Moreover, in order to create an auspicious environment for project management, two needs appear as two keys of success:

- Strong communication between the project manager and the project team hierarchy is a key of success. The project manager has an important role to play in the relationships with each team member's hierarchical manager. It is indeed his own responsibility to inform the upper management about the project and especially about the work package a team member has to do in the project.
- Training of the hierarchy on project management based on a knowledge management so as to help them understanding the new organization and why they have to delegate resources to a particular project is the second key of success.

3.2 A project organization

Finally, one organization has been decided.

A project organization is not a hierarchical structure.

In such a project management set-up two kinds of population co-exist: the steering committee and the project team.

- The project team is composed of people who are in charge of a work package in the project.
- The steering committee does not work for the project, but it can make decisions that impact it. It is constituted by the hierarchy of the project team members, and has a president. Meetings are monthly.

The project manager is part of the project team, and is invited by the steering committee, but not as a part of it. He is in charge of every steering committee meeting preparation. One particular member of the steering committee can help the project manager in his tasks: the facilitator. One of his main tasks is to monitor the knowledge sharing.

3.3 Singularities of a design project

In a project design, the deliverables is the conception of a product to be industrialized. The clients are often well defined, even if there needs are still fuzzy. One of the main stake of such a project is to clearly define what the client really wants, this may be quite difficult because very often the designer is not in direct relation with the client, where as the marketing department is. The other main stake of a design project concerns the choice of persons in charge of the realization of some tasks in the projects, such as subcontractors that have a particular know-how.

4. Organizational knowledge

4.1 Polysemy of the term "knowledge"

For lack of finding definitions which make unanimity among all these actors of the knowledge management, what would lead us moreover to look for an approach and to engage an ontological discussion of the "concept" of knowledge, one will notice that the various authors seize the term in a pragmatic perspective: the characterizations of the term of knowledge make compared to the concrete ends of use and management of these knowledge in company:

- Knowledge is information organized for the resolution of problems (*Woolf, 1990*).
- Knowledge is information that was organized and analyzed to make it understandable and applicable for the resolution of problems or the decision taking (*Turban, 1992*).
- Knowledge covers implicit and explicit limitations placed on objects (entities), operations, relations, at the same time as the general and specific heuristics with the inference procedures within the situation to be modeled (*Sowa, 1984*).
- Knowledge is the set of the truths and faiths, perspectives and concepts, judgments and anticipations, methodologies and know-how (*Wiig, 1993*).
- Knowledge is the set of (mental) representations, experiences and procedures which are considered as true and right and which drive reflections, behavior and communications among persons (*Van der Spek and SpijkerveT, 1997*).
- Knowledge is reasoning about the information to drive actively the execution of a task, the resolution of problems and the decision taking for the learning and the education (*Beckman, 1997*).
- Commercial knowledge is a network of imperatives developed explicitly and administered, of plans, rules written and contained in a part of the company and distributed within the company and which create performance on the market (*Marc Desmarest, 1997*).

These various definitions send back to an approach of the knowledge that places it in diverse levels while being logically organized: explicit knowledge (vs. Tacit), abstract knowledge (vs. Concrete), declarative knowledge (vs. Procedural), etc.

4.2 Characterization of industrial knowledge

As resource (to produce and to administer) for the company, knowledge distinguishes itself from "classic" resources of the company (material, energy, etc.) by the following points:

- Knowledge is inviolable and difficult to measure;
- Knowledge is volatile;
- Knowledge is not consummate, it is in a way increased during its use;
- Knowledge is mostly carried by agents;
- Knowledge can not have " rival' s " status in the sense where it can be used in various places at the same time;
- Knowledge has a very wide impact on organizations.

Besides, studied articles seem to send back to a hierarchical vision of the knowledge, the elementary notion of "data" to that of the competence by way of notions ("more and more complex") of information, knowledge and know and it in connection with fields of valuation and the human capacities of stake in work even of treatment.

Beyond, a strong instigation is put on the relation between knowledge and domains of value or meaning: the meaning of such knowledge is not envisaged in itself but constantly referred to a more or less spread context of valuation which gets organized in functionally different "levels" itself even though they are, actually, interdependent.

Finally, this notion of knowledge joins in a proper context (the company, the organization in action, etc.) that confers an echo otherwise an organizational dimension. It is even often evoked the idea of a "organizational knowledge" which joins then in the following alternative:

Organizational knowledge is the collective sum resources centered on the human being, of intellectual resources, resources of infrastructure and resources of the market (Brooking, 1996);

Organizational knowledge is the handled information, encapsulated, in routines and procedures that allow action. It is also knowledge captured by systems, processes, products, rules and culture of organizations (Myers, 1996).

Nevertheless, in both cases, one double tacit paradigm work:

- The intelligence of an organization is superior to the sum the individual secret relations of every individual constituting the organization;
- Individual intelligence in an organization is superior to the isolated individual intelligence.

4.3 Knowledge Life Cycle

Organizational knowledge in the same way as functional or technical knowledge, are a part of assets of companies, they are entities in evolution. Different authors get today on the concept of cycle of life of the knowledge that would begin with the phase of identification or creation until the ultimate phase of sharing. Figure (2) illustrates this life cycle and puts in evidence major phases.

The project behavior or more exactly, its improvement can make only by an enrichment stemming from confirmed and shared knowledge. The formal explicitation of this cycle has to be a part of tools that has to help the administrator his design of project monitoring.

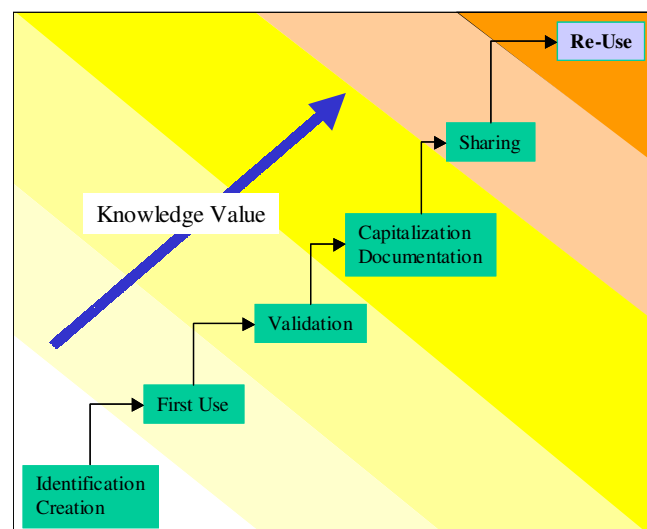


Figure 2. Knowledge life cycle

5. Illustration

Let us take here the case of a design project of an order management system, common to several factories. The project manager, the young person, dynamics, is novice in the management, he worked until now as expert, on a particular task and not on a project altogether. Furthermore, this project has the peculiarity to concern factories in France and in Germany; the difference between the two cultures adds so in the technical complexity of the problem.

5.1 Report

The project manager is helped in his technical tasks by a French expert and by a German homologue. He feels quickly extended beyond by events, inquiries, interviews, and preparations of working meetings, preparations of meeting of steering committee that crowd without final goal is clearly defined.

During the first coaching meeting, the confusion of these three persons is blatant and the project manager is not any more really the leader, one has to deal more with a team of three persons who work together, without no decision is taken and without responsibilities are affected. They admit not to know any more the nature of the project, what one asks for them to deliver at the end of their mission, and do not how know how to proceed any more either to get back information. Confusion is so at the same moment in the nature of knowledge necessary for the good progress of the project and in the processes of obtaining this knowledge.

5.2 Methodological aid

Since the beginning of the coaching, we present the project charter, by clarifying the particular role of the project manager face to face the other members of the team. We re-establish the project manager in his function. Then we work on the precision of objectives and deliverables of the project, by resuming the various tools proposed in the project charter. It turns out that a similar project ends in the group, this project that used the tools of the project charter, certain information are directly reusable for this new project, at least the organization held in the WBS. It is only after some meetings that risks are approached, subject still very taboo. In the definition of contract conditions, the limits of the project are not clear for the project manager. This one would like getting back in his project a part slightly posterior to this work but very interesting. We suggest to him integrating it into the project, well structuring the set and subjecting this decision to the steering committee that will decide. This second part must be anyway realized to finalize project, but nothing was clarified on whom is responsible for it, for when and for what.

5.3 Proposition of a Framework

To generalize what could be the necessary elements for a project management organization, we propose the following framework, on figure 3. We, of course here, do not consider the useful tools, software that help for the following of a project. We consider here every element that may have a link with knowledge management in a project management environment.

All around the project, communication is a key element for the project leader, the steering committee and every participant of the project team. Indeed, during all the project duration, the project leader has to communicate on the adopted organization, thanks to the WBS, the project specification and the risk analysis tool.

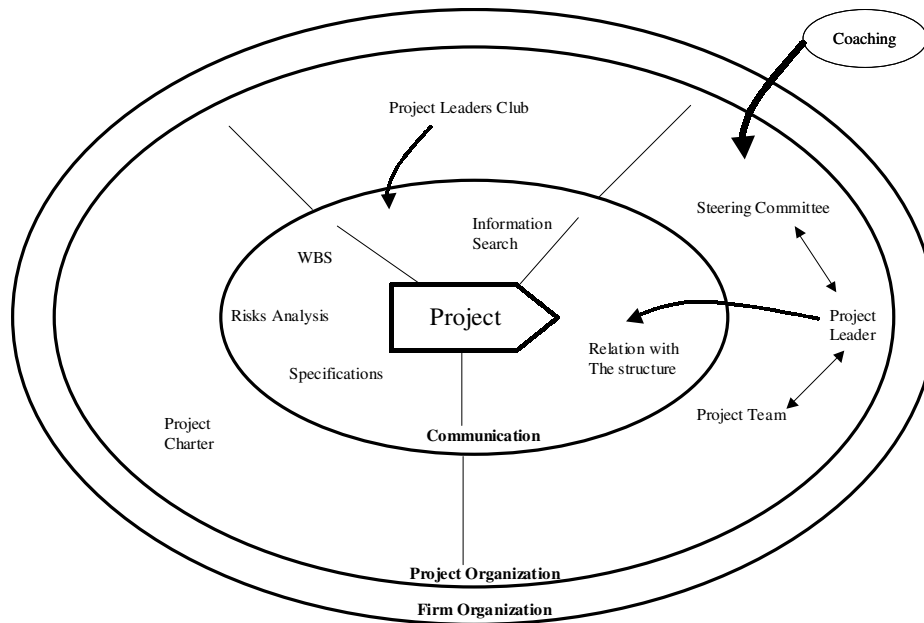


Figure 3. Necessary elements for a project management framework.

The role of the project leader is to inform the hierarchy of the project team about the work to be done so that the hierarchy is aware of the responsibilities of everyone on different work packages. This helps the hierarchy to evaluate the work done at the end of the year on the project by a resource dedicated to a given project.

The third main aspect of the communication is the information search. On the one hand, as projects are capitalized, a new project leader can find a former project with a similar organization that helps him for his own project. On the other hand, project leaders can share knowledge about their projects or about projects more generally.

Then, a project organization is of course needed to assure a good coherence between all projects in a company. At the beginning, this is facilitated by an external coaching, made by a consultant for instance.

5.4 Intermediate assessment

This project is not ended at this moment, however we can raise a first assessment.

The steering committee decides on objectives and limits of the project and part slightly outside the project is finally included in the work to be realized, as proposed by the project manager. Having well structured the contract conditions, the arguments were clear and the decision of the steering committee was there facilitated.

From a more general point of view, the project manager has now a role clearly defined within the team, the objectives of the project become clear as well as the organization built to achieve it. In a more subjective way, we have now a project manager more relaxed during the coaching meeting, who assumes the responsibilities without being (supervised constantly by his technical experts.

6. Conclusion

Through this research work, we tried to illustrate the link between knowledge management and project management, especially for decision-making.

The company where we have built this methodology is now autonomous as far as project management is concerned. The project charter is a reflex for any new project, its project leader, its project team and its steering committee. Moreover, the project leaders club is a good way to share information about difficulties encountered in project. The external coaching we have been assuring during two years is really useful. Unfortunately, we are not able to say whether this is a necessary condition for an effective project management or not, because we only have this industrial experience.

One more question is about the necessity of a integrated system for knowledge management in a project environment. In our case, project leaders ask questions on a kind of intranet forum, and discussions are established via the net between project leaders. This is the actual way of sharing and managing project knowledge. The following step could be the conception of an integrated system.

References

- [1] BARTLMAE. K. & RIEMENSCHNEIDER. M. «Case Based Reasoning for Knowledge Management in KDD-Projects. Concepts, Organizational setting, Categorization into KM and Application in the case of Knowledge Discovery in Databases”. *Proc. of the Third Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM2000)*. Basel, Switzerland, 30-31 Oct. 2000.
- [2] BELLEVAL. C “Faster conception of radically innovative systems: the strategic and organizational challenge for space agencies”. *Space Policy*. Vol 18, pp 215-219, 2002.
- [3] DAMM. D & SCHINDLER.M “Security issues of a knowledge medium for distributed project work”. *International Journal of Project Management*. Vol 20, pp 37-47, 2002.
- [4] EPPLER.M.J & SUKOWSKI. O. “Managing Team Knowledge”. *European Management Journal*. Vol 18, N°3, pp 334-341, 2000.
- [5] KARAGIANNI. D.S & TELESKO. R. “The EU-Project PROMOTE: A Process-oriented Approach for Knowledge Management”. *Proc. of the Third Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM2000)*. Basel, Switzerland, 30-31 Oct. 2000.
- [6] OTTOSON. S. “Participation action research- A key to improved knowledge of management”. *Technovation*. Vol 23, pp 87-94, 2003.
- [7] RHALL R. & PIERPAOLO. “Managing Knowledge associated with innovation”. *Journal of business Research*. Vol 56, pp 145-152, 2003.
- [8] TANG. J. & VEIJALAINEN. J. «Transaction-oriented Work-flow Concepts in Inter-Organizational Environments”. *Proceedings of the Fourth International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'95)*, November 1995, Baltimore, USA.
- [9] Kyoung Jun Lee, Hyun Woo Kim, Jae Kyu Lee, Tae Hwan Kim, Chang Gon Kim, Myoung Kyun Yoon, Eui Jun Hwang, and Hyun Jeong Park. “Case and Constraint-Based Apartment Construction Project Planning System”. *American Association for Artificial Intelligence* (www.aaai.org).
- [10] WIIG K.M. KNOWLEDGE MANAGEMENT FOUNDATIONS, THINKING ABOUT THINKING. LEXINGTON BOOKS, MASSACHUSETTS. ANNEE 1993.
- [11] WIIG K.M. KNOWLEDGE MANAGEMENT: WHERE DID IT COME FROM AND WHERE WILL IT GO?. EXPERTS SYSTEMS WITH APPLICATIONS. VOLUME 13, NUMERO 1. PAGES 1-14. ANNEE 1997.

For more information please contact:

Mounib Mekhilef, Ecole Centrale Paris, Grande voie des Vignes, 92295 Chatenay Malabry Cedex, France
Tel: 1 41 13 15 68, Fax: 1 41 13 12 72, email: Mounib.Mekhilef@lgi.ecp.fr, URL: <http://www.lgi.ecp.fr>