



HAL
open science

Intégration des informations et connaissances en Usine Numérique

Marwa Bouzid

► **To cite this version:**

Marwa Bouzid. Intégration des informations et connaissances en Usine Numérique. Autre. Université Paris Saclay (COMUE); École nationale d'ingénieurs de Sfax (Tunisie), 2017. Français. NNT : 2017SACLC010 . tel-01524544

HAL Id: tel-01524544

<https://theses.hal.science/tel-01524544>

Submitted on 18 May 2017

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.

THESE DE DOCTORAT
DE
L'ECOLE NATIONALE DES INGENIEURS DE SFAX
ET DE
L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY
PREPAREE A CENTRALESUPELEC

ECOLE DOCTORALE N° 573 INTERFACE

Interfaces : approches interdisciplinaires / fondements, applications et innovation

Spécialité Sciences et technologies industrielles

Par

Mme Marwa BOUZID

Intégration des informations et connaissances en Usine Numérique

Thèse présentée et soutenue à Saint-Ouen, le 3 mars 2017 :

Composition du Jury :

M. ROUCOULES Lionel	Professeur des Universités, Arts et Métiers ParisTech, Aix Provence	Rapporteur
M. AIFAOUI Nizar	Maître de Conférences des Universités, IPEI de Monastir	Rapporteur
M. YANNOU Bernard	Professeur des Universités, CentraleSupélec	Examineur
M. LOUATI Jamel	Professeur des Universités, ENIS	Examineur
M. CHEUTET Vincent	Professeur des Universités, INSA Lyon	Co-directeur de thèse
M. HADDAR Mohamed	Professeur des Universités, ENIS	Co-directeur de thèse

REMERCIEMENTS

Ce mémoire présente les travaux de recherche effectués au cours de ma thèse de doctorat en cotutelle entre l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax (ENIS-Tunisie) au sein du laboratoire de recherche de mécanique, modélisation et productique (LA2MP) et l'institut supérieur de mécanique de Paris (SUPMECA) au sein du Laboratoire Quartz.

Je tiens à remercier mon directeur de thèse Monsieur **Mohamed HADDAR**, Professeur des universités à l'Ecole Nationale d'ingénieurs de Sfax (ENIS-Tunisie) pour m'avoir permis d'effectuer mes travaux de recherche en cotutelle avec le SUPMECA, pour la qualité de son encadrement et pour toute l'aide qu'il m'a offerte, il a su faire en sorte que je donne le meilleur de moi-même.

Je remercie vivement et chaleureusement mon directeur de thèse Monsieur **Vincent CHEUTET**, Professeur des universités à l'INSA Lyon pour l'accueil, la qualité de son encadrement, le soutien et les précieux conseils dont j'ai bénéficié tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur **Mohamed AYADI** pour son conseil scientifique et pour les discussions scientifiques et les échanges qui nous ont permis de mieux appréhender le sujet de thèse.

Je remercie Monsieur **Lionel ROUCOULES**, Professeur des universités aux Arts et Métiers ParisTech campus d'Aix Provence, ainsi que Monsieur **Nizar AIFAOU**, Maître de conférence des universités à l'Institut préparatoire aux études d'ingénieurs de Monastir d'avoir accepté de rapporter mon mémoire et pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à ce travail.

Je remercie Monsieur **Bernard YANNOU**, Professeur des universités à CentraleSupélec qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Je tiens à remercier et exprimer mon profond respect à Monsieur **Jamel LOUATI**, Professeur des universités à l'Ecole Nationale d'ingénieurs de Sfax qui a bien voulu accepter d'évaluer ce travail en tant que membre du Jury.

Mes sincères remerciements s'adressent aux membres de QUARTZ, LA2MP et DISP et tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à achever ce travail.

Enfin, je tiens à remercier profondément ma famille pour l'énorme amour qu'elle me porte. En particulier ma très chère mère qui est pour moi la source de tendresse et sacrifice et qui n'a pas cessé de m'encourager durant mes longues années d'études, et mon cher mari qui a été toujours à mes côtés, sa présence, son encouragement, son aide, son soutien et ses conseils m'ont donné du sens à ce travail.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES FIGURES	8
LISTE DES TABLEAUX	11
LISTE DES SYMBOLES	12
INTRODUCTION	14
CHAPITRE I : USINE NUMERIQUE ET CONNAISSANCES	17
I. COMMENT INTEGRER MIEUX LA FABRICATION/PRODUCTION AU PLUS TOT DANS LE DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PRODUIT	18
1. LA CONCEPTION SEQUENTIELLE	19
2. LA CONCEPTION SIMULTANEE	20
3. LA CONCEPTION COLLABORATIVE	20
4. SYNTHESE	21
II. L'USINE NUMERIQUE	21
1. LA SIMULATION	21
2. DEFINITION DE L'UN	22
3. LES DIFFERENTES SIMULATIONS DES SYSTEMES DE PRODUCTION	24
4. LA GESTION DES INFORMATIONS EN UN	27
5. LE MODELE CONCEPTUEL D'INFO SIM	28
6. SYNTHESE	29
III. LES CONNAISSANCES	29
1. DEFINITION (DONNEE, INFORMATION ET CONNAISSANCE)	29
2. LES CONNAISSANCES EXPLICITES/TACITES ET INDIVIDUELLE/COLLECTIVES	31
3. LA NOTION DE CONTEXTE	31
4. LA NOTION DE MULTI POINTS DE VUE DES ACTEURS	33
5. LA NOTION DE MULTI-VUE DE PRODUIT	34
6. LA MEMOIRE D'ENTREPRISE	35
6.1 Définition de la mémoire d'entreprise	35
6.2 Typologies de mémoire d'entreprise	35
7. SYNTHESE	36
IV. LA RELATION ENTRE SIMULATION ET CONNAISSANCE	36
V. CONCLUSION	37
CHAPITRE II : GESTION DES CONNAISSANCES EN UN	39

I. LA GESTION DES CONNAISSANCES	39
1. DEFINITION	39
1.1 La création des connaissances	40
1.2 La capitalisation des connaissances	41
1.3 Le partage des connaissances	42
2. QUELQUES MODELES DEDIES A LA GESTION DES CONNAISSANCES POUR LA CONCEPTION DES PRODUITS	44
3. SYNTHESE	48
II. LES SYSTEMES DE GESTION DES CONNAISSANCES	48
1. DEFINITION DE SKM	48
2. LES DIFFERENTS SKMS	49
2.1 Les SKMs qui supportent la codification	50
2.2 Les SKMs qui supportent la personnalisation	50
2.3 Les SKMs qui supportent l'approche mixte	51
3. SYNTHESE	52
III. PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE	54
1. BESOINS ET HYPOTHESES	54
2. OBJECTIF ET CADRE APPLICATIF	56
3. LA METHODOLOGIE	57
IV. CONCLUSION	60

CHAPITRE III : PROPOSITION D'UN MODELE CONCEPTUEL DE GESTION DES CONNAISSANCES

I. LE MODELE CONCEPTUEL DE SKM	63
1. LE DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATEUR	63
2. L'ARCHITECTURE DU SYSTEME DE GESTION DES CONNAISSANCES KSiM	63
3. LES FONCTIONS DE KSiM	69
3.1 La création de nouvelle connaissance	69
3.2 Le partage des connaissances en KSiM	71
3.3 L'utilisation des connaissances pour le développement des projets d'UN	73
4. SYNTHESE	76
II. EXPERIMENTATION DU MODELE CONCEPTUEL	76
1. LA PHASE DE CONCEPTION CONCEPTUELLE	78
2. LA PHASE DE CONCEPTION PHYSICO-MORPHOLOGIQUE	78
3. LA PHASE DE CONCEPTION DETAILLEE	79
4. SYNTHESE	82
III. CONCLUSION	83

CHAPITRE IV : IMPLEMENTATION DU MODELE CONCEPTUEL

I. LE MODELE LOGIQUE DE DONNEES (MLD)	85
1. LES CONNAISSANCES GENERALES	85

2.	LES CONNAISSANCES DE PROJET	86
II.	MODELE PHYSIQUE DE DONNEES (MPD)	88
1.	LE LIEN ENTRE INFO SIM ET KSIM	88
2.	LA CREATION DES CONNAISSANCES GENERALES	89
3.	LA CREATION DES CONNAISSANCES DE PROJET	90
4.	L'INSERTION DE POINT DE VUE DE TOUS LES ACTEURS DE PDP	91
5.	LA REPRESENTATION DES CONNAISSANCES EN KSIM	92
6.	LA COMMUNICATION DANS KSIM	93
7.	ANALYSE ET DISCUSSION	94
III.	EXPERIMENTATION	95
1.	PRESENTATION DU CAS	96
2.	DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION	97
3.	RESULTATS ET DISCUSSION	99
IV.	CONCLUSION	100
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE		101
1.	APPORTS DE LA THESE	101
2.	PERSPECTIVES	102
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		105

TABLE DES FIGURES

Figure 1. 1 : Les coûts engagés au cours du cycle de vie d'un produit (Swift & Booker, 2003)	18
Figure 1.2 : Représentation schématique du processus de la conception séquentielle (Bernard, 2004)	19
Figure 1. 3 : Description d'un processus de conception et de fabrication d'un produit (Zeid, 1991).....	21
Figure 1. 4 : Cycle de vie de simulation (Balci, 1990)	23
Figure 1. 5 : Exemple de processus de conception d'un réservoir par les outils d'UN (Ayadi, 2013).....	24
Figure 1. 6 : Les différents niveaux de l'UN (Boime, 2005)	25
Figure 1. 7 : Positions des principaux types de simulation (Cheutet, Lamouri, Paviot, & Derroisne, 2010).....	27
Figure 1. 8 : Le modèle conceptuel d'Info Sim (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015).....	28
Figure 1. 9 : Différentiation entre donnée, information et connaissance (Grundstein, 2004)	30
Figure 1. 10 : Multi-domaine et multi-vues produit (Gomes & Sagot, 2002)	34
Figure 2. 1 : Cycle de vie de la connaissance (Ruggles, 1998).....	40
Figure 2. 2 : Mécanismes de transformations entre connaissances tacites et explicites (Nonaka & Takeuchi, 1997)	40
Figure 2. 3: Mécanisme de transformations entre connaissances individuelles et collectives (Baumard, 1999).....	41
Figure 2. 4 : Les cinq facettes de la problématique de capitalisation des connaissances dans l'entreprise (Grundstein, 2004).....	42
Figure 2. 5 : Diagramme de classes du modèles FBS-PPRE (Labrousse, 2004)	45
Figure 2. 6 : Le diagramme de classe du modèle PPO (Noël & Roucoules, 2008)	46
Figure 2. 7 : Le diagramme de classe du modèle de contexte (Dhuieb, Belkadi, Laroche, & Bernard, 2015).....	47
Figure 2. 8 : Classification des SKM (Cobos, Esquivel, & Alamán, 2002)	49
Figure 2. 9: Cycle d'abstraction pour la conception des systèmes d'information (Nanci, Espinasse, & Cohen, 1996)	59
Figure 3. 1: Le diagramme de cas d'utilisation.....	63
Figure 3. 2: Micro modèle conceptuel	64
Figure 3. 3: Le modèle conceptuel de KSim (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015).....	65
Figure 3. 4: Le modèle conceptuel de point de vue	67
Figure 3. 5: Le lien entre les informations et les connaissances de projet	68

Figure 3. 6: Le diagramme d'activité pour la création des connaissances de projet (Bouزيد, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017).....	71
Figure 3. 7 : Le diagramme d'activité pour la création des connaissances générales.....	71
Figure 3. 8 : Le diagramme d'activité pour le partage des connaissances	72
Figure 3. 9: Le diagramme d'activité pour l'utilisation des connaissances.....	73
Figure 3. 10: La représentation des points de vue par (a) acteur (b) objet	74
Figure 3. 11: La représentation des connaissances par acteur	75
Figure 3. 12 : Le réservoir à toit flottant	77
Figure 3. 13: Le diagramme A0 : Le cycle de vie de produit (Stef, Draghici, & Draghici, 2013)	77
Figure 3. 14: Le diagramme A2 : Les phases de conception	78
Figure 3. 15: Exemple d'informations et connaissances utilisées et élaborées au cours de la conception du réservoir à toit flottant.....	80
Figure 3. 16: Le diagramme d'objet du réservoir.....	81
Figure 4. 1 : Exemples des classes des connaissances générales avec leurs attributs du modèle logique.....	86
Figure 4. 2 : L'exemple de classe de matériaux avant et après	86
Figure 4. 3 : (a) La classe de pièce avec les attributs ajoutés : validation et l'observation, (b) la classe d'observation (point de vue) et ses attributs.....	87
Figure 4. 4 : Le lien entre connaissances générales (les standards) et les connaissances de projet (calcul_Etude).....	88
Figure 4. 5 : Le choix entre (a) Info Sim ou KSim, (b) les connaissances Générales ou de projet	88
Figure 4. 6 : Liste des projets dans Info Sim et KSim.....	89
Figure 4. 7 : Fenêtre principale de gestion des connaissances générales	90
Figure 4. 8 : La création des nouvelles connaissances générales (Bouزيد, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017)	90
Figure 4. 9 : Liste des connaissances générales (listes des normes standards).....	90
Figure 4. 10 : Liste des informations de pièces dans Info Sim	91
Figure 4. 11 : Liste des connaissances de pièces dans KSim	91
Figure 4. 12 : La fiche de pièce dans Info Sim et KSim (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2016).....	92
Figure 4. 13 : La fiche de nouvelle observation (point de vue).....	92
Figure 4. 14 : La liste des points de vue sur la pièce S13 (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2016).....	92
Figure 4. 15 : La représentation des connaissances dans KSim	93
Figure 4. 16 : La discussion dans KSim	94

Figure 4. 17 : Deux différents scénarios pour la ligne d'assemblage final.....	96
Figure 4. 18 : Le scénario de la ligne d'assemblage de tronçon d'avion.....	97
Figure 4. 19 : Les connaissances de projet : produit et processus (Bouzid, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017)	98
Figure 4. 20 : Les connaissances de projet : ressources.....	98
Figure 4. 21 : Les connaissances de projet : les résultats de simulation	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. 1: la relation entre le processus de simulation et la gestion des connaissances (Hlupic, Verbraeck, & de Vreede, 2002).....	37
Tableau 2. 1 : Définition d'un SKM d'après (Longueville & Gardoni, 2003)	58
Tableau 3. 1 : la définition de notre SKM d'après (Longueville, Dudézert, Malabry, & Colombes, 2003).....	76
Tableau 3. 3: les connaissances générales (General Kn) (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015).....	82
Tableau 3. 4: les connaissances de projet (Project Kn) (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015).....	83

LISTE DES SYMBOLES

AGL	Atelier de Génie Logiciel
AHP	Analytical Hierarchy Process
ANP	Analytical network process
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CBR	Case-Based Reasoning
CPS	Cyber-physical System
DFA	Design For Assembly
DFC	Design For Cost
DFE	Design For Environnement
DFM	Design For Manufacturing
DFQ	Design For Quality
DFX	Design for X
ERP	Entreprise Resource Planning
GC	Gestion des Connaissances
IET	Industrial Engineering Technologies
JITIR	just-in-time information retrieval
KADS	Knowledge Acquisition and Design System
KM	Knowledge Management
KOD	Knowledge Oriented Design
MASK	Methodology for Analyzing and Structuring Knowledge
MCC	Modèle conceptuel de la communication
MCD	Modèle Conceptuel de Données
MCT	Modèle Conceptuel des Traitements
MEREX	Mise En Règle de l'Expérience
MKSM	Methodology for Knowledge System Management
MLD	Modèle Logique de Données
MOCN	Machine-outil à commande numérique

MOT	Modèle Organisationnel des Traitements
MPD	Modèle Physique des Données
OMG	Object Management Group
PDM	Product Data Management
PDP	Product Development Process
PKM	Personal knowledge management
PPR	Product, Processus et Ressources
PSN	Procedural Semantic Networks
REX	Retour d'Expérience
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SECI	Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internationalisation
SGBD	Système de gestion de bases de données relationnelles
SI	Systèmes d'Information
SKM	System of Knowledge Management
SLM	Simulation Lifecycle Management
UML	Unified Modeling Language
UN	Usine Numérique

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le Processus de Développement de nouveaux Produits (PDP) est devenu un processus de plus en plus complexe et itératif, dû à la diversification et la personnalisation des produits (mass-customisation) et leur complexification (servicisation, mécatronisation, etc.). De plus, la conception des systèmes de production associés, du fait des nouvelles technologies (fabrication additive, CPS et IoT en production, etc.) et des nouvelles organisations industrielles (Value Net¹), devient une tâche très complexe, sachant que cette phase est liée aux prises de décisions de la stratégie de production qui ont un impact à long terme et qui impliquent un engagement important de ressources financières. Ainsi, les entreprises doivent surmonter ces défis pour concevoir, développer et produire des produits plus rapides et moins chers avec une meilleure qualité.

Dans ce contexte, l'Usine Numérique (UN) est une solution basée sur l'emploi de méthodes et outils numériques pour examiner, qualifier et comparer les systèmes de production complexes et ainsi aider la prise de décisions optimales. De plus, elle permet la conception et la simulation des systèmes de production au plus tôt, en parallèle du processus de conception des produits.

L'utilisation de l'UN pour la production de produits complexes conduit à la naissance de nouvelles méthodes et organisations de travail, qui nécessitent des outils supports en adéquation. Des précédents travaux de recherche ont permis la conception et le développement du système d'information (SI) Info Sim (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) qui est capable de gérer toutes les données et les informations liées aux produits, processus, ressources et simulations dans un tel contexte. Mais malgré ça les experts de simulation rencontrent toujours des difficultés lors de prises de décision, dues au manque de connaissances.

En effet, la connaissance est devenue le patrimoine le plus important pour les entreprises. Selon (Drucker & Fontaine, 1993) « La connaissance constitue une ressource critique et un facteur de compétitivité déterminant pour un pays, une industrie, une entreprise ». Pour cela, le processus de capitalisation et gestion de ce patrimoine est devenu de plus en plus crucial. « Créer, capitaliser et partager son capital de connaissance est une préoccupation de toute organisation performante » (Ermine J. L., 2000).

¹ L'évaluation de la valeur est le résultat d'une combinaison de plusieurs indicateurs de performance tels que le coût, la qualité et le temps (Chen & Huang, 2006). Le concept de valeur englobe la notion de multi-points de vue et la propriété multicritère pour satisfaire tous les acteurs internes et externes (Elhamdi, Yannou, & Marx, 2003).

De plus, les experts de simulation ont besoin de ne voir que les bonnes informations et connaissances liées au projet (problème de surcharge cognitive), les connaissances générales (par exemple les ressources disponibles dans l'entreprise, les règles de vérification...) en prenant en compte tous les points de vue de tous les acteurs impliqués dans un projet d'UN. De plus, les experts ont besoin de communiquer, socialiser et discuter avec tous les autres acteurs du PDP sur les résultats obtenus, les problèmes rencontrés, etc. En outre, les experts de simulation ont besoin d'une forte connaissance sur l'entreprise, sur les processus techniques et sur le développement de projet, d'où la nécessité de capturer, modéliser et réutiliser ces connaissances dans les futurs projets.

Vu la pression énorme sur ces acteurs (un délai d'exécution plus rapide, une plus faible marge d'erreur et l'efficacité sur la gestion des ressources pour le produit et la production), un besoin est né d'une plateforme commune de collaboration, d'échange, de transfert et de communication des connaissances au sein de toutes les équipes multidisciplinaires participant à un projet UN.

Nous nous intéressons donc dans ce travail de thèse à la gestion des connaissances dans le contexte de l'UN. Nous proposons un environnement de travail de type SKM (système de Knowledge Management) qui étend le système d'information Info Sim pour être capable de gérer (tant en terme de capitalisation que d'utilisation) toutes les connaissances liées au produit, processus de production, ressources et simulations. Cet outil est capable d'intégrer les différents points de vue des acteurs impliqués ainsi que la communication et la socialisation entre tous ces acteurs.

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres. Dans le premier chapitre, nous dressons un état de l'art sur les méthodologies de conception et l'UN pour connaître la meilleure méthode adoptée à l'UN. Puis nous étudions les types des connaissances existantes et utiles pour les projets de l'UN. Enfin, nous présentons la relation entre la simulation et la gestion des connaissances.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons les modèles, les systèmes et les approches de gestion des connaissances existants afin de choisir l'approche de développement de système de gestion des connaissances la plus adaptée pour les projets d'UN. Puis nous identifions les problématiques et le cadre des travaux de thèse. Nous introduisons nos besoins et hypothèses de la thèse. Enfin, nous nous intéressons aux méthodologies de conception de système de gestion des connaissances à forte composante de système d'information. Notre SKM étant lié au SI Info Sim, nous avons donc choisi UML comme formalisme pour la conception de notre outil et Windev de PCSoft comme AGL (Atelier de Génie Logiciel) pour le développement associé.

Introduction

Dans le troisième chapitre, nous présentons le modèle conceptuel que nous avons proposé pour la gestion des connaissances dans le contexte d'UN. Notre modèle est capable de gérer toutes les connaissances générales et de projet. Il est lié au modèle conceptuel d'Info Sim proposé par (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015), dédié à la gestion des informations des projets d'UN. Ce modèle a été expérimenté à travers un cas d'étude concernant la conception et la fabrication d'un réservoir à toit flottant.

Dans le chapitre 4 nous présentons KSim notre système développé et dédié à la gestion des connaissances pour faciliter le développement des projets d'UN. Notre SKM a été testé et validé dans le cadre des projets d'UN réalisés par les élèves de SUPMECA en collaboration avec Airbus Group Innovation Works.

Ce manuscrit est conclu par une synthèse de l'apport de nos travaux et la proposition de quelques perspectives de recherche.

CHAPITRE I : USINE NUMERIQUE ET CONNAISSANCES

Pour rester concurrentiel et satisfaire les exigences des clients dans un délai court et avec une meilleure qualité et un meilleur prix, les industries ont changé leur méthodologie de conception de nouveaux produits. Elles sont passées de la conception séquentielle à la conception simultanée et collaborative avec l'utilisation de simulation pour faciliter la prise de décision. En fait pendant le développement d'un produit, plus une erreur est détectée tardivement, plus les modifications à apporter sont complexes et coûteuses. De plus, la modélisation et la simulation sont menées pour comprendre les systèmes complexes, évaluer différentes alternatives de configurations de systèmes et de stratégies d'opération, atteindre le développement et l'expérimentation de nouvelle politique de fabrication, aider les acteurs à prendre les bonnes décisions au bon moment et recueillir des informations et connaissances sans perturber le système actuel. En outre, la simulation offre une plateforme pour la communication entre tous les acteurs de PDP de différents départements et disciplines (Kuehn, 2006).

L'UN est un ensemble d'outils et méthodologies permettant la conception, la simulation et l'optimisation des systèmes de production. L'UN exige l'intégration de toutes les informations liées au produit, la collaboration visuelle autour du produit pour améliorer la communication entre les membres d'équipes et la collaboration multi-site pour la participation à la conception, l'ingénierie automatisée et le processus de fabrication (Kuehn, 2006).

Le but principal de l'UN est de gérer la complexité des produits ou des systèmes de production et de réduire le temps et le coût de développement. Pour cela, il faut intégrer toutes les informations et connaissances provenant de différents outils et techniques de travail de diverses disciplines et à différents niveaux de détail. En ce sens, il est nécessaire d'étudier en premier les méthodologies de conception et l'UN puis les types de connaissance et enfin les méthodes de gestion des connaissances actuellement développées, dans le but de répondre à trois questions principales :

- Quelles sont les caractéristiques de la méthode de conception adoptée dans un projet UN?
- Quels types de connaissance doivent être gérés dans un projet UN?
- Quelles sont les caractéristiques d'une méthode et d'un outil de gestion des connaissances adaptés à l'UN?

I. Comment intégrer mieux la fabrication/production au plus tôt dans le développement d'un nouveau produit

Ce chapitre est construit de la manière suivante : la section 1 analyse des méthodes de conception. La section 2 étudie l'UN et la simulation dans ce contexte. La section 3 définit et analyse les types des connaissances à gérer spécifiquement en UN.

I. Comment intégrer mieux la fabrication/production au plus tôt dans le développement d'un nouveau produit

(Swift & Booker, 2003) affirme que, lors d'un projet d'industrialisation, 60 à 85% des coûts d'un produit sont fixés dès l'étape de conception alors que les coûts réellement engagés à ce stade n'en représentent que 5 à 7%. Par conséquent, pour optimiser le cycle de vie d'un produit, les industries ont besoin de prendre les meilleures décisions le plus tôt possible, car plus les problèmes sont pris en compte tôt dans le cycle de vie d'un produit, plus il est facile de les éviter. Cependant, pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de réduire « l'écart de connaissance » entre la conception et la production comme il est illustré dans la figure 1.1.

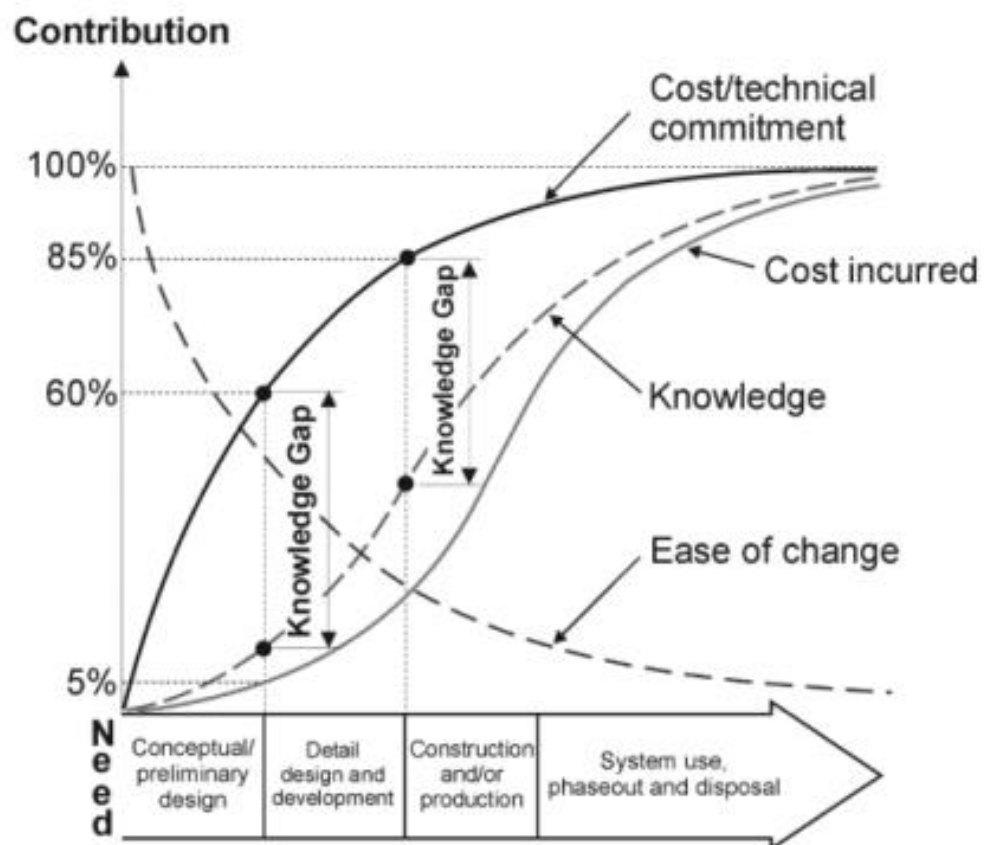


Figure 1. 1 : Les coûts engagés au cours du cycle de vie d'un produit (Swift & Booker, 2003)

La conception de produit est une activité fortement humaine axée sur les connaissances (Tomiya, Gu, Jin, Lutters, Kind, & Kimura, 2009). Pour ces auteurs le processus de conception doit comprendre toutes les connaissances et les informations de

conception pour être traité par le concepteur. Pour cela, les industries ont besoin de théories et de méthodologies pour gérer toutes ces informations et connaissances de conception c.à.d. des approches et méthodes pour capturer, représenter, modéliser et codifier toutes ces informations et connaissances de conception de produit, de processus, des ressources.

Les auteurs de (Tichkiewitch, Tollenaere, & Ray, 2007) affirment que l'un des problèmes fondamentaux durant le processus de conception et de fabrication est la gestion des connaissances. Pour analyser ce problème de gestion des connaissances dans le processus de conception, nous allons tout d'abord étudier les méthodologies de conception.

1. La conception séquentielle

La conception séquentielle est la méthode traditionnelle de développement de produits depuis la révolution industrielle (Bernard, 2004) . C'est une approche où chaque phase peut fonctionner de manière totalement indépendante entre les départements, et les flux d'informations n'existent qu'entre deux départements consécutifs (figure 1.2). Ce type d'approche est la plus simple, mais engendre généralement un manque important de communication entre les acteurs de l'entreprise. Le but de cette méthode est l'organisation propre de la conception et l'identification claire des compétences des acteurs.

L'utilisation de cette méthode entraîne un allongement dans les délais de développement de produit du aux allers-retours entre les départements et un coût très élevé de produit dû à la détection des erreurs tardivement par rapport à la méthode de la conception simultanée.

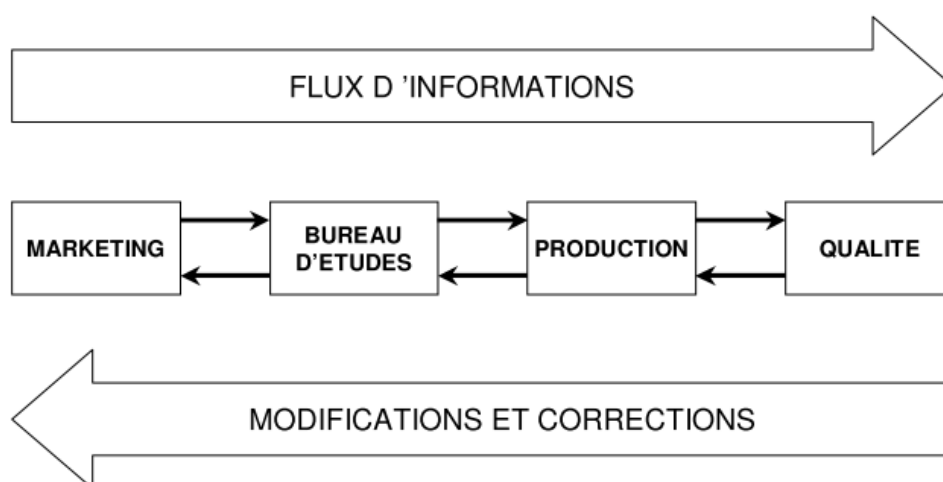


Figure 1.2 : Représentation schématique du processus de la conception séquentielle (Bernard, 2004)

I. Comment intégrer mieux la fabrication/production au plus tôt dans le développement d'un nouveau produit

2. La conception simultanée

La conception Simultanée, appelée aussi conception Concourante ou conception Intégrée, est une approche systématique pour la définition d'un produit consistant à prendre en compte, dès la phase initiale de conception, tous les éléments du cycle de vie du produit, de l'analyse des besoins à la fabrication et au soutien en utilisation, simultanément par tous les secteurs de l'entreprise (Bernard, 2004).

Les objectifs de la conception Simultanée concernent la réduction des délais de développement ainsi que des coûts tout au long du cycle de vie, l'augmentation de la qualité des produits et les services délivrés et enfin une meilleure prise en compte des attentes des clients (boucles plus courtes et moins nombreuses). Par exemple, la conception pour l'X (Design For X notée DFX) est la mise en œuvre pratique du concept d'ingénierie intégrée permettant de mieux considérer en amont du processus de conception les métiers situés en aval (Dowlatshahi, 1999) où le "X" représente l'une des phases du cycle de vie du produit. Nous trouvons alors celle qui se concentre initialement sur les phases de fabrication (DFM) (O'Driscoll, 2002) ou d'assemblage (DFA) (Boothroyd & Dewhurst, 1984) comme nous trouvons le Design For Environnement (DFE), Design For Quality (DFQ), Design For Cost (DFC) etc. (Eastman, 2012), (Herrmann, et al., 2004).

Mais cette méthode de conception reste toujours non robuste aux changements rapides de technologies de production.

Pour atteindre les objectifs de la conception simultanée, les concepteurs, les ingénieurs de fabrication et les autres personnes qui ont un rôle dans la détermination des coûts du produit final au cours des premières étapes de la conception doivent travailler en collaboration et communiquer entre eux (Tomiya, Gu, Jin, Lutters, Kind, & Kimura, 2009).

3. La conception collaborative

Au cours des dernières décennies, les industries sont passées d'une organisation très séquentielle des processus d'ingénierie, à une organisation simultanée intégrant toutes les étapes du cycle de vie du produit très tôt dans le processus de conception. (Zeid, 1991) présente le cycle de vie de produit dans la figure 1.3. Cette figure représente toutes les étapes au sein de processus de conception et de fabrication. Nous pouvons dire à partir de cette figure que la conception est multi-métier et donc multi-acteur, d'où l'importance de collaboration entre ces différents acteurs. Selon (Zaibet, 2006), "la collaboration s'entend par une situation de travail collectif dans laquelle tâche et but sont en communs. Tous les acteurs travaillent sur les mêmes points".

La collaboration soutient les personnes et les processus impliqués dans chaque phase de produit et de production (Westkämper, Constantinescu, & Hummel, 2006).

4. Synthèse

La conception est un ensemble de tâches assez complexe. Elle se décompose en des concepts différents : la conception de produit, la conception de processus de production et la conception du système de production. Pour réduire le temps et le coût de production, les industries ont besoin d'outils adaptés permettant de tester plus tôt, plus rapidement et plus efficacement des alternatives, avec bien plus d'incertitudes sur les données d'entrée. Et par suite, elles ont besoin de la simulation pour pouvoir parcourir l'espace de solutions et proposer de nouveaux et meilleurs résultats.

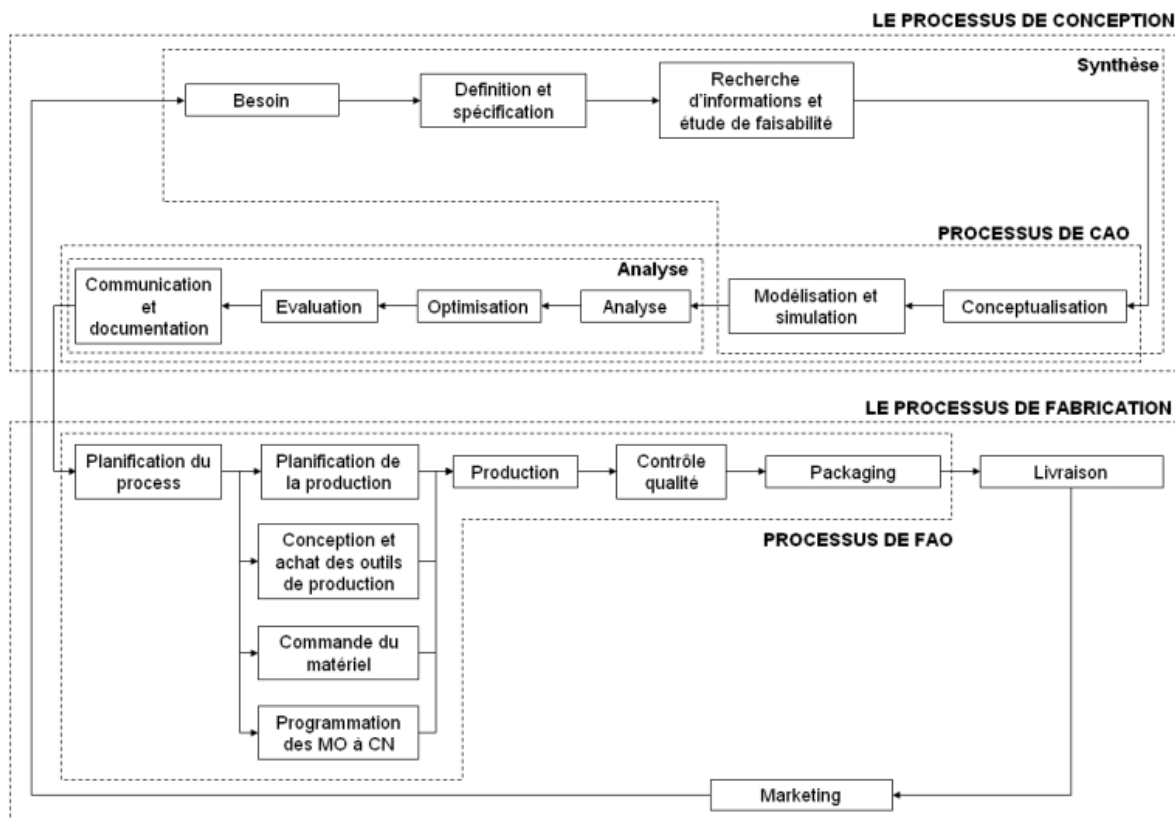


Figure 1. 3 : Description d'un processus de conception et de fabrication d'un produit (Zeid, 1991)

II. L'usine numérique

1. La simulation

La simulation représente une étape importante dans l'étude d'un système de production. Elle est l'un des plus puissants outils d'analyse des systèmes complexes. La simulation est une technique de modélisation qui consiste à reproduire le comportement dynamique d'un système sur ordinateur afin de mieux le connaître, de mieux maîtriser son

II. L'usine numérique

évolution dans le temps dans un environnement donné et d'évaluer ses performances (Bel, 2013).

Les technologies de modélisation et de simulation sont utilisées pour réduire les coûts, améliorer la productivité et la qualité et pour raccourcir le délai de commercialisation des produits manufacturés (Axiak, Refalo, & Francalanza, 2016).

La simulation est principalement utilisée pour étudier les flux physiques (pièces, matières, outils, etc.) et informationnels (Ordres de Fabrications, etc.) dans l'atelier et les disponibilités des ressources (opérateurs, machines, convoyeurs, etc.). On l'utilise en général pour évaluer et comparer des scénarios possibles. Les modèles de simulation sont capables de décrire le système avec le degré de détail et de précision nécessaire qui convient à la résolution du problème posé. L'utilisation de la simulation comme outil d'aide à la décision permet de tester plusieurs scénarios afin d'aider l'entreprise à choisir la meilleure configuration qui lui permettra d'atteindre ses objectifs et de répondre, ainsi, aux besoins de ses clients.

Le cycle de vie de simulation contient dix phases distinctes (figure 1.4) : la formulation du problème, l'investigation des techniques de solution, l'investigation des systèmes, la formulation des modèles, la représentation des modèles, la programmation, la conception, l'expérimentation, la redéfinition, la présentation des résultats de la simulation (Balci, 1990). Selon l'auteur la réussite d'une étude de simulation exige une forte connaissance et expérience.

Différents points doivent être abordés dans la phase de modélisation qui est la phase la plus importante dans le processus de simulation: l'objectif de la modélisation, les éléments et les limites du système, les interactions entre ces éléments, la dynamique du système, l'abstraction qui est le choix des éléments du système pertinents pour l'étude et finalement la formalisation et la conceptualisation.

2. Définition de l'UN

L'UN est un ensemble d'outils et logiciels numériques permettant la conception la simulation et l'optimisation des processus de production. (Bracht & Masurat, 2005) la définit comme l'ensemble des outils assistés par ordinateur pour la planification de nouveaux produits et d'usines de production ainsi que pour le fonctionnement des usines à travers une base de données centrale.

L'UN est constituée de l'ensemble des moyens numériques permettant de concevoir le processus de fabrication d'un produit. L'objectif principal est de construire le processus parallèlement à la conception du produit, dans le cadre de l'ingénierie simultanée. La

construction du processus se fait en décrivant de manière exhaustive les opérations permettant d'obtenir, étape par étape, le produit fini.

L'UN peut nous aider à lutter contre le problème de coévolution (l'évolution simultanée des produits, des processus et des systèmes de production) en fournissant des outils et méthodologies qui supportent la conception de système de fabrication, le processus de conception, le contrôle de production et la visualisation (Tolio, Sacco, Terkaj, & Urgo, 2013).

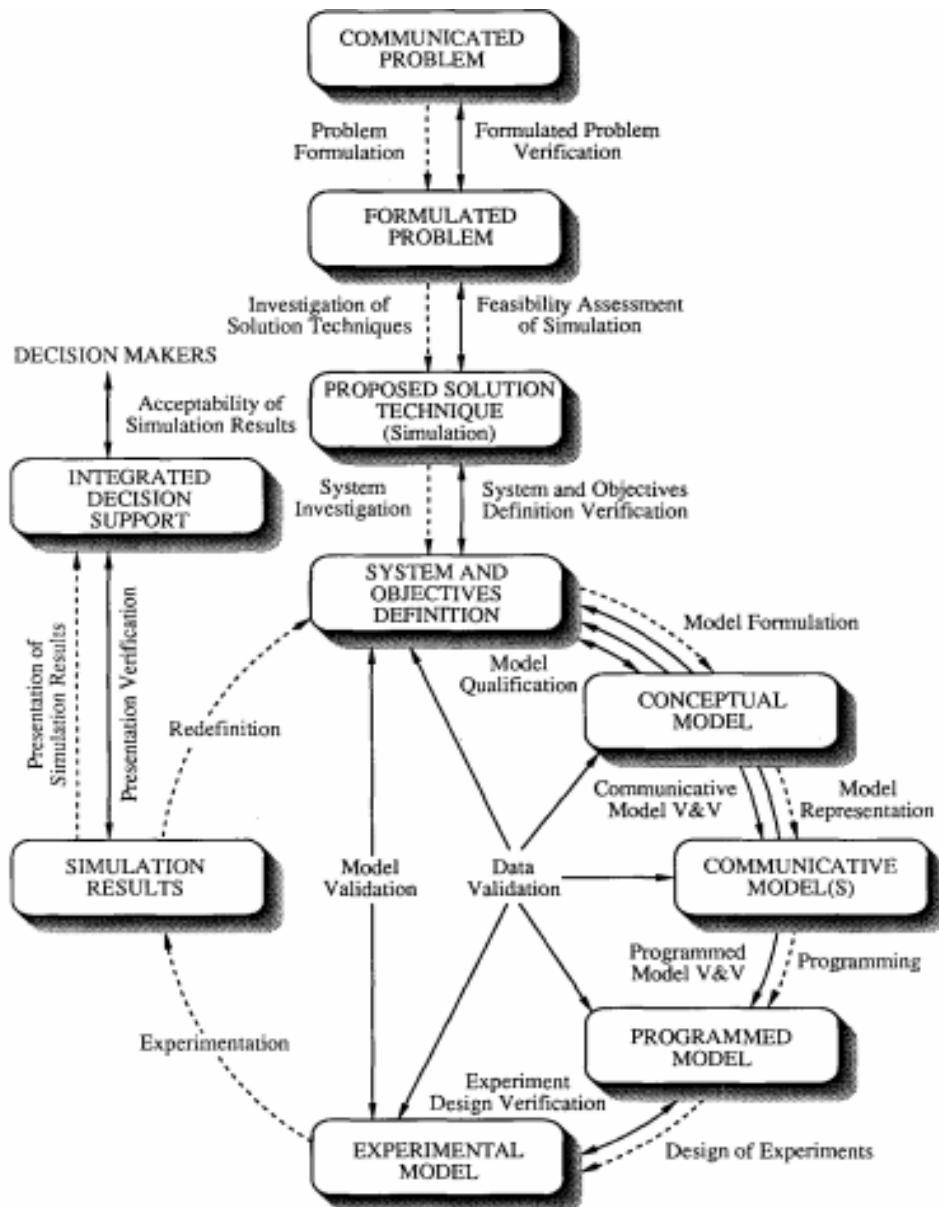


Figure 1. 4 : Cycle de vie de simulation (Balci, 1990)

L'UN offre aussi la possibilité de définir et de simuler avec exactitude la manière dont un produit sera fabriqué dans le cadre d'un environnement collaboratif mondial.

II. L'usine numérique

Elle permet également de valider les orientations définies pour fabriquer un produit, notamment grâce aux outils 3D de simulation du processus, eux-mêmes couplés à la maquette numérique du produit.

Les outils associés sont généralement basés sur une philosophie PPR (Produit, Processus et Ressources) (exemple figure 1.5). Le Processus est décrit par une suite d'opérations, généralement réunies dans une gamme de fabrication, dans laquelle sont précisées les Ressources (outillage, robot, machine-outil...) permettant d'obtenir les différentes étapes de finition du Produit.

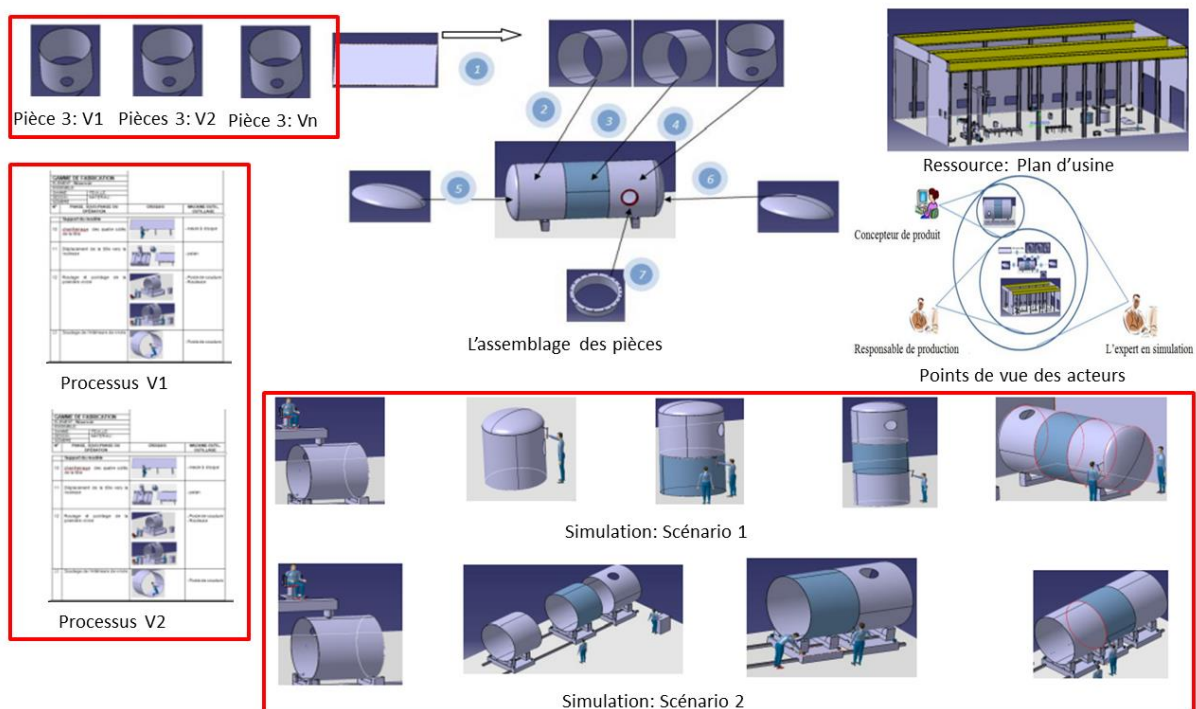


Figure 1. 5 : Exemple de processus de conception d'un réservoir par les outils d'UN (Ayadi, 2013)

Dans la littérature, l'UN a été utilisée pour examiner les systèmes de fabrication complexes et pour soutenir la prise de décision optimale. Par exemple, (Caggiano, Caiazzo, & Teti, 2015) ont utilisé l'UN pour automatiser une cellule de fabrication de l'industrie aérospatiale : ils ont développé des cellules robotiques avec un haut niveau d'automatisation, capables de traiter des produits de différentes formes, dimensions et matières.

3. Les différentes simulations des systèmes de production

Le fait de choisir un bon niveau de granularité en simulation permet d'obtenir une simulation simple à mettre en œuvre, utilisable par les différents acteurs de PDP et susceptible d'apporter des bénéfices concrets.

Selon (Negahban & Smith, 2014), la conception de système de fabrication pour la simulation se divise en la conception du système général et la disposition de l'usine, de manipulation de matériaux, de fabrication flexible et de cellule de fabrication.

Avec le point de vue aéronautique de l'entreprise étendue, les projets UN et UN2 ont proposé une décomposition en six niveaux de l'UN (Figure 1.6). Ces niveaux correspondent à des besoins spécifiques en termes de conception et de simulation du système de production ainsi qu'aux acteurs du processus de développement du système de production (Boime, 2005).



Figure 1. 6 : Les différents niveaux de l'UN (Boime, 2005)

Dans ce contexte, (Cheutet, Lamouri, Paviot, & Derroisne, 2010) ont défini deux principales familles d'outils de simulations qui peuvent être utilisés dans l'UN :

- La simulation à base d'évènements : elle est constituée d'éléments qui réagissent à certains évènements : simulation de flux, simulation de système automatique (GRAF CET par exemple), réalité virtuelle, etc.
- La simulation prescriptive : elle décrit le comportement du système de production au cours du temps, i.e. la réalisation d'une action est faite à un instant donné : analyse d'implantation, programmation hors-ligne de MOCN ou de robots, simulation d'ergonomie, etc.

II. L'usine numérique

Les raisons principales d'utiliser la simulation à base d'évènements pour l'analyse du système de gestion de la chaîne d'approvisionnement sont: (i) la possibilité d'inclure la dynamique et (ii) la simplicité de la modélisation. La simulation à base d'évènements discrets est adaptée à ce type d'études où les relations dépendant du temps sont analysées, alors que les simulations prescriptives sont adaptées aux simulations où le temps est une donnée d'entrée.

La simulation à base d'évènements a été appliquée avec succès pour l'analyse virtuelle des systèmes de fabrication, en réduisant considérablement le temps et les coûts connexes sans avoir besoin de l'expérimentation physique (Caggiano, Bruno, & Teti, 2015) (Marzano, 2012) (Westkämper, 2007). (Caggiano, Caiazzo, & Teti, 2015) a utilisé la simulation à base d'évènements pour analyser les performances de la cellule de fabrication (time, production, l'utilisation des ressources et pour évaluer les scénarios (améliorer la flexibilité et l'efficacité de cellule).

La technologie de simulation d'évènements discrets permet de :

- Réduire les coûts d'investissement pour les lignes de production tout en répondant aux exigences de production nécessaires,
- Détecter et éliminer les problèmes qui nécessiteraient des coûts et consommations de temps pour mettre en œuvre des mesures de correction lors de la montée en cadence,
- Améliorer la performance des systèmes de production existants par des mesures qui ont été vérifiées avant leur mise en œuvre.

La simulation à base d'évènements est l'une des techniques les plus couramment utilisées pour l'analyse et la compréhension de la dynamique des systèmes de fabrication. Elle est un outil très souple qui nous permet d'évaluer les différentes alternatives de configurations de systèmes et de stratégies d'opération pour supporter la prise de décision dans le contexte de fabrication (Negahban & Smith, 2014).

Nous pouvons trouver dans la littérature de nombreuses références et exemples de simulation selon les deux groupes définis précédemment, qui peuvent être essentiellement positionnés dans la figure 1.7.

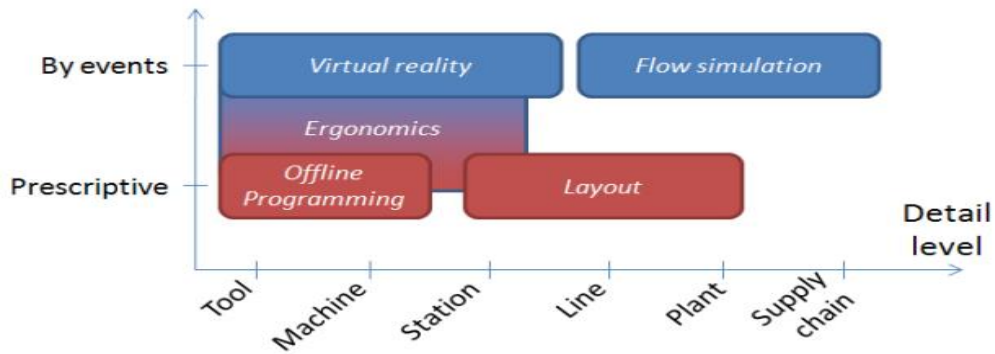


Figure 1. 7 : Positions des principaux types de simulation (Cheutet, Lamouri, Paviot, & Derroisne, 2010)

4. La gestion des informations en UN

L'UN est une source d'information pour l'entreprise avec ces ressources et processus pendant la phase de fabrication/assemblage de produit (Chen D. , 2009). La fabrication du produit de forme complexe conduit à la naissance des nouvelles méthodes de fabrication ainsi de nouveaux résultats de simulation, d'où la nécessité d'un SI capable de gérer toutes ces informations (Caggiano, Caiazzo, & Teti, 2015).

Dans la littérature nous trouvons des SI dédiés au processus de conception de produit comme le Product Data Management (PDM) qui a comme rôle de gérer les données de conception et de fabrication de produit (Liu & Xu, 2001). Il existe aussi des SI dédiés au processus de production et surtout l'Entreprise Resource Planning (ERP) qui permet l'intégration des informations traditionnelles de l'entreprise comme les informations de vente, des ressources humaines, de production (Al-Mashari, 2002)... le troisième catégorie des SI existants sont dédiés à la gestion des simulations et surtout le Simulation Lifecycle Management (SLM) qui permet de gérer toutes les informations liées aux simulations (Sibois, Määttä, Siuko, & Mattila, 2013).

Ces systèmes se concentrent sur des domaines spécifiques de l'entreprise, et les données de ces SI se retrouvent dispersées avec des risques potentiellement élevés de redondance et/ou de désynchronisation. Face à cette problématique, (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) propose un SI (intitulé Info Sim) capable de gérer toutes les informations de projet d'UN (les informations de produit, de processus, de ressource et de simulation). Ce SI supporte tous les types de format d'informations techniques avec une gestion des versions. Il permet aussi la liaison entre le produit et ses composants et son processus de production et la liaison entre le processus et les ressources et les résultats de simulation. À travers Info Sim, tous les acteurs de différentes disciplines ont une meilleure visibilité de l'évolution du projet de développement du produit et un accès aux différentes informations.

5. Le modèle conceptuel d'Info Sim

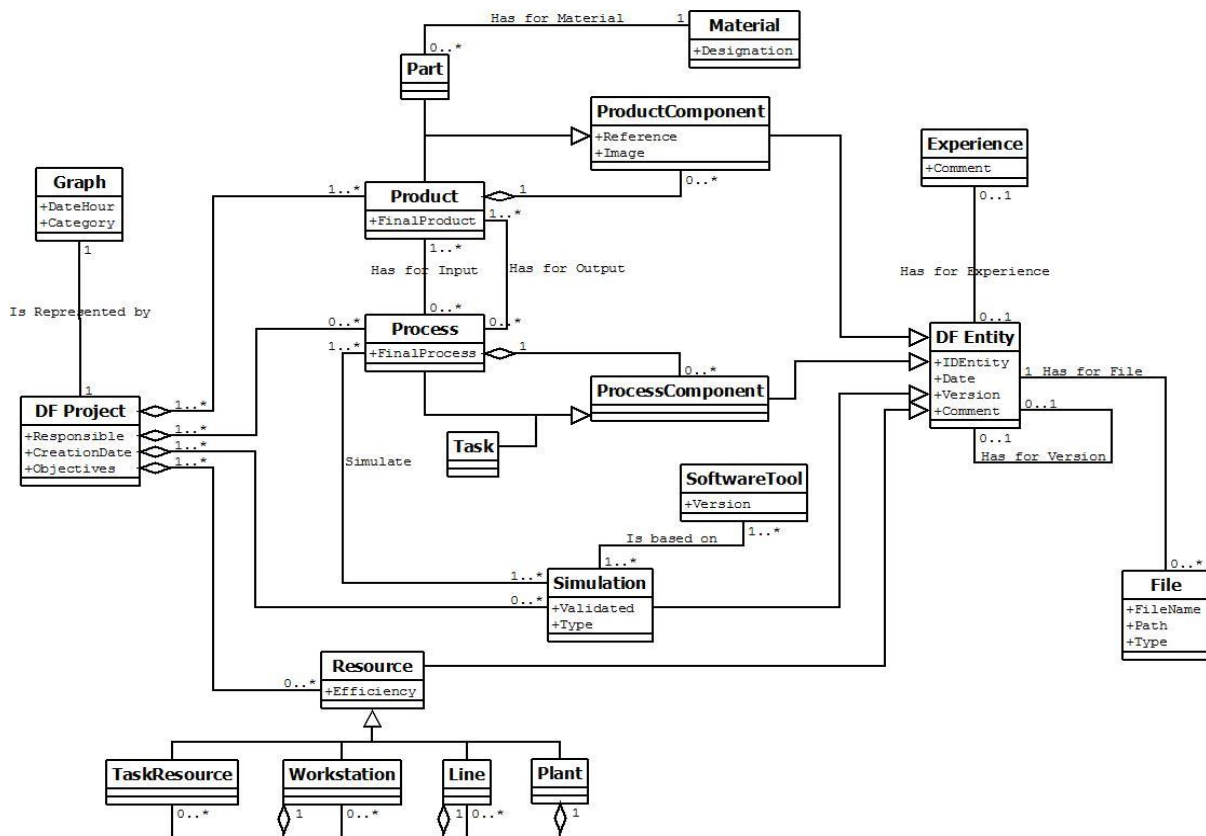


Figure 1. 8 : Le modèle conceptuel d'Info Sim (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015)

Dans le modèle conceptuel d'Info Sim (figure 1.8), la classe Entité DF couvre les principales classes du modèle qui sont : produit, processus, ressources et simulation. Cette classe peut également être associée à un fichier, une version ou une expérience. La classe Projet DF, qui est associée à un graphe de contrôle, est une agrégation d'un ou de nombreux produit, processus, ressources et simulation (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015).

En se basant sur les travaux de (Cheutet, Lamouri, Paviot, & Derroisne, 2010), (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) a modélisé les ressources par des niveaux de détail : usine, ligne de production, station de travail et opération.

Les produits sont constitués d'une ou plusieurs pièces qui sont associées aux matériaux. De plus, les produits sont les entrées et les sorties des processus.

L'intégration des informations de processus commence par l'intégration des informations de produit et nécessite l'intégration des informations de ressources pour intégrer enfin les informations de simulation.

6. Synthèse

Pour réduire les coûts, améliorer la productivité et la qualité et raccourcir le temps de production et pour faciliter la prise de décision les industries ont recours à la simulation (Axiak, Refalo, & Francalanza, 2016).

Dans ce contexte, (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) propose le SI « Info Sim » capable de gérer toutes les informations des projets d'UN (les informations de produit, processus, ressources et simulation).

Malgré ça les acteurs rencontrent toujours des problèmes lors de prise de décision. En fait, la simulation est une activité à forte expertise basée sur les connaissances des experts et exige une forte compréhension sur le fonctionnement et le comportement des systèmes de production (Constantinescu, Francalanza, & Matarazzo, 2015).

En outre, la modélisation et l'analyse de simulation sont menées pour comprendre les systèmes complexes, pour atteindre le développement et l'expérimentation de nouvelles politiques de fabrication, de ressources, de concepts, ou système avant les implémenter et pour recueillir des informations et connaissances sans perturber le système actuel (Mourtzis, Doukas, & Bernidaki, 2014).

De plus au cours de la phase de prise de décision une condition importante dans le développement des applications de simulation de fabrication est de fournir aux experts les informations et les connaissances qui ont un grand intérêt pour accomplir leurs tâches (Constantinescu, Francalanza, & Matarazzo, 2015).

Et par conséquent pour faciliter le développement des projets d'UN nous avons besoin d'un système de gestion des connaissances capable de gérer toutes les connaissances utiles pour les projets d'UN (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2014).

Dans la partie suivante, nous introduisons tout d'abord la notion de connaissance et ses différentes typologies puis l'importance de notion de contexte et de point de vue dans l'extraction des connaissances et enfin un état de l'art sur la mémoire d'entreprise sera présenté.

III. Les connaissances

1. Définition (donnée, information et connaissance)

(Baizet, 2004) définit les connaissances comme des informations raffinées, synthétisées, systématisées, ou comme des informations associées à un contexte d'utilisation. Avec cette définition, il est clair qu'il y a une différence entre les mots: données, informations et connaissances. (Tsuchiya, 1993) différencie ces termes avec cette définition :

III. Les connaissances

« Although terms “datum”, “information”, and “knowledge” are often used interchangeably, there exists a clear distinction among them. When datum is sense-given through interpretative framework, it becomes information, and when information is sense-read through interpretative framework, it becomes knowledge ».

(Grundstein, 2004) montre dans la figure 1.9 que la connaissance tacite qui réside au sein de notre cerveau résulte du sens que nous donnons - au travers de nos schémas d'interprétation - aux données que nous percevons à partir des informations qui nous sont transmises. En d'autres termes, il considère que les connaissances n'existent que dans la rencontre d'un sujet avec une donnée.

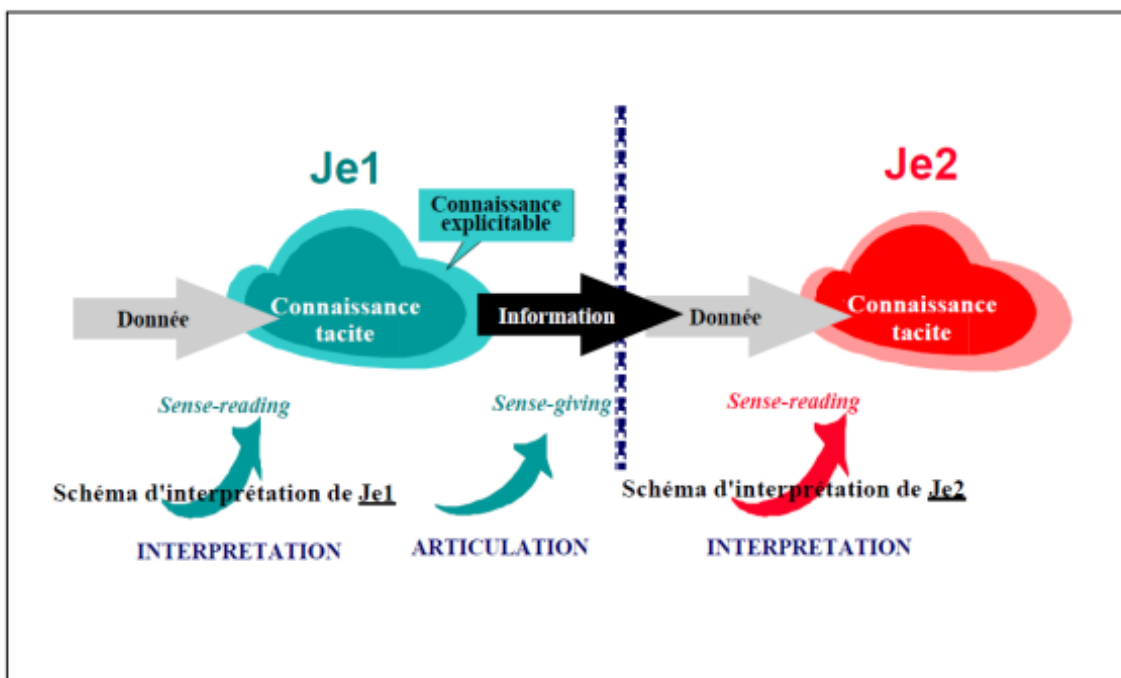


Figure 1. 9 : Différentiation entre donnée, information et connaissance (Grundstein, 2004)

(Alavi & Leidner, 2001) affirme que la connaissance est une information possédée dans l'esprit des individus : elle est une information (qui peut ou ne peut pas être nouvelle, unique, utile, ou exacte) liée à des faits, des procédures, des concepts, des interprétations personnalisées, des idées, des observations et des jugements. Une information est convertie en une connaissance si elle est traitée dans l'esprit des individus et une connaissance devient une information si elle est articulée et présentée sous forme de texte, des graphiques, des mots, ou d'autres formes symboliques. Une implication importante de ce point de vue de la connaissance est que pour arriver à la même compréhension des données ou informations, les individus doivent partager une certaine base de connaissances.

La connaissance peut être définie comme le résultat d'une interaction entre des informations et un système d'interprétation dans un domaine d'application donné. Elle peut

être caractérisée par le triplet « information/utilisateur/domaine » (Labrousse, Perry, & Bernard, 2010).

(Ermine J. L., 2003) affirme que les connaissances sont des informations qui prennent un (ou plusieurs) sens dans un (ou plusieurs) contexte(s) à travers les acteurs.

2. Les connaissances explicites/tacites et individuelle/collectives

La plupart des auteurs divisent les connaissances en deux types: les connaissances explicites et les connaissances tacites (savoir-faire) (Nonaka & Takeuchi, 1997; Grundstein, Rosenthal-Sabroux, & Pachulski, 2003).

Les connaissances explicites font référence aux savoirs transmissibles à travers un langage « formel et systématique » (Lalouette, 2013). Elles peuvent être une donnée technique ou universitaire ou une information qui est décrite dans un langage formel, comme des manuels, des expressions mathématiques, les brevets, etc. (Smith, 2001).

Les connaissances tacites font référence aux savoir-faire qui sont difficiles à formaliser et à communiquer et ne peuvent être transférés que par la volonté des gens à partager leurs expériences. Elles sont généralement acquises sur une longue période d'apprentissage et d'expérience (Grundstein, Rosenthal-Sabroux, & Pachulski, 2003; Lalouette, 2013).

(Baumard, 1999) divise aussi les connaissances en deux autres types : les connaissances individuelles et collectives. Les connaissances individuelles sont détenues par une personne. Elles peuvent être une expertise, une note personnelle ou une intuition. Les connaissances collectives sont tenues par beaucoup de gens, non par l'addition des connaissances individuelles. Elles peuvent être un ouvrage de référence, des règles ou des pratiques sociales.

3. La notion de contexte

Un acteur du PDP doit accéder à des informations fiables dans un temps restreint puisqu'il est contraint, dans l'environnement de travail, par plusieurs éléments (contraintes de temps, suivi des normes, etc.). L'accès à la bonne information, et généralement aux bases de connaissances, nécessite la mise en place de nouvelles solutions aussi bien techniques que managériales pour atteindre cet objectif tout en évitant la surcharge informationnelle et cognitive. Ainsi, la notion de contexte est un facteur important pour la manipulation des connaissances (Dhouieb, 2016).

Pour (Chandrasegaran, et al., 2013), la connaissance dépend du contexte. En fait, on peut trouver plusieurs réponses différentes : pour le même produit, mais venues de différentes équipes de conception, ou venues des équipes de conception analogue, mais

III. Les connaissances

pour des produits différents, ou même venues des équipes de conception similaires, mais dans différentes organisations.

En effet, la notion de contexte est devenue de plus en plus centrale dans les théories de représentation des connaissances. (Benerecetti, Bouquet, & Ghidini, 2001) représente trois formes différentes de contexte dans la représentation des connaissances :

- la partialité est une dimension le long de laquelle une représentation peut varier. Une représentation est partielle quand elle décrit un sous-ensemble d'un état plus complet d'affaires,
- l'approximation est une notion relative. Une représentation est approximative quand elle fait l'abstraction de certains aspects d'un état donné d'affaires,
- la perspective : une représentation est perspectiviste quand elle code un point de vue spatio-temporel, logique ou cognitif sur un état d'affaires.

(Leppänen, 2007) propose un modèle ontologique basé sur le contexte. Ce modèle vise à faire avancer la compréhension de la nature des objets, les objectifs et les significations de ces derniers dans les entreprises. De plus, il permet de fournir des concepts de base pour la conception, la structuration et la représentation des objets dans des contextes et/ou comme contextes. L'ontologie est basée sur l'approche contextuelle selon laquelle un contexte est associé à sept domaines: objectif, acteur, action, objet, outils, emplacement et temps.

(Nadoveza & Kiritsis, 2014) propose un modèle de contexte basé sur les ontologies. Ce modèle permet de capturer les concepts généraux qui représentent le contexte de l'utilisateur (son emplacement dans l'usine, son rôle, etc.) et le contexte métier qui concerne la représentation du contexte d'un processus métier dans l'usine.

(Kofod-Petersen & Cassens, 2006) propose un modèle de contexte basé sur quatre catégories de contexte : le contexte personnel qui regroupe les différentes informations sur les objets physiques; le contexte social représentant les rôles que doit occuper un acteur; le contexte des tâches définissant les différentes tâches que doit réaliser cet acteur et enfin, le contexte spatio-temporel dans lequel se déroule l'activité.

(Ghidini & Giunchiglia, 2001) présente une nouvelle sémantique, appelée modèles sémantique locaux basés sur le raisonnement avec contextes. Cette sémantique peut être utilisée pour modéliser deux formes importantes de raisonnement contextuel, le raisonnement avec points de vue et le raisonnement par croyance. Ce modèle formalise deux principes généraux qui sous-tendent le raisonnement contextuel : le principe de la localité et le principe de compatibilité.

Selon (Bach, 2006), la notion de contexte dans le domaine de la représentation des connaissances est très proche de la notion de point de vue. En fait, nous pouvons exploiter les points de vue pour (1) "couper" les connaissances dans le domaine en plusieurs parties, (2) séparer les connaissances de différents niveaux de granularité en points de vue différents, (3) délimiter la connaissance en fonction de leurs dépendances sur les composants externes par différents points de vue.

Dans (Motschnig-Pitrik, 1995), nous pouvons trouver la différence entre les termes contexte, vue et point de vue. En fait, la définition du contexte et vue par (Schneider, 1980) dans les réseaux sémantiques procéduraux « le contexte dans Procedural Semantic Networks (PSN) est le plus souvent utilisé pour représenter les vues de la base de connaissances. Une vue en PSN est définie comme un objet vu dans un contexte ». Et la définition de vue et point de vue par (Ross, 1977), qui souligne la nécessité de considérer les vues dans des contextes différents: la modélisation des exigences, l'analyse structurée et la conception technique (SADT TM): "First of all there must be something (anything) that is worth saying something about. We must have some subject matter that has some value to us. We must have an interest in some aspect of it. This is called establishing the viewpoint for the model".

4. La notion de multi points de vue des acteurs

Le concept de point de vue a été abordé implicitement ou explicitement par une large communauté de l'ingénierie des connaissances, en particulier dans le langage de représentation d'objet de connaissance, dans le développement de base de connaissance multi-experts et dans la représentation des connaissances pour la conception des systèmes complexes. (Rivière & Matta, 1998) choisit la notion de point de vue pour représenter les différentes perspectives : le concepteur, sa tâche dans le processus de conception, et ses compétences. Les auteurs proposent qu'un point de vue soit pris par une personne selon sa connaissance, le domaine de compétence et son objectif dans son activité. Et dans (Rivière & Dieng, 1997) les points de vue correspondent aux différentes façons de traduire les connaissances par rapport à la position sociale, le savoir-faire et de la compétence d'un expert. Un point de vue peut être considéré comme une combinaison de l'idée d'un «acteur», «source de la connaissance», «rôle», ou «agent» dans le processus de développement, et l'idée d'une «vue» ou «perspective» qu'un acteur maintient. En termes de logiciels, il est un objet géré localement qui encapsule une connaissance partielle sur le système et le domaine, le schéma de représentation convenable et la connaissance partielle du processus de conception (Finkelstein, Kramer, Nuseibeh, Finkelstein, & Goedicke, 1992).

III. Les connaissances

Selon (Rivière & Dieng-Kuntz, 2002) un point de vue est une interface permettant l'indexation et l'interprétation d'une vue composée d'éléments de connaissance. Un point de vue est caractérisé par « le point de focalisation » permet de décrire le contexte dans lequel un expert se place, ainsi que son objectif et « un angle de vue » qui décrit les caractéristiques de ceux qui s'expriment selon un certain point de focalisation.

5. La notion de multi-vue de produit

(Gomes & Sagot, 2002) considère la conception, dans l'ingénierie des systèmes mécaniques, comme un réseau de différents domaines de conception en interaction tels que : le projet, le produit, le processus, les activités, etc. (figure 1.10). Chacun de ces domaines de conception peut être examiné à partir de plusieurs aspects (ou modèles) en interaction, comme le modèle "produit multi-vues" proposé par (Tichkiewitch, 1996) :

- L'aspect "Fonctionnel": décrit les principaux objectifs et les buts du système,
- L'aspect "Structurel" : définit les éléments et l'architecture du système,
- L'aspect "Dynamique" : décrit le comportement du système chronologiquement au cours du temps.

L'objectif de cette méthode est de traiter les activités des utilisateurs (concepteurs, fabricants...) en tant que domaine de conception lié aux autres domaines : le projet, le produit, le processus.

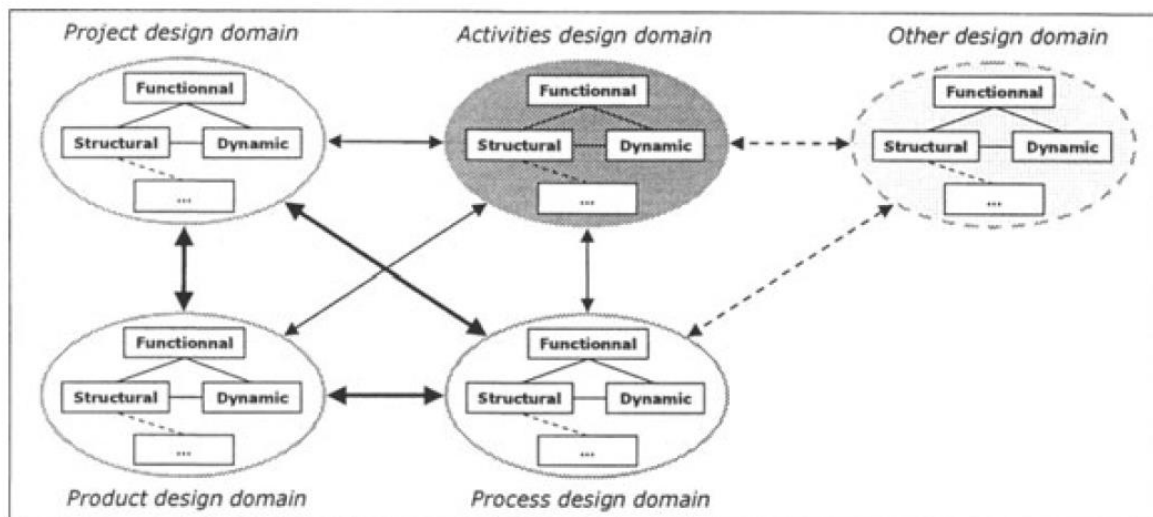


Figure 1. 10 : Multi-domaine et multi-vues produit (Gomes & Sagot, 2002)

Toutes ces connaissances doivent être capturées et stockées avec une meilleure contextualisation dans la mémoire d'entreprise que nous définirons dans la section suivante.

6. La mémoire d'entreprise

6.1 Définition de la mémoire d'entreprise

La mémoire d'entreprise est la représentation explicite, persistante et désincarnée, des connaissances et des informations dans une organisation (Van Heijst, Van Der Spek, & Kruizinga, 1997). (Kuhn & Abecker, 1998) donne la définition suivante : « une mémoire d'entreprise ou d'organisation peut être caractérisée comme un système informatique compréhensif qui capture le savoir-faire accumulé d'une entreprise et d'autres connaissances actives et les rend disponibles pour améliorer l'efficacité et l'efficacé de processus de travail axés sur le savoir et les connaissances ». Pour (Pomian, 1996): « la mémoire d'entreprise se caractérise par la volonté de préserver, pour les réutiliser par la suite ou le plus rapidement possible, les raisonnements, les comportements, les savoirs, les connaissances, jusque dans leurs contradictions et dans toute leur diversité ». (Euzenat, 1996) définit la mémoire d'entreprise comme une base de connaissances et de savoir-faire d'un ensemble d'individus travaillant dans une entreprise spécialisée.

(Moorman & Miner, 1998) établit dans la définition suivante une distinction entre le contenu et le niveau de la mémoire, et une distinction encore dans le contenu de la mémoire entre le type procédural et déclaratif : « Comme un exemple de contenu et le niveau de la mémoire, une organisation qui travaille dans un secteur particulier pour une longue période de temps sera probablement accumuler un niveau élevé de la mémoire déclarative sur la structure concurrentielle et les traits détaillés de cette industrie. Elle pourrait aussi accumuler un certain nombre de pratiques standard pour la transaction avec les autres dans l'industrie, ce qui représente un niveau élevé de la mémoire procédurale ».

6.2 Typologies de mémoire d'entreprise

Il existe de nombreuses façons de classer les mémoires d'entreprise. (Dieng, Corby, Giboin, & Ribière, 1999) propose une typologie qui distingue « la mémoire interne », qui correspond aux connaissances et les informations internes à l'entreprise, et « la mémoire externe » qui correspond à les connaissances et les informations utiles pour l'entreprise, mais provenant de monde extérieur.

Selon (Pomian, 1996) la mémoire d'une entreprise comprend non seulement la «mémoire technique» obtenue par la capitalisation des savoir-faire de ses employés, mais aussi la «mémoire organisationnelle» (ou «la mémoire managériale») qui est en relation avec les structures organisationnelles présentes et passées de l'entreprise (les ressources humaines, gestion, etc.) et la «mémoire de projet» pour capitaliser les leçons et les

IV. La relation entre simulation et connaissance

expériences des projets donnés, la définition du projet, les activités, l'histoire et les résultats (Matta, Ribiere, Corby, Lewkowicz, & Zacklad, 2001).

La typologie de la mémoire de l'entreprise selon (Rivière & Matta, 1998) est : la « mémoire de profession » (capitalisation du savoir-faire des participants dans une profession, des documents référentiels, des outils et des méthodes utilisées dans une profession) et la « mémoire de projet » (la mémoire caractéristique de projets, la mémoire de la conception de projet).

7. Synthèse

Dans la littérature nous trouvons que le partage de connaissances s'effectue par l'intermédiaire d'informations ou de données, puisque les informations sont les supports de représentation de connaissances explicitées alors que la socialisation est la méthode de partage des connaissances tacites.

De cet état de l'art, nous déduisons que la connaissance peut être associée aux informations manipulées et peut être interprétée grâce à l'ajout du contexte. De plus (Bach, 2006) affirme que la notion de contexte et celle de point de vue sont similaires dans le domaine de la représentation des connaissances. (Finkelstein & Sommerville, 1996) définit le point de vue comme un objet local qui encapsule des connaissances partielles du système et du domaine. En fait, les acteurs expriment leurs connaissances selon leur vision sur cet objet en fonction de leur objectif et leur intérêt. Alors dans nos travaux de recherches nous avons utilisé la notion de point de vue dans l'extraction des connaissances de projet.

La mémoire d'entreprise que nous avons proposée au cours de nos travaux de thèse se décline en deux mémoires : la mémoire de projet qui est liée à toutes les informations de projet (produit, processus, ressource et les résultats de simulation) et la mémoire générale liée à toutes les connaissances générales de l'entreprise et les connaissances utiles (les matériaux disponibles, les ressources de l'entreprise, les tutoriels des logiciels...).

IV. La relation entre simulation et connaissance

La relation entre la simulation et la GC est synthétisée dans le tableau 1.1 par (Hlupic, Verbraeck, & de Vreede, 2002). En effet le processus de simulation est multi-phases qui nécessite le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP et ainsi la prise en compte de tous les points de vue de tous les acteurs et la capitalisation des connaissances tacites de ces acteurs. De plus, le processus des connaissances est basé sur les connaissances. En fait avant chaque phase les acteurs ont besoin de voir et connaître toutes les informations et connaissances pour prendre les bonnes décisions le plus tôt possible ce qui nécessite la capitalisation de toutes les connaissances explicites et générales. De nouvelles

connaissances sont générées après chaque phase que ce soit des connaissances tacites, explicites, générales et de projet. Alors, on peut conclure que pour réaliser et valider une simulation cela nécessite l'intervention de tous les acteurs et la capitalisation de toutes les connaissances tacites et explicites et tous les points de vue de tous les acteurs dans deux mémoires d'entreprise : la mémoire générale et la mémoire de projet.

Processus de développement de modèle de simulation	Les connaissances
La collection et l'analyse des données	De nouvelles connaissances sur le système sont découvertes
Le modèle de simulation conceptuel	-Le développement de ce modèle nécessite le travail en collaboration par les outils collaboratifs de GC -De nouvelles connaissances sur le système sont générées
Modèle de simulation opérationnel	La validation et la vérification nécessitent les outils de GC collaboratifs
Expérimentation	-La réalisation des expériences nécessite les outils de GC collaboratifs -De nouvelles connaissances sont générées
Les résultats obtenus	-Analyse des résultats obtenus par les outils de GC collaboratifs
Les décisions et recommandations	-La prise des décisions nécessite par les outils de GC collaboratifs -De nouvelles connaissances sont générées au cours de ce processus

Tableau 1. 1: la relation entre le processus de simulation et la gestion des connaissances (Hlupic, Verbraeck, & de Vreede, 2002)

V. Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons abordé :

- Les méthodologies de conception : nous avons décrit les caractéristiques des méthodologies de conception qui nous a conduits au besoin des industries à intégrer la fabrication et la simulation dès les premières phases de conception pour pouvoir parcourir l'espace de solutions et proposer de nouveaux et meilleurs résultats,

V. Conclusion

- La simulation en UN : nous avons décrit l'UN et les différentes simulations dans l'UN, ce qui nous a conduits à la complexité de la conception en UN et la nécessité de gestion des informations et connaissances pour les projets d'UN. Et par suite, nous avons identifié le SI Info Sim qui est dédié à la gestion de toutes les informations de projet d'UN,
- Les types des connaissances existantes et qui doivent être capitalisées dans la mémoire d'entreprise

Alors, ce chapitre nous a conduits à déterminer le besoin de la gestion de toutes les connaissances (tacites et explicites) et la capitalisation de tous les points de vue des acteurs pour les projets d'UN dans la mémoire d'entreprise. Mais comment gérer toutes ces connaissances? Nous répondons à cette question dans la partie suivante. Tout d'abord, nous allons définir la notion de gestion des connaissances puis nous présenterons quelques modèles de la littérature qui sont dédiés à la gestion des connaissances enfin état de l'art sur les systèmes de gestion des connaissances (SKMs) sera présenté.

CHAPITRE II : GESTION DES CONNAISSANCES EN UN

Dans la littérature nous trouvons plusieurs travaux ont abordé la problématique de gestion des connaissances et qui ont proposé des solutions pour la gestion des connaissances de l'entreprise. Dans ce chapitre nous allons présenter la définition de gestion des connaissances ainsi quelques modèles de la littérature qui sont destinés à la gestion des connaissances pour la conception des produits. Ensuite, nous allons présenter les systèmes de gestion des connaissances existants ainsi leurs limites. Enfin, nous allons présenter la problématique de recherche ainsi que nos choix portant sur les techniques et les outils de modélisation et de développement de SKM.

I. La gestion des connaissances

1. Définition

(Snowden, 1999) définit la gestion des connaissances comme l'identification, l'optimisation et le management actif du capital intellectuel, que ce soit sous forme de connaissance explicites contenues dans des artefacts, ou sous forme de connaissances tacites possédées par des individus ou des communautés.

Selon (Tisseyre, 1999) la gestion des connaissances correspond à la gestion consciente, coordonnée et opérationnelle de l'ensemble des informations, connaissances et savoir-faire des membres d'une organisation au service de cette organisation.

La gestion des connaissances est un moyen simple, elle est comme un processus qui identifie les connaissances des expériences antérieures et les applique pour la prise de décision dans le processus actuel (Raman & Muthaiyah, 2009).

« Knowledge management (KM) is about adding actionable value to information by filtering, synthesizing and summarizing it and developing personal usage profiles to help people get the kind of information they need to take action on» (Wah, 1999).

« The aim of the KM is getting the right knowledge to the right people at the right time in the right format without being asked». Cette phrase résume clairement le cœur de fonctionnement de la GC (Lalouette, 2013).

«KM is the process of knowledge capture, sharing, and reuse that organizations used to become more productive and allowed them to get closer to their customers (Davenport & Prusak, 1998).

Les auteurs (Swan, Scarbrough, & Preston, 1999) définissent la gestion des connaissances comme un ensemble de démarches, méthodes et outils pour la création, collecte, formalisation, capitalisation, partage et utilisation de connaissances (figure 2.1).

I. La gestion des connaissances

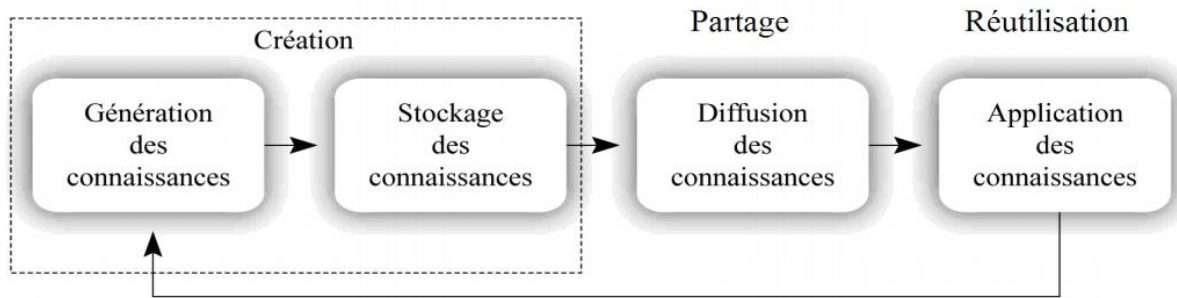


Figure 2. 1 : Cycle de vie de la connaissance (Ruggles, 1998)

1.1 La création des connaissances

La gestion des connaissances est le but de formaliser les connaissances tacites afin de les rendre mobilisées et opérationnelles au niveau de l'ensemble de l'organisation (Ermine J. L., 2000). La figure 2.2 représente les mécanismes de transformation impliqués entre les connaissances tacites et explicites à travers le modèle SECI (Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internationalisation) (Nonaka & Takeuchi, 1997).

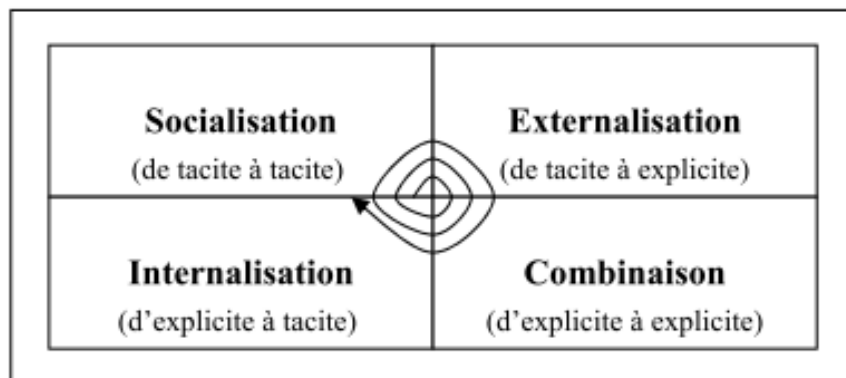


Figure 2. 2 : Mécanismes de transformations entre connaissances tacites et explicites (Nonaka & Takeuchi, 1997)

La socialisation : la conversion de connaissances tacites vers d'autres connaissances tacites. Elle est le processus de partage d'expériences et de création de connaissance tacite. Par interaction forte la connaissance tacite d'une personne peut devenir la connaissance d'autres personnes. Ces connaissances sont acquises dans et par la pratique comme elles peuvent être mises en œuvre à travers la communication ou l'observation.

L'extériorisation : la conversion de connaissances tacites vers des connaissances explicites. Elle permet de formaliser les connaissances tacites en connaissances explicites sous la forme de concepts, modèles ou hypothèses à travers la codification pour les rendre compréhensibles.

La combinaison : la conversion de connaissances explicites vers d'autres connaissances explicites. Elle est basée sur des processus de capture, de dissémination, d'édition ou de traitement, d'exploitation de documents et de la réflexion.

L'intériorisation : la conversion des connaissances explicites vers des connaissances tacites. Elle est basée sur la transformation de connaissances explicites en action et en pratiques à travers l'apprentissage et l'assimilation de connaissances.

(Skyrme, 1997) définit la gestion des connaissances comme étant la gestion explicite et systématique des connaissances vitales et les processus qui y sont associés, incluant la création, la collecte, l'organisation, la diffusion, l'utilisation et l'exploitation des connaissances. La gestion des connaissances exige le passage des connaissances personnelles à des connaissances collectives qui peuvent être largement partagées dans l'organisation. Avec cette définition, (Baumard, 1999) représente les mécanismes de transformation des connaissances individuelles et collectives (la figure 2.3), en complétant le modèle de (Nonaka & Takeuchi, 1997).

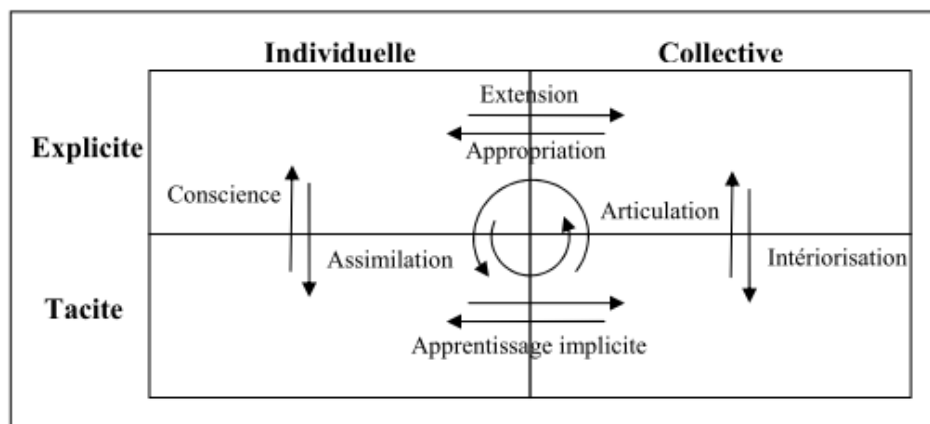


Figure 2. 3: Mécanisme de transformations entre connaissances individuelles et collectives (Baumard, 1999)

1.2 La capitalisation des connaissances

La capitalisation des connaissances consiste à identifier, documenter et conserver la mémoire des activités qui ont été menées, de telle manière à rendre accessibles, explicites et traçables les connaissances afférentes. Pour (Ermine J. L., 2003), capitaliser c'est « savoir d'où l'on vient, savoir où l'on est, pour mieux savoir où l'on va ». Et pour (Grundstein, 2004) « capitaliser les connaissances, c'est considérer certaines connaissances utilisées et produites par l'entreprise comme un ensemble de richesses et en tirer des intérêts contribuant à augmenter la valeur de ce capital ». Il caractérise la problématique de la capitalisation des connaissances par cinq facettes et leurs interactions, représentées sur la Figure 2.4.

I. La gestion des connaissances

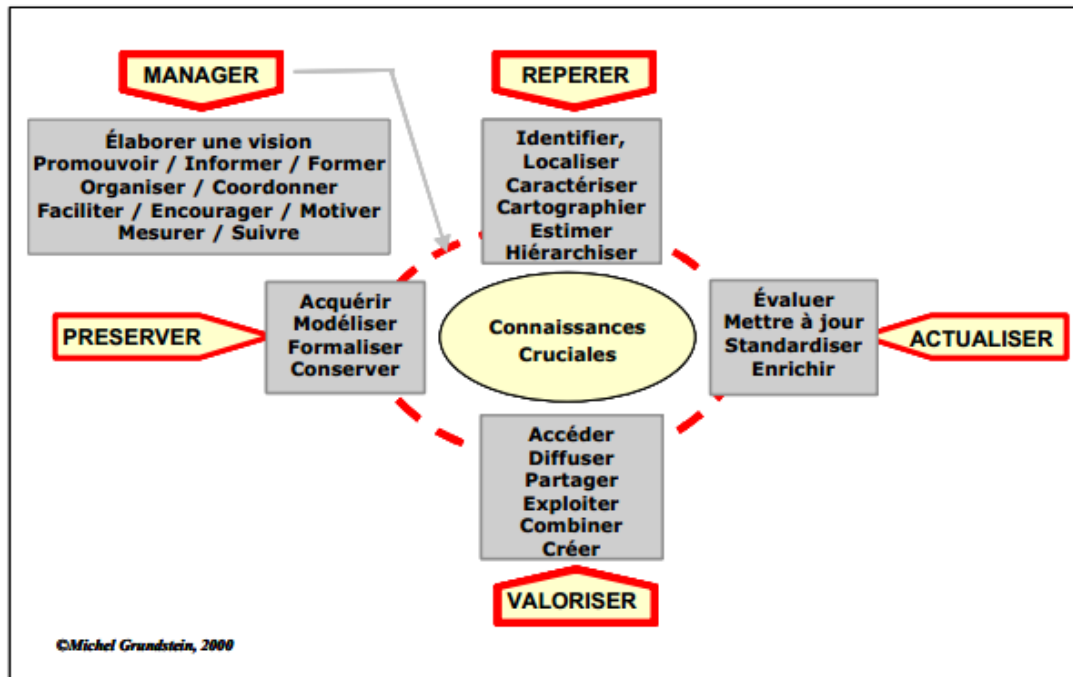


Figure 2. 4 : Les cinq facettes de la problématique de capitalisation des connaissances dans l'entreprise (Grundstein, 2004)

1.3 Le partage des connaissances

Dans la littérature, nous pouvons trouver des auteurs qui considèrent les termes de partage et de transfert similaires. Ainsi (Jonsson, 2008) affirme : « au sein de cadre de référence les deux termes «partage des connaissances» et «transfert de connaissances» sont utilisés et discutés de manière interchangeable.» Et d'autres auteurs différencient ces termes et définissent le transfert de connaissances dans les organisations comme le processus à travers lequel une unité (par exemple, un groupe, un département ou division) est affectée par l'expérience d'un autre (Argote & Ingram, 2000). Et le partage des connaissances est défini comme l'échange de connaissances entre les individus, à l'intérieur et entre les équipes, entre les unités organisationnelles et les organisations. Cet échange peut avoir ou non un but, mais généralement il n'a pas un objectif a priori clair (Paulin & Suneson, 2015).

Dans notre recherche, nous considérons les termes de partage et de transfert comme semblable. Le but principal de partager ou de transférer les connaissances et de fournir des connaissances explicites des acteurs (comme les formules, les processus et routines), ainsi que les connaissances tacites (partage d'expériences et savoir-faire) aux autres acteurs pour les aider à accomplir les objectifs, collaborer pour résoudre les problèmes, développer de nouvelles idées, ou mettre en œuvre des politiques ou des procédures (Wang, Noe, & Wang, 2014).

Dans la littérature on peut trouver différentes méthodes pour le partage des connaissances, parmi elles on peut citer les méthodes de narration, encountering et la socialisation. Ces méthodes (en particulier la socialisation et la narration) ont été considérées dans la littérature comme des moyens efficaces pour échanger les connaissances tacites en offrant la possibilité de poser des questions, de répondre, de communiquer instantanément et de commenter...

- **La narration (Storytelling)**

La narration est un mécanisme de transfert des connaissances d'un individu à d'autres. Cela pourrait être considéré comme un processus dans lequel un individu partage ses connaissances avec les autres, ou dans des conditions dans lesquelles il y a un partage mutuel, échange de connaissances avec les autres (Connell, Klein, & Meyer, 2004). Storytelling a été considéré comme l'une des méthodes classiques de partage des connaissances tacites. Les histoires portent riches en informations contextuelles ainsi que des opinions personnelles et des expériences qui sont au cœur de partage de connaissances tacites. Ainsi, le narrateur peut partager ses connaissances et ses expériences par des images, des composants audio-vidéo et des présentations. Il y a aussi la possibilité de participer à des conversations sur les histoires partagées (Panahi, Watson, & Partridge, 2016).

- **Encountering**

Dans la littérature on trouve la définition des « Informations Encountered » sont les « bonnes informations » et « Encountering » est comme le processus de trouver ou de rencontrer des informations utiles et intéressantes, tout en lisant des livres, naviguant sur internet ou par l'interaction et la communication avec les autres (Erdelez, 1999). Le partage des « Informations Encountered » est souvent le partage des connaissances explicites plutôt que les connaissances tacites (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015). Les auteurs de ref. (Marshall & Bly, 2004) ont montré que l'outil le plus approprié pour cette méthode est le courrier électronique « EMAIL ». Une « Information Encountering » doit avoir quatre éléments pour puisse la comprendre : l'utilisateur de l'information, l'environnement, les caractéristiques de cette information, les besoins de cette information (Erdelez, 1999).

- **Socialisation**

Un espace de socialisation est un espace d'interaction et de discussion avec les autres (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015). La socialisation et le dialogue sont essentiels pour le partage de la connaissance tacite (Nonaka & Takeuchi, 1997). Louis en 1980 définit la socialisation comme le processus par lequel un individu vient à apprécier les valeurs, les capacités, les comportements attendus et les connaissances sociales essentielles

I. La gestion des connaissances

pour assumer un rôle organisationnel et de participer en tant que membre de l'organisation (Akhgar & Gholipour, 2011). (Leroy, 2001) a défini la socialisation comme un processus d'acculturation réciproque. Elle peut aussi être comprise sous l'angle de l'apprentissage de compétences difficiles à formaliser. La socialisation est alors traitée comme un moyen d'intégration, mais aussi comme une occasion de partager des connaissances et de les enrichir.

2. Quelques modèles dédiés à la gestion des connaissances pour la conception des produits

Le modèle FBS-PPRE (Function Behaviour Structure – Product Process Resource, External Effects) (Labrousse, 2004) vise à l'intégration du modèle produit FBS proposé par (Gero, 1990) avec le modèle processus PPRE (figure 2.5). Ce modèle s'appuie sur le postulat que toute information concernant un objet d'entreprise qui peut être produit, processus, ressource et d'effets extérieurs est organisée suivant trois classes de base : fonction, comportement et structure. Dans cette intégration, la notion de processus dans PPRE permet de modéliser la dynamique des informations. L'auteur dans ce modèle ne fait pas la distinction entre les concepts processus, produit et ressource qui sont tous réunis dans un seul concept objet. Les concepts de produit, Processus et Ressources apparaissent alors à travers des rôles que jouent les objets les uns par rapport aux autres. Alors que le produit, processus, ressource et la simulation sont les principaux concepts dans le développement des projets d'UN.

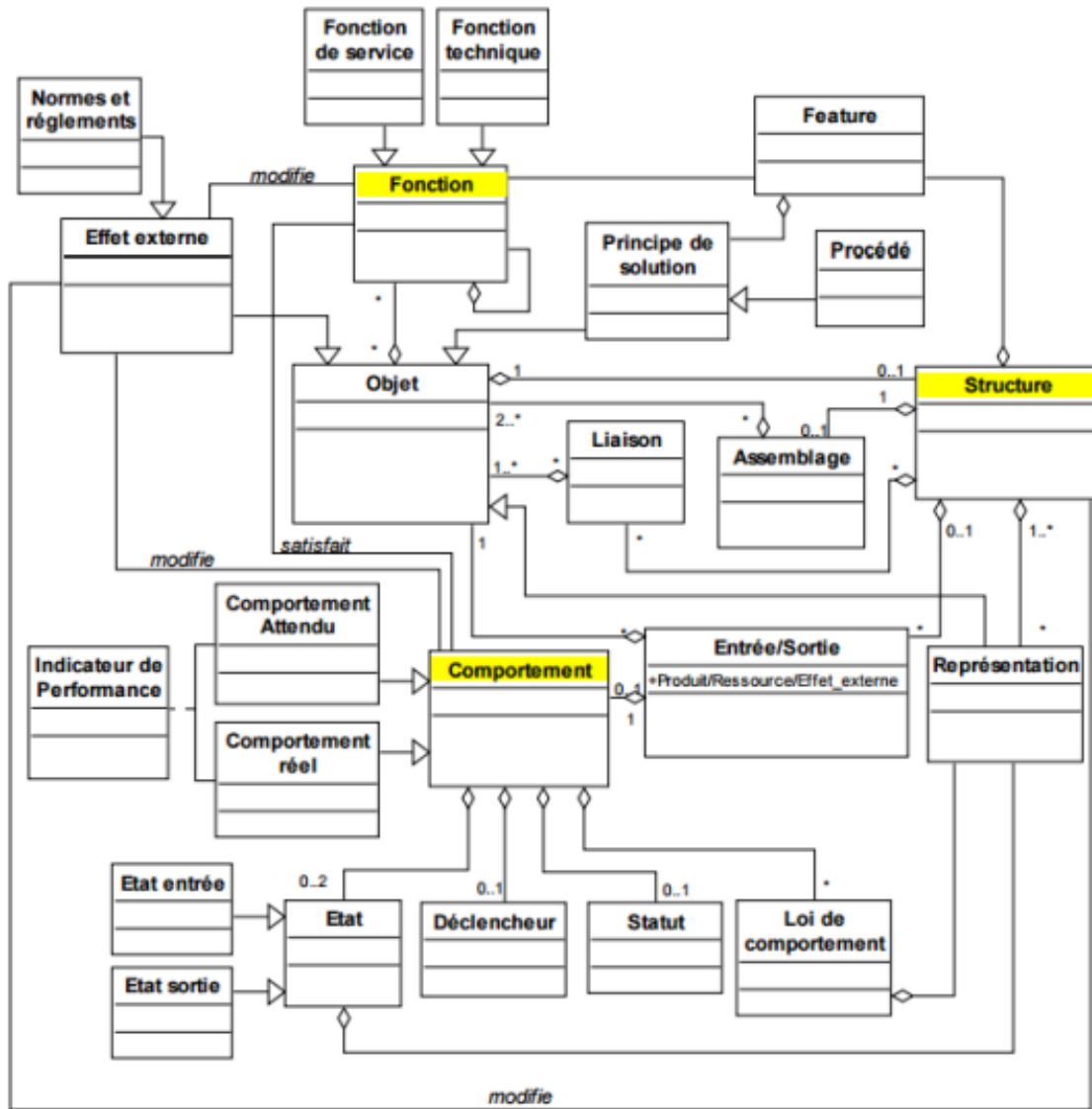


Figure 2. 5 : Diagramme de classes du modèle FBS-PPRE (Labrousse, 2004)

Le modèle PPO (Produit Processus Organisation) proposé par (Noël & Roucoules, 2008) intègre les modèles de produit, de processus et d'organisation (figure 2.6). Il est dédié au développement collaboratif de nouveaux produits. Le modèle PPO a deux caractéristiques principales : simple et extensible.

Le modèle PPO est simple : en fait, le modèle produit est constitué de quatre classes pour la définition de produit : le Composant, l'Interface, la Fonction et le Comportement. Le modèle processus est constitué de cinq pour la planification de projet : le projet, les acteurs, le matériel, les logiciels et les informations. Le modèle d'organisation est constitué de trois classes pour définir l'organisation et les capacités de l'entreprise : le Centre de Décision, le Cadre de Décision et le Cadre de Conception.

I. La gestion des connaissances

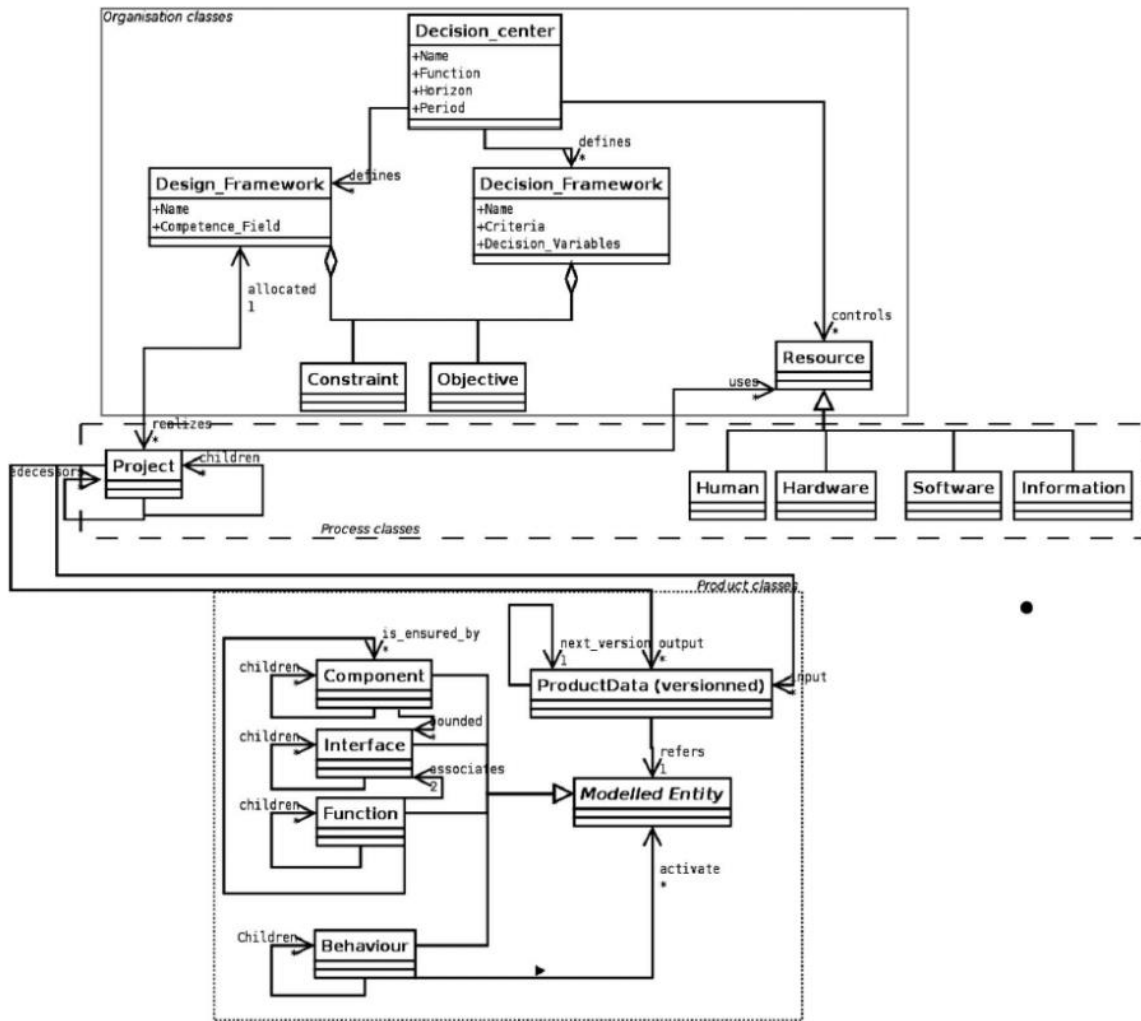


Figure 2. 6 : Le diagramme de classe du modèle PPO (Noël & Roucoules, 2008)

Le modèle PPO est extensible : en fait, le modèle PPO est un langage pour partager des informations tout au long de processus de développement du produit. Chaque expert peut compléter l'ensemble des attributs de chaque concept des sous modèles Produit, Processus ou Organisation pour avoir une description détaillée de tout le modèle et adapté aux besoins de partage.

L'usage de modèle produit de PPO est adapté au partage d'informations dans des conceptions innovantes ou nouvelles pour l'entreprise où la structure du produit peut être modifiée collectivement. Alors que pour les projets d'UN la structure de produit est figée à l'origine du projet.

Le modèle de contexte proposé par (Dhuieb, Belkadi, Laroche, & Bernard, 2015) a comme objectif la perception des éléments qui définissent l'environnement de travail d'un acteur et ses actions dans le but de donner plus de fiabilité au processus décisionnel et d'améliorer la compétence de l'acteur (figure 2.7). Ce modèle est construit selon trois points

II. Les systèmes de gestion des connaissances

contexte et surtout l'utilisateur a un rôle très important dans le processus de gestion des connaissances, mais puisque les outils d'UN sont généralement basés sur une philosophie PPR (Product, Processus et Ressources) (Ayadi, 2013) alors les concepts produit, processus, ressource sont des concepts de base pour la représentation des informations et connaissances des projets d'UN.

3. Synthèse

Nous avons vu dans cette partie quelques modèles qui sont dédiés à la gestion des connaissances pour le processus de conception des produits. Ces modèles décrivent le processus de conception de différentes manières selon la problématique qui veulent la résoudre. En effet comme nous l'avons vu en premier chapitre, le processus de conception de produit est un processus très complexe et parcourt un espace multidimensionnel et chaque modèle n'est apte à décrire que certaines de ces dimensions. Ces modèles ne sont pas destinés au processus de développement des projets d'UN. Pour cela nous nous sommes basés sur ces modèles de la littérature pour proposer un modèle de gestion des connaissances dans le contexte d'UN.

Dans la section suivante nous allons présenter de la littérature quelques systèmes dédiés à la gestion des connaissances.

II. Les systèmes de gestion des connaissances

1. Définition de SKM

(Alavi & Leidner, 2001) affirme qu'un système conçu pour soutenir les connaissances dans les organisations ne peut pas apparaître radicalement différent des autres formes des systèmes d'information, mais il sera orienté vers les utilisateurs pour leur permettre de donner un sens à l'information et de capturer une partie de leur connaissance dans l'information et / ou donnée. Les systèmes de gestion des connaissances (SKMs) se réfèrent à une classe des systèmes d'information appliqués à la gestion des connaissances organisationnelles. Autrement dit, ce sont des systèmes basés sur la technologie de l'information développés pour soutenir et améliorer les processus organisationnels de la création, le stockage / récupération, le transfert et l'application des connaissances.

Et selon (Gaumand, 2014), les SKMs ne sont pas réduits uniquement à la technologie de l'information. Ils correspondent à «l'ensemble des acteurs sociaux» qui permet le stockage et la transformation des représentations dans une perspective de gestion des connaissances (la création, le stockage, le transfert, l'intégration et l'utilisation des connaissances), la plupart du temps, grâce à la technologie de l'information.

Selon (Longueville & Gardoni, 2003), un SKM est un système mis en place dans une entreprise pour répondre à des objectifs stratégiques. Il est destiné à des utilisateurs, dans le cadre de leur activité. Il réalise un certain nombre de fonctions qui sont matérialisées par la combinaison d'un outil (en général un outil informatique traitant l'information), d'une organisation spécifique et de nouveaux processus. Il manipule un type identifié de connaissance.

Les outils de gestion des connaissances sont définis comme des technologies de création, codification et transfert des connaissances (Ruggles, 2009).

Le SKM permet de refléter à la fois la nature cognitive individuelle et la nature sociale culturelle des connaissances organisationnelles. Il permet alors, la création, le stockage, le partage et la réutilisation des connaissances (Alavi & Leidner, 2001).

2. Les différents SKMs

Dans la littérature, nous trouvons diverses classifications des SKMs. Pour (Maier, 2002) les SKMs se distinguent à partir de leurs fonctionnalités (les fonctions d'intégration, les fonctions d'interaction et les fonctions de liaison), alors que pour (Hansen, Nohria, & Tierney, 1999) les SKMs se distinguent en fonction des approches de gestion des connaissances qu'ils supportent (codification, personnalisation ou mixte). La classification qui est illustrée dans la figure 2.8 n'a pas changé depuis 2002.

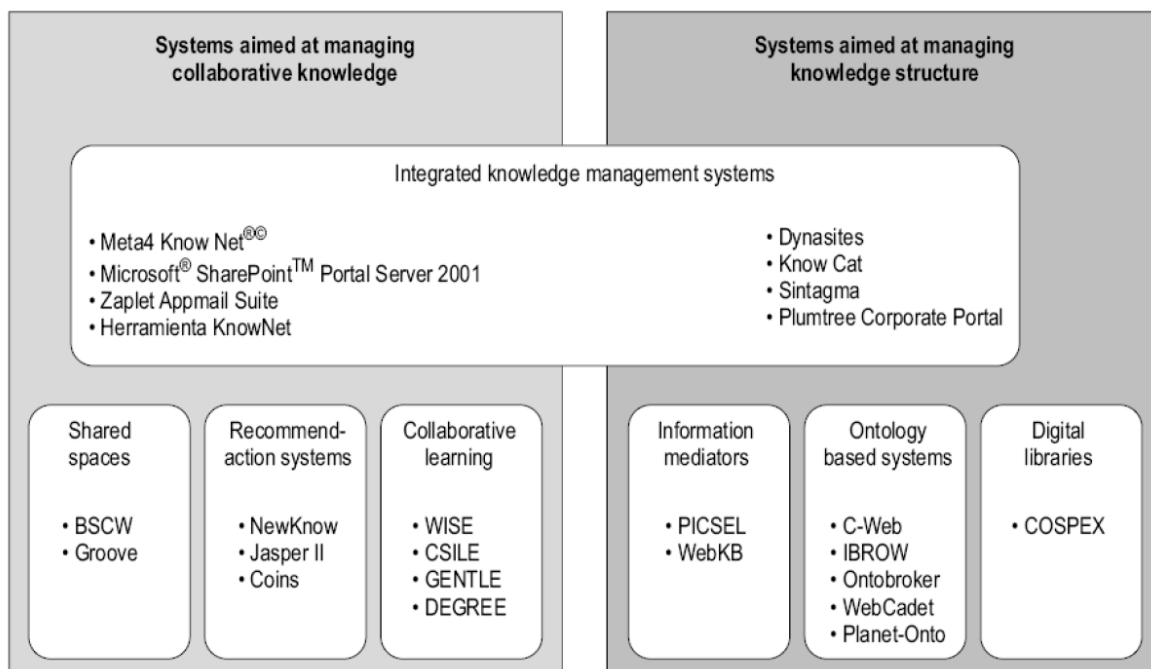


Figure 2. 8 : Classification des SKMs (Cobos, Esquivel, & Alamán, 2002)

II. Les systèmes de gestion des connaissances

2.1 Les SKMs qui supportent la codification

La codification consiste à intégrer, codifier et stocker les connaissances nécessaires afin d'être accédé et réutilisé par tous les acteurs de l'entreprise. Le capital de connaissances est ici réutilisable à peu de frais, à condition que peu de modifications soient nécessaires d'un projet à l'autre. Cette approche est principalement basée sur des processus d'externalisation.

Pour supporter cette approche, nous trouvons dans la littérature de nombreux outils qui utilisent différentes méthodes :

- La transcription des connaissances est la capitalisation des connaissances et expérience en des fiches de retours d'expérience (REX, MEREX) ou la rédaction des publications...
- L'ingénierie des connaissances est une méthode de recueil des connaissances le plus souvent à partir d'entretiens et les structurer à partir des modèles. Elle est basée sur les systèmes experts (systèmes à base des connaissances) dont le but est de reproduire les raisonnements d'experts sur des domaines des connaissances spécifiques (MKSM, MASK, MOKA). Il existe aussi les systèmes de raisonnement par cas (CBR) et les systèmes fondés sur les modèles de connaissances (KADS et KOD essentiellement). Mais les limites de ces systèmes rencontrent lorsque les problèmes à traiter diffèrent de ceux initialement prévus lors de la conception du système.
- L'extraction des connaissances à partir de données ou de textes est l'extraction des informations utiles à partir des informations non structurées et semi structurées pour une meilleure exploitation et réutilisation (Text Mining, Data Mining, Knowledge discovery from Data...). Selon (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996) les problèmes de ces systèmes sont : une grande base de données, haute dimensionnalité, surcharge, l'évaluation de la signification statistique, modification des données et connaissances, l'interaction de l'utilisateur avec les connaissances, Données manquantes et bruyantes, la complexité des relations entre les champs, la difficulté dans la compréhension des modèles.

2.2 Les SKMs qui supportent la personnalisation

La personnalisation inclut les interactions directes entre les acteurs et les communications face-à-face ou via des outils coopératifs. Elle permet aux acteurs d'échanger leurs connaissances par socialisation.

Les communautés de pratiques sont un exemple de ce type d'approche. Elles se caractérisent autour de trois dimensions : un engagement mutuel, une entreprise commune et un répertoire partagé. Elles permettent aux collaborateurs d'une entreprise de partager

des connaissances et de travailler de manière coopérative (Wenger, 1998). Selon (Josserand & de Saint Leger, 2004) les difficultés de fonctionnement des communautés de pratique sont des locaux peu adaptés aux réunions, une absence d'outils de valorisation, un éloignement géographique, un manque de temps et de reconnaissance qui affectent la motivation des participants.

Dans la littérature (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002) (Maier, 2002) nous trouvons différents systèmes orientés vers la personnalisation, comme par exemple les espaces partagés qui supportent l'interaction et la communication des collaborateurs dans le but de partager leurs connaissances et de créer des nouvelles connaissances (le mail, le forum, le chat...). Ces systèmes facilitent la communication et l'interaction des utilisateurs avec l'échange des résultats ou des conseils pour résoudre des problèmes, mais ils ne peuvent pas construire une mémoire collective ou identifier les collaborateurs.

Nous trouvons aussi les systèmes de recommandation qui ont comme objectif la recherche des informations intéressantes à l'égard d'autres utilisateurs ayant des profils similaires (les profils caractérisant les compétences des experts sont créés à partir de leur CV par exemple). Ces systèmes sont basés sur des techniques de filtrage d'informations. Ils permettent aux utilisateurs d'atteindre les informations intéressantes en donnant juste leurs préférences. L'échec de ces systèmes est dû à la difficulté des utilisateurs à saisir leur profil (Tiwana & Bush, 2005). Par exemple (Constantinescu, Francalanza, & Matarazzo, 2015) propose l'approche « just-in-time information retrieval » (JITIR) dans le but est de fournir aux utilisateurs les informations intéressantes au bon moment en fonction du contexte de l'utilisateur lors de l'activité de modélisation et de simulation.

(Zhen, Song, & He, 2012) propose le « Personal knowledge management » (PKM) pour le partage des connaissances entre les membres dans un environnement collaboratif.

(Moradi, Aghaie, & Hosseini, 2013) propose un système de gestion des connaissances pour la prise de décision commerciale à l'aide de la technologie de l'agent, fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) and fuzzy logic.

2.3 Les SKMs qui supportent l'approche mixte

L'approche mixte vise à intégrer toutes les connaissances tacites et explicites à travers l'externalisation et la socialisation. Elle consiste à produire, formaliser et codifier de nouvelles connaissances à partir la collaboration et les interactions sociales entre les acteurs.

Les systèmes qui supportent cette approche permettent de diffuser des connaissances codifiées et connaître les profils des acteurs (Maier, 2002). Dans quelques systèmes l'utilisateur peut proposer son opinion concernant des connaissances de systèmes et même

II. Les systèmes de gestion des connaissances

de la structure des connaissances. Par exemple l'outil Know-Net proposé par (Mentzas, Apostolou, Young, & Abecker, 2001) est basé sur des outils de collaboration standards et des règles de notification des utilisateurs, permet une classification centralisée des documents. (Dai, Maropoulos, & Zhao, 2015) propose une méthode de modélisation qui fait appel à un réseau de connaissances des scénarios de processus basés sur le processus de réseau analytique (ANP). Mais la plupart de ces systèmes sont peu focalisés sur la collaboration entre les acteurs.

3. Synthèse

La gestion des connaissances est une activité très complexe (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2014) et par suite divers types d'outils ont été développés pour des applications diverses (Wikis, Knowledge maps, AQUA, knowledge-based repository...).

Dans le domaine de conception de produit, le SKM doit être capable de supporter la capitalisation des résultats de projet, des bonnes pratiques, des nouvelles solutions et connaissances. De plus, il doit être capable de supporter le travail en collaboration entre tous les acteurs multidisciplinaires en facilitant le partage et l'échange des résultats et des points de vue et en facilitant la communication et l'interaction entre eux. Pour (Chandrasegaran, et al., 2013), les deux principaux défis de gestion des connaissances sont :

- Le codage des connaissances de conception du produit et de processus à différents niveaux de la conception pour une meilleure qualité de conception,
- La capture, l'utilisation et la communication des connaissances entre les différents individus, équipes et organisations.

Un outil de support de conception doit être capable à répondre aux nombreuses exigences, (Rezayat, 2000) cite quelques aspects :

- L'intégration des exigences et des contraintes dans le développement de pièces et d'assemblages,
- L'intégration de matériaux, de fabrication et de coût pour la gestion du cycle de vie produit,
- La capture et la diffusion des connaissances de conception à travers des applications « web-based » et « non-web based »,
- L'utilisation du multimédia / réalité virtuelle / net-conférence pour la conception et l'ingénierie collaborative,
- L'intégration et la gestion des produits par réseau-centrée (CAO) et l'accès mondial à l'information,

- Des méthodes innovantes pour la réalisation d'analyses et de simulation pour l'optimisation de la conception, ainsi que pour la définition du produit dans la phase de conception,
- Lignes directrices pour le concepteur pour la prise de décision au cours de la phase de conception.

Il est vrai que ce n'est pas facile de développer un outil avec toutes ces exigences, mais il faut tenir compte d'au moins quelques.

Dans la littérature nous trouvons différents SKMs pour la conception qui se distinguent selon l'approche qu'ils supportent (personnalisation ou codification, voire plus rarement l'approche mixte), ou bien selon le type de connaissances gérées (les connaissances de produit ou de processus ou les outils de décision). Comme nous trouvons des SKMs qui sont destinés à la création ou la capitalisation ou le partage de connaissances.

À partir de cette section, nous pouvons conclure que les SKMs existants offrent peu de support aux acteurs pour formaliser leurs connaissances et échanger leurs points de vue entre eux, par le travail en collaboration.

Les SKMs cités dans ce chapitre sont souvent très complexes et ils nous semblent peu adaptés à des projets d'UN qui sont basés sur la simulation qui est une activité à fort besoin en connaissances provenant de différentes sources et métiers.

Pour la prise de bonnes décisions au plus tôt possible dans les premières phases de conception, les experts de simulation ont besoin de voir toutes les connaissances avec la prise en compte de tous les points de vue des acteurs de PDP. Pour cela l'approche mixte peut alors se révéler efficace pour le développement des projets d'UN.

Enfin, il est donc nécessaire d'avoir un SKM capable de gérer (créer, capitaliser et partager) toutes les connaissances (les connaissances de produit, de processus, ressource et de simulations, les connaissances générales qui sont utiles pour accomplir la tâche) avec une bonne compréhension et représentation (l'ajout de contexte) pour une réutilisation ultérieure, facilite aussi les acteurs de PDP à formaliser leurs connaissances par l'insertion de leurs points de vue et la capture de leurs connaissances (tacites et explicites), capable de plus de supporter la collaboration et la communication entre tous les acteurs de PDP.

Ainsi, nous pouvons clore cette partie avec les mots clés de notre problématique de la thèse : proposer et mettre en œuvre un SKM capable de gérer toutes les connaissances dans le contexte d'UN.

À partir de la synthèse de l'état de l'art réalisée dans le premier chapitre et les premières sections de ce chapitre, nous présentons dans les sections suivantes la

III. Problématique et méthodologie

problématique de recherche ainsi que nos choix portant sur les techniques et les outils de modélisation et de développement de SKM.

III. *Problématique et méthodologie*

À partir de la synthèse de l'état de l'art réalisée dans le premier chapitre et les premières sections de ce chapitre, nous présentons par la suite la problématique de recherche.

1. Besoins et hypothèses

Bien que (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) ait développé un système d'information (Info Sim) qui supporte la conception en UN (la conception simultanée avec la prise en compte des informations de simulation et ressources dès les phases amont du processus de développement de produit), les acteurs rencontrent toujours des problèmes lors des prises de décision.

En effet les experts de simulation doivent vérifier toutes les informations et connaissances disponibles au moment de prendre une décision (les exigences de produits, les spécifications des machines, les informations de planification et de processus de production). En utilisant Info Sim, il est vrai que les experts peuvent gagner beaucoup de temps en recherchant les informations stockées dans différentes bases de données. Mais ils perdent encore trop de temps en recherchant d'autres informations et connaissances qui ne sont pas gérées par Info Sim et qui sont utiles pour accomplir leur travail comme la recherche sur internet les spécifications des machines ou les normes de sécurité ou les règles de métier...ou la recherche des acteurs pour connaître leurs points de vue concernant une activité. De plus, il existe des informations et connaissances qui ne sont pas toujours disponibles et accessibles par la recherche (les connaissances tacites et l'expérience des acteurs, etc.).

(Axiak, Refalo, & Francalanza, 2016) propose un modèle de simulation pour tester différents scénarios. Parmi les problèmes rencontrés au cours de cette étude, on retrouve l'insuffisance de données sur l'usine. Alors (Constantinescu, Francalanza, & Matarazzo, 2015) affirme que pour la prise des bonnes décisions les experts de simulation doivent posséder les informations et connaissances nécessaires pendant la phase de prise de décision.

De plus pour la prise de bonnes décisions en utilisant la simulation seules les bonnes informations et connaissances qui ont un grand intérêt doivent être présentées aux experts, sinon il y a le risque de surcharge d'information et cognitive. Dans ce contexte, Info Sim gère toutes les informations de produit, processus, ressource et simulation avec toutes les versions. Et dans son utilisation, les experts de simulation perdent du temps pour chercher la

bonne version, pour comprendre la modification apportée d'une version à une autre, la cause de cette modification et l'influence de cette modification sur les autres objets qui sont en relation avec l'objet modifié. L'information doit être utilisée d'une manière efficace, et transformée en des connaissances utiles, qui peuvent ensuite être utilisées efficacement dans les activités de prise de décision (Constantinescu, Francalanza, & Matarazzo, 2015). Le processus de conversion de donnée en information puis en connaissance afin de les représenter, stocker et utiliser est devenu de plus en plus crucial (Chandrasegaran, et al., 2013).

En outre, la conception pour la production nécessite la compréhension et les connaissances de toutes les caractéristiques de produit, processus et les liens entre le produit et le processus de production (Elgh & Cederfeldt, 2007). Seuls les experts qui possèdent des connaissances spécifiques sur l'entreprise et sur les processus techniques sont capables de définir ces liens. Alors pour faire face à cette complexité, et pour définir les règles d'expertise ces connaissances d'expert doivent être capturées et modélisées (Bosch-Mauchand, Belkadi, Bricogne, & Eynard, 2013). En fait le modèle de simulation proposé par (Axiak, Refalo, & Francalanza, 2016) a conduit à la naissance des nouvelles idées et solutions ainsi des nouvelles connaissances qu'il faut les stocker pour la réutilisation dans les futurs projets. À la fin du processus de conception, il y a des informations substantielles accumulées qui pourraient être utiles pour les futures conceptions (Chandrasegaran, et al., 2013).

De plus, pour atteindre les objectifs multicritères, la prise en compte des points de vue de différents experts de simulation donne plus d'avantages dans la phase de prise de décision (Bosch-Mauchand, Belkadi, Bricogne, & Eynard, 2013). Il est essentiel de voir une connaissance selon les points de vue de tous les utilisateurs (Chandrasegaran, et al., 2013). En fait le produit peut être considéré selon différentes vues (fonctionnel, structurel, dynamique...). Et puisque l'UN est multi-métier et par suite multi-acteurs, alors il faut prendre en considération tous les points de vue de tous ces acteurs le plus tôt possible.

En outre dans le domaine de conception de produit, les exigences, les contraintes, les spécifications, les caractéristiques et les décisions ont conduit à la nécessité croissante de processus de conception collaborative et des outils de communication (Chandrasegaran, et al., 2013). La socialisation et le dialogue sont essentiels pour le partage de la connaissance tacite (Nonaka & Takeuchi, 1997). La complexité de l'UN impose le travail en collaboration entre tous les acteurs et le partage des connaissances par la communication.

Par conséquent, les défis actuels portent :

III. Problématique et méthodologie

- sur la capitalisation de toutes les connaissances utiles et pertinentes pour la prise de bonnes décisions (soit les connaissances de produit, processus, et le lien entre produit-processus, soit les autres connaissances utiles comme les caractéristiques de machine et les normes...),
- sur la prise en compte de tous les points de vue des acteurs de PDP,
- sur la mise en œuvre du travail en collaboration avec la communication entre les différentes équipes.

Il n'existe pas aujourd'hui de plateforme commune pour la capture, la représentation et l'échange des connaissances pendant toutes les phases de cycle de vie de produit (Tolio, Sacco, Terkaj, & Urgo, 2013).

En conclusion, les enjeux industriels liés à notre problématique de recherche se situent au niveau de la gestion de toutes les connaissances (tacites et explicites) par un SKM pour faciliter le développement des projets d'UN. Et par suite, ce SKM doit être capable de supporter la communication et le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP avec la capitalisation de toutes les connaissances utiles pour le développement des projets d'UN.

L'hypothèse principale dans ce travail de thèse repose sur le fait que les experts de simulation ont besoin de capitaliser toutes les connaissances pour réaliser les projets d'UN et pour la prise de bonnes décisions dans un temps restreint. Ces connaissances sont divisées en deux types : les connaissances générales qui sont utiles pour accomplir leur travail et les connaissances de projet qui sont développées au cours d'un projet spécifique. La capitalisation de ces types de connaissances permet la diminution de temps de développement de produit par la diminution de temps de recherche des bonnes informations dans différentes sources (internet, des livres...) et par la réduction de temps de modélisation (utilisation des précédents modèles d'un projet similaire) avec la prise de tous les points de vue et par suite la diminution des itérations de dysfonctionnement. Ceci est possible en favorisant le travail en collaboration et la communication entre tous les acteurs de PDP.

2. Objectif et cadre applicatif

Le but principal de ce travail de recherche est le développement d'un SKM capable de gérer toutes les connaissances utiles pour les projets d'UN et qui supporte la collaboration et la communication entre tous les acteurs de PDP. Nous proposons donc plus particulièrement :

- Un modèle conceptuel pour la gestion de toutes les connaissances (générales et de projet) et qui sont liées aux produits, processus, ressources et simulation,

- Le développement d'un SKM capable de gérer toutes les connaissances générales et de projet qui sont lié au SI « Info Sim » qui est dédié à la gestion des informations des projets d'UN,
- La prise en compte de tous les points de vue de tous les acteurs,
- La représentation des connaissances par une structure hiérarchique,
- Le développement d'un module de communication.

Nous avons évalué nos travaux de recherche sur deux exemples. Le premier exemple est mon projet de fin d'étude réalisé à Industrial Engineering Technologies (IET) en tunisie que j'ai entièrement créé et qui porte sur le développement d'un nouveau réservoir à toit flottant (conception du produit et de son système de production). Dans cette étude nous sommes basés sur les informations et connaissances utilisées et élaborées au cours de processus de conception de ce réservoir.

Le deuxième exemple regroupe trois projets réalisés par les élèves SUPMECA Paris, en collaboration avec Airbus Group Innovation Works, entre 2008 et 2010. Le but principal de ces trois projets vise à concevoir, simuler et améliorer des lignes d'assemblage aéronautiques, en utilisant les outils et les méthodologies de l'UN. Au cours de ces projets, les élèves ont rencontré des problèmes comme:

- Un manque des bonnes informations et connaissances qui sont utiles pour accomplir leurs travaux (tutoriels des logiciels, les normes de sécurité, les règles de conception, production et de simulation...)
- Un manque des résultats de précédents projets (ils ont refait tous sans recours à des précédents modèles similaires à ce nouveau projet)
- Un manque des expériences des experts de simulation de l'industrie (ils ont passé beaucoup temps à faire des scénarios non faisables par l'industrie)
- Beaucoup de temps perdu en déplacement pour faire des réunions, échanger les résultats et discuter sur les résultats obtenus par chacun d'entre eux

Et par suite nous avons identifié le besoin d'un SKM capable de gérer toutes les connaissances pour les projets d'UN et qui supporte la collaboration et la communication entre tous les acteurs pour faciliter la prise de bonnes décisions dans un temps restreint.

3. La méthodologie

Pour la définition d'un SKM, nous avons choisi l'approche MYSMAC de (Longueville & Gardoni, 2003). Cette approche consiste à définir un SKM par cinq points de vue : les objectifs du système, les connaissances manipulées par le système, les fonctions remplies

III. Problématique et méthodologie

par le système pour atteindre ses objectifs, les utilisateurs du système et l'architecture du système (tableau 2.1).

Notre SKM sera à forte composante d'un SI et par suite nous analysons dans cette partie les méthodologies de développement des SI.

Pour la conception de SI, plusieurs modèles ou langages de modélisation coexistent et sont exploités différemment selon les pays. Parmi celles-ci, nous avons choisi la méthode Merise et le langage UML qui sont très utilisés notamment en France qui sont les mêmes choix pour la conception de SI Info Sim (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015).

Axe	Description
Objectifs	Un SKM est mis en place pour répondre à des objectifs stratégiques.
Connaissances manipulées	Les types et natures des connaissances traitées par le SKM
Fonctions	SKM réalise un certain nombre de fonctions : <ul style="list-style-type: none">• La création des connaissances• L'utilisation des connaissances...
Utilisateurs	Le SKM est destiné aux utilisateurs caractérisés à la fois par leur nature et par le processus auxquels ils participent
Structure	La structure d'un SKM se décompose en trois éléments : <ul style="list-style-type: none">• Un outil, généralement un SI ou bien un logiciel• Une organisation• Des processus Un SKM peut couvrir l'ensemble de ces éléments ou simplement ou simplement une composition des trois.

Tableau 2. 1 : Définition d'un SKM d'après (Longueville & Gardoni, 2003)

Merise est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques (Nanci, Espinasse, & Cohen, 1996). Le but de cette méthode est d'arriver à concevoir un système d'information. Elle est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques.

La conception du système d'information se fait par étape, afin d'aboutir à un système d'information fonctionnel reflétant une réalité physique (figure 2.9). Il s'agit donc de valider une à une chacune des étapes en prenant en compte les résultats de la phase précédente.

L'expression des besoins est une étape consistant à définir les attentes du système d'information automatisé, il faut pour cela :

- faire l'inventaire des éléments nécessaires au système d'information
- délimiter le système en s'informant auprès des futurs utilisateurs

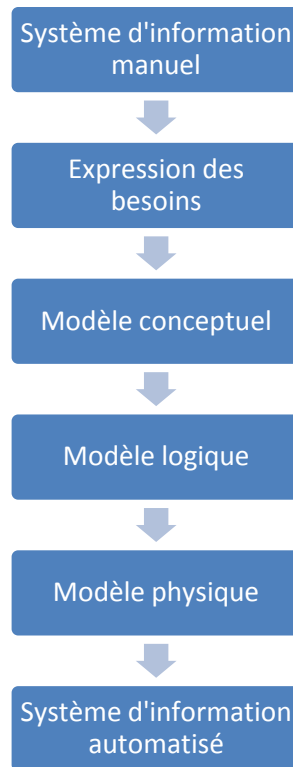


Figure 2. 9: Cycle d'abstraction pour la conception des systèmes d'information (Nanci, Espinasse, & Cohen, 1996)

La Modélisation Conceptuelle des données (MCD) a pour objectif de décrire le monde réel sous la forme d'entités et de relations entre ces entités :

- Modèle conceptuel de la communication (MCC) qui définit les flux d'informations à prendre en compte.
- Modèle conceptuel des données (MCD) et le modèle conceptuel des traitements (MCT) décrivant les règles et les contraintes à prendre en compte.
- Le modèle organisationnel consiste à définir le modèle organisationnel des traitements (MOT) décrivant les contraintes dues à l'environnement (organisationnel, spatial et temporel).

La Modélisation Logique exprime un choix de structuration pour les données et les traitements. Il s'agira par de décrire les données dans la structure de données choisie.

la Modélisation Physique présente le modèle d'implémentation à savoir le choix de matériel informatique (logiciel, outil, système d'exploitation, machine) pour le système d'information en termes de support de données et de traitements produit de SGBD (par exemple Oracle, langage et environnement de développement...). La description des

IV. Conclusion

données est réalisée dans le langage de définition de données du produit logiciel choisi (par exemple en SQL pour Oracle).

L'UML (Unified Modeling Language et en français langage de modélisation objet unifié) est actuellement un standard adopté par l'Object Management Group (OMG). Il est un langage de description orienté objet qui permet de modéliser une application selon une vision objet. Un objet est décrit par les attributs qui le composent et les traitements appelés méthodes qui peuvent lui être appliqués. L'UML confère des facilités de lisibilité et d'utilisation et de représenter des contraintes que l'on ne retrouve pas a priori dans d'autres langages. De plus ce langage est actuellement utilisé pour représenter des connaissances sous forme d'ontologie (Cranefield & Purvis, 1999). Ces aspects nous conduisent à choisir le formalisme UML comme langage de développement de modèle conceptuel de nos travaux de thèse.

L'AGL (atelier de génie logiciel ou en anglais CASE tools Computer Aided Software Engineering) désigne un ensemble de programmes informatiques permettant eux-mêmes de produire des programmes de manière industrielle. (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, & Haddar, 2015) a choisi Windev de PCSoft basé sur Merise comme AGL orientée réalisation pour le développement de leur SI (Info Sim) et puisque notre SKM sera lié au SI Info Sim, nous choisissons de le développer sur le même AGL Windev. En effet, WinDev est conçu pour développer des applications principalement orientées données. L'environnement de développement intégrant plusieurs outils, nous nous intéressons essentiellement à deux éditeurs : l'éditeur d'analyse et modélisation Merise et UML, et l'éditeur d'interface graphique. De plus, WinDev permet de lire et de modifier nativement des données de plusieurs outils propriétaires comme Excel par exemple. Enfin, WinDev est compatible avec des nombreux systèmes de gestion de base de données (MySQL, Oracle, SQL etc.).

IV. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre la gestion des connaissances : tout d'abord, nous avons décrit le processus de KM puis nous avons présenté quelques modèles destinés à la gestion des connaissances et enfin nous avons analysé les SKMs existants et identifier les manques actuels ce qui nous a conduits à identifier les problématiques industrielles et scientifiques d'une manière générale permettant d'amener notre problématique de recherche. Les enjeux actuels illustrent le besoin de travailler en collaboration entre tous les acteurs de PDP de différentes disciplines et par suite le besoin d'une plateforme commune pour la capture, la représentation et l'échange de toutes les connaissances pendant toutes les phases de cycle de vie de produit d'une façon facile et efficace pour faciliter la prise de bonnes décisions dans le temps voulu.

De plus, nous avons choisi de développer un SKM à forte composante d'un SI, c'est pour cela nous avons étudié les étapes de conception d'un SI. Nous avons choisi UML comme langage pour la représentation de notre modèle conceptuel présenté dans le chapitre suivant et nous avons choisi Windev comme outil AGL pour le développement de notre SKM.

IV. Conclusion

CHAPITRE III : PROPOSITION D'UN MODELE CONCEPTUEL DE GESTION DES CONNAISSANCES

Le présent chapitre est dédié à la proposition d'un modèle conceptuel permettant de gérer toutes les connaissances utiles pour le développement des projets d'UN. Notre modèle est lié au système d'information Info Sim qui est dédié à la gestion de toutes les informations des projets d'UN. Nous nous intéressons à la gestion des connaissances de conception simultanée et collaborative avec l'intégration de simulation pour la validation des systèmes de production.

Dans ce chapitre, nous détaillons tout d'abord notre proposition. Enfin, nous allons expérimenter notre modèle conceptuel avec un cas d'étude.

I. Le modèle conceptuel de SKM

1. Le diagramme de cas d'utilisateur

Nous présentons tout d'abord le diagramme de cas d'utilisation (figure 3.1) de notre proposition dans lequel nous trouvons les mêmes acteurs qui utilisent Info Sim et KSim : le chef de projet et les acteurs de PDP qui sont le concepteur, le fabricant et l'expert de simulation. Trois fonctions existent dans ce diagramme et nous détaillerons dans la section III de ce chapitre : la création des nouvelles connaissances qui peut être l'insertion des nouvelles connaissances générales ou la création des nouvelles connaissances de projet, le partage de ces connaissances et l'utilisation de ces connaissances.

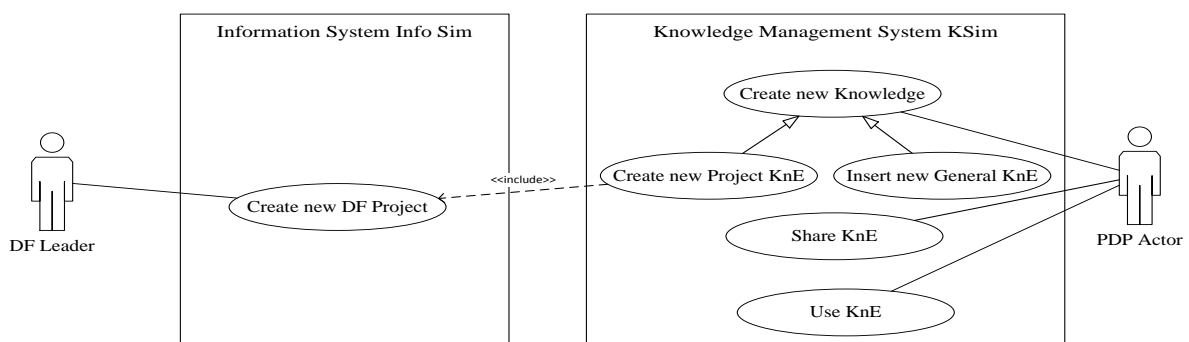


Figure 3. 1: Le diagramme de cas d'utilisation

2. L'architecture du système de gestion des connaissances KSim

Notre modèle proposé est dédié à la gestion de toutes les connaissances d'UN (figure 3.2) : celles obtenues au cours des projets d'UN et d'autres cruciales pour la réalisation et le développement des projets d'UN. Dans notre modèle, chaque élément de la connaissance a son propre contenu (la classe de contenu des connaissances donne une description plus détaillée de ce qui est contenu dans l'élément) et il est intégré dans un contexte spécifique (la classe de contexte des connaissances représente l'environnement global de l'élément de

I. Le modèle conceptuel de SKM

connaissance pour une meilleure compréhension). Le modèle conceptuel détaillé est dans la figure 3.3. Dans cette figure, les classes en rouge correspondent aux classes du modèle conceptuel d'Info Sim.

De plus, notre proposition est destinée à supporter la collaboration entre toutes les équipes multidisciplinaires c'est pour cela les acteurs de PDP ont des rôles cruciaux dans le processus de gestion des connaissances. Ils doivent intégrer leurs connaissances et les partager entre eux le plus tôt possible. En outre, notre proposition supporte aussi la communication et les discussions des acteurs.

Dans le chapitre de l'état de l'art, nous avons présenté les différentes typologies de la mémoire d'entreprise selon les différents auteurs. Parmi elles nous avons choisi la classification de (Rivière & Matta, 1998) : la mémoire de profession et la mémoire de projet. Notre proposition est basée sur cette typologie. En effet dans notre modèle, la classe d'entité de connaissance comprend les deux principales classes du modèle: l'entité de connaissance générale et l'entité de connaissance de projet qui est créée dans un projet d'usine numérique spécifique d'Info Sim. Cette entité de connaissance peut être utilisée dans les projets d'usine numérique d'Info Sim.

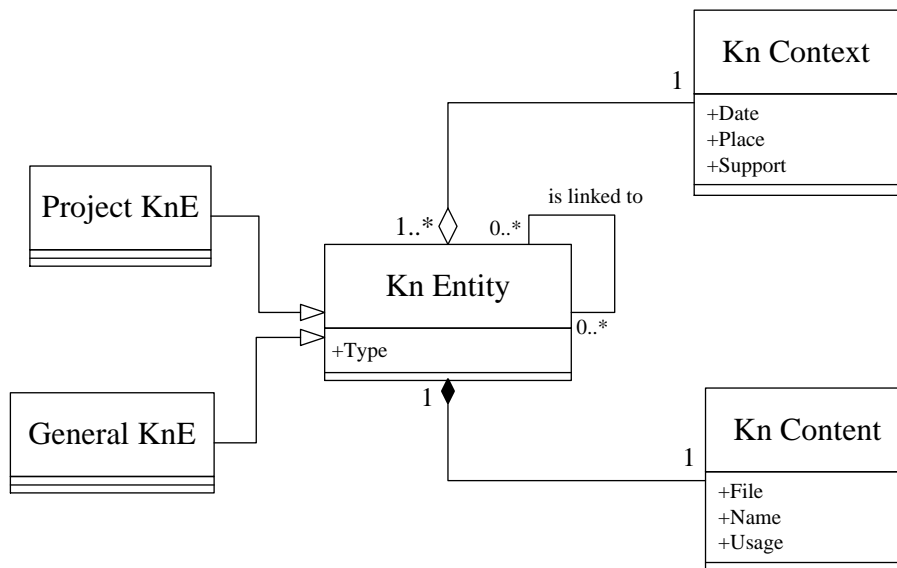


Figure 3. 2: Micro modèle conceptuel

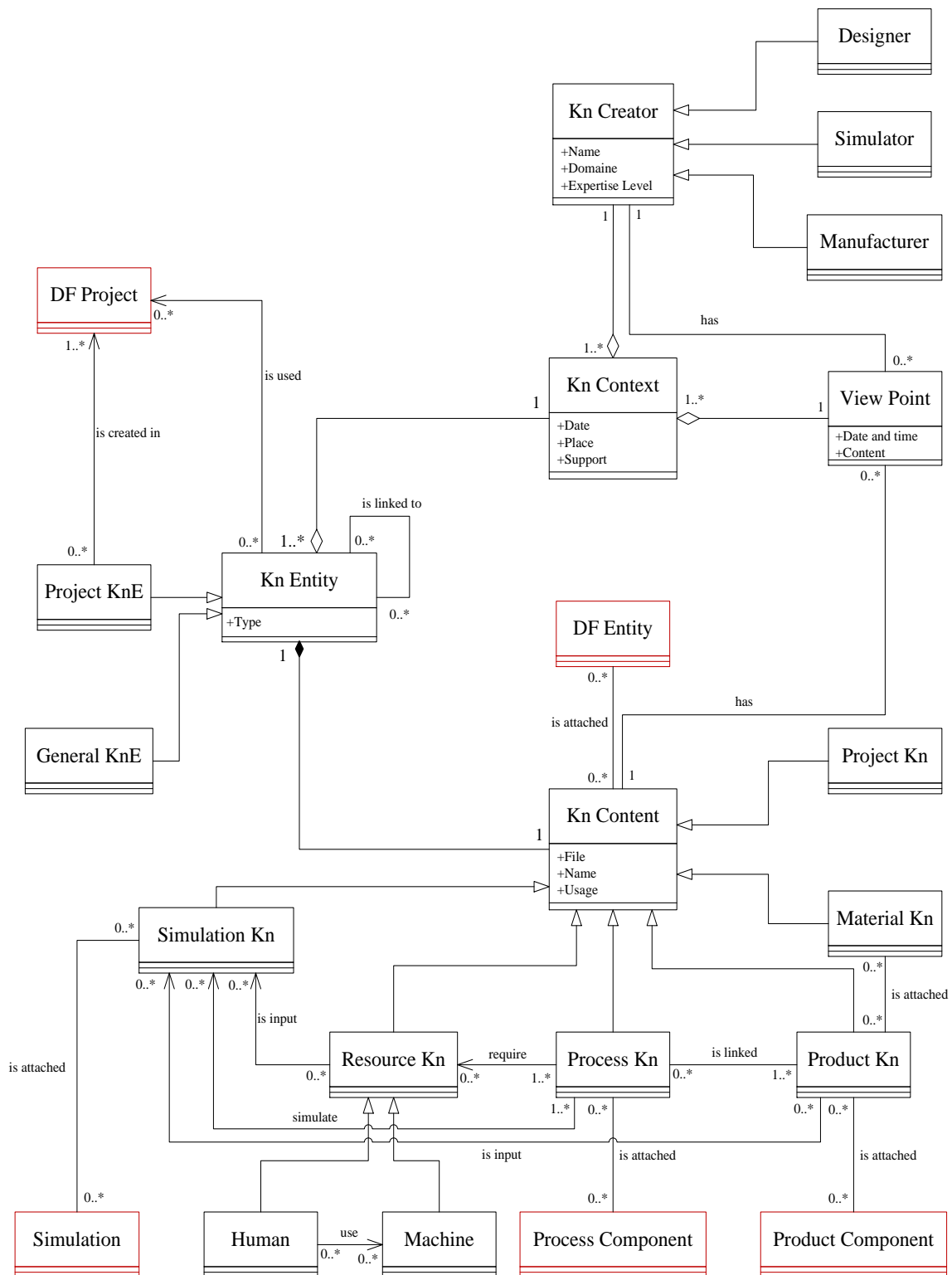


Figure 3. 3: Le modèle conceptuel de KSim (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015)

Les connaissances générales

Les connaissances générales sont les connaissances utiles pour la réalisation des activités du projet. Ces connaissances peuvent être : les matériaux (ses disponibilités dans l'entreprise, ses caractéristiques), les normes techniques, les documents scientifiques ou

I. Le modèle conceptuel de SKM

techniques (des règles, des équations...), des sites internet intéressent, les schémas des pièces standards (vis, écrou...), tous les ressources de l'entreprise (les machines avec ses notices d'utilisation et de maintenances, les logiciels avec ses tutoriels...) des programmes à commande numérique, les connaissances des experts de simulation etc.

Les connaissances des projets

Les connaissances de projet sont les activités de projet, son histoire et ses résultats (Tourtier, 1995). Selon (Longueville & Gardoni, 2003) elles sont les connaissances acquises et produites pendant le projet. Elles sont les solutions réalisées dans les projets et les raisons de choix (Karsenty, 2001). Pour nous les connaissances de projet sont créées à partir des projets d'Info Sim, elles peuvent être des connaissances de produit (les schémas et les modèles de CAO, les matériaux utilisés dans chaque projet), processus (la gamme de fabrication et d'assemblage), ressources (toutes les ressources utilisées dans le projet) et simulation (les résultats de simulation).

Notion de contexte

Dans la section I.III.3, nous avons cité des travaux qui ont un lien avec la notion de contexte et par la suite nous avons conclu sur la nécessité d'utiliser le contexte pour faciliter la compréhension et la réutilisation des connaissances et pour éviter la surcharge informationnelle.

On peut considérer la connaissance comme information structurée comme on peut la considérer comme une information avec un contexte qui dépend d'un certain nombre de variables (Chandrasegaran, et al., 2013).

L'état de l'art sur cette notion réalisé dans la section I.III.3 nous a conduits à déduire les éléments nécessaires de contexte qui sont : l'objet, l'utilisateur, le temps et l'emplacement. Nous trouvons ces éléments dans tous les travaux qui ont souligné le problème de contexte même ils peuvent être exprimés différemment. Dans nos travaux de recherche, la notion de contexte contient le temps, le lieu et l'utilisateur (son nom, son domaine, son niveau d'expertise), comme il contient l'objet ou la tâche nommée le contenu de connaissance dans ce rapport.

Pour la prise en compte des erreurs le plus tôt possible et dans les premières phases de conception, nous avons proposé d'ajouter la notion de point de vue à la connaissance et dans le contexte pour faciliter l'extraction des connaissances. En effet, il est essentiel de voir une connaissance selon les points de vue de tous les utilisateurs (Chandrasegaran, et al., 2013).

Dans la littérature nous trouvons la définition de point de vue comme l'expression d'une opinion, individuelle ou non, sur un sujet donné. Avec cette définition le point de vue doit obligatoirement contenir trois éléments : l'acteur qui a donné son point de vue, l'objet sur quoi ce point de vue et le contenu de ce point de vue. Selon (Rivière & Dieng-Kuntz, 2002) un point de vue est caractérisé par « le point de focalisation » permet de décrire le contexte dans lequel un expert se place, ainsi que son objectif et « un angle de vue » qui décrit les caractéristiques de ceux qui s'expriment selon un certain point de focalisation.

Nous avons basé notre approche sur cette définition pour représenter le point de vue (figure 3.4). Pour nous, le point de focalisation qui est l'objet sur laquelle l'acteur a donné son point de vue est le contenu de connaissance. Nous pouvons trouver de nombreux points de vue dans chaque Kn_Content (focus), parce que plusieurs acteurs voient l'objet différemment en fonction de leurs compétences et exigences spécifiques de leur discipline. La deuxième partie décrit les caractéristiques des acteurs, qu'il peut être leur nom, leur domaine (conception, fabrication ou simulation) et le niveau d'expertise. La dimension humaine est très importante car elle permet de connaître le degré d'importance de ce point de vue dans les phases de cycle de vie de produit.

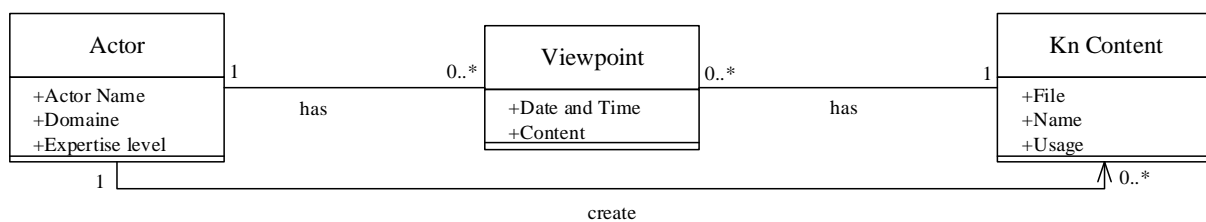


Figure 3. 4: Le modèle conceptuel de point de vue

(Geryville, 2008) donne trois types de point de vue :

- PV1 : un objet peut être considéré par des caractéristiques pertinentes et d'autres non. Par exemple, l'étude d'un grand réservoir conduit à conclure pour le manufacturier que le réservoir de diamètre 30m doit contenir sept viroles de différentes épaisseurs, alors que le designer s'intéresse à la couleur de ce réservoir.
- PV2 : un objet peut être représenté ou défini par des acteurs de même domaine, mais de différentes façons. Par exemple, deux agents de calcul d'étude ont calculé les épaisseurs des viroles différemment selon les matériaux choisis ou selon les standards utilisés.
- PV3 : un même objet peut être jugé avec des opinions différentes. Par exemple, le concepteur a défini un trou de diamètre 3mm alors que selon le point de vue de fabricant ce trou est infaisable, car il n'y a pas de ressource pour le faire.

I. Le modèle conceptuel de SKM

Dans nos travaux de recherches, nous nous intéressons uniquement sur les connaissances pertinentes. De fait, nous n'utiliserons ici uniquement des points de vue de type PV2 ou PV3.

La notion de contenu

Puisque la connaissance peut être considérée comme une information dans un contexte, il en résulte que sa représentation dépend à la fois du contexte et du contenu de l'information (Chandrasegaran, et al., 2013).

Dans notre modélisation, la classe de contenu des connaissances est liée à la classe de l'entité de la connaissance à travers la relation de composition, parce que si on supprime la connaissance tout son contenu sera supprimé.

La classe de contenu de la connaissance contient les attributs tels que le nom, le fichier, l'utilisation... Cette connaissance peut être la connaissance des produits, processus, ressources, simulation, matériaux ou des connaissances de projet. La classe de contenu est attachée à la classe d'entité de l'usine numérique d'Info Sim. En effet pour réaliser des nouveaux projets d'UN et obtenir des nouvelles informations de projet en Info Sim nous avons besoin de voir et recourir à la base des connaissances et même réutiliser des résultats des anciens projets.

Le lien d'association, nommé `isAttached`, entre les classes `ProcessKn` et `ProcessComponent` (la même chose pour `ProductKn` et `productComponent`, `SimulationKn` et `Simulation`) est modélisé comme un sous-ensemble de la liaison de l'association, également nommé `isAttached`, entre les classes `KnContent` et `DFEntity` (figure 3.5).

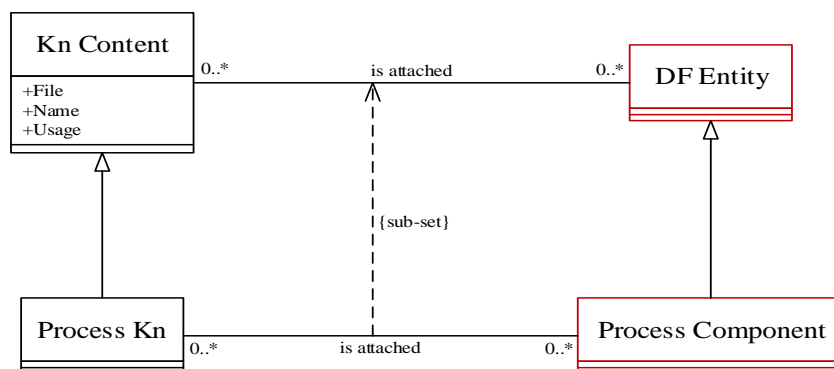


Figure 3. 5: Le lien entre les informations et les connaissances de projet

Les classes de contenu des connaissances sont liées. En effet, un produit a un matériau et il est lié à un processus. Cette dernière classe nécessite la connaissance de ressource qui peut être humain ou machine. Pour faire des scénarios de simulation et obtenir des résultats concrets, l'expert de simulation a besoin de voir toutes les connaissances de produit, ressource et processus.

La connaissance de processus : peut-être codée comme des méthodes dans une représentation de produit, fournissent des mécanismes pour réaliser des détails de conception à toutes les étapes du cycle de vie du produit. En effet le processus est un ensemble d'activités. Une activité transforme les entrées en sortie en utilisant les ressources disponibles. Les connaissances de processus peuvent être la gamme d'assemblage et de fabrication, les programmes de commande numérique, les documentations techniques, etc.

La connaissance de produit : comprend une énorme quantité d'informations et connaissances associées à l'évolution d'un produit tout au long de son cycle de vie. En fait le produit est l'entrée d'un processus qu'il va le transformer ou la sortie qui est transformée par le processus. Les connaissances de produit peuvent être : les exigences et les contraintes, les normes techniques, les pièces, la relation entre le produit et ses différents constituants, les fiches de calcul, la géométrie, les modèles CAO de pièce et de produit, la nomenclature, plan et les schémas, les caractéristiques des matériaux, l'étude et la simulation des pièces...

La connaissance de simulation : comprend les connaissances des experts, les règles des experts, les résultats de simulation, l'analyse et l'interprétation des résultats...

La connaissance de ressource : les machines, les dispositifs de transfert les palettes, les logiciels, les ouvriers peuvent être des ressources de l'entreprise. De fait, les connaissances de ressource peuvent être les tutoriels des logiciels, les compétences des employés, des vidéos d'explication le fonctionnement d'une machine ou comment un ouvrier travaille sur une machine, les caractéristiques de toutes les machines (les notices d'utilisation, les notices de maintenance, les fiches de réparation, etc.)...

La connaissance de projet : comprend une description de projet, le cahier de charge, les principaux objectifs atteints au cours de ce projet, une interprétation... C'est plus tôt un retour d'expérience sur la globalité du projet.

3. Les fonctions de KSim

3.1 La création de nouvelle connaissance

En fait, notre SKM est capable de gérer deux types de connaissances : la connaissance générale et la connaissance de projet. Pour cela nous présentons dans la figure 3.6 le diagramme d'activité pour la création des connaissances de projet et dans la figure 3.7 le diagramme d'activité pour la création des connaissances générales dans KSim.

Dans le premier diagramme, le chef de projet et les trois acteurs de PDP (le concepteur, le fabricant et le simulateur) sont impliqués pour la création de ce type de connaissance. Tout d'abord la création de nouveau projet dans Info Sim par le chef de projet conduit à sa création automatique dans KSim. Puis le concepteur (la même chose pour le

I. Le modèle conceptuel de SKM

fabricant et le simulateur) intègre toutes les informations de produit (les fiches de calcul, les dessins de CAO...) dans Info Sim avec toutes les versions. Ensuite la validation de la bonne version de produit par le chef de projet conduit à sa création automatique dans KSim et par la suite la création d'une nouvelle connaissance de projet liée au produit (la même chose pour le processus et la simulation). De plus, l'ajout d'un ou plusieurs points de vue des acteurs sur une version de produit dans Info Sim conduit à sa création automatique avec tous ces points de vue dans KSim. Alors, nous trouvons dans le système de gestion des connaissances KSim que les bonnes versions de produit, processus et simulation qu'on a utilisées dans ce projet avec des versions qui ne sont pas choisies dans ce projet, mais qui ont un ou plus de points de vue des acteurs et qui peuvent aider les acteurs dans d'autres projets. En fait, les points de vue des acteurs sur une version peuvent être des erreurs à ne pas faire dans les prochains projets, des solutions qui sont utiles dans les futurs projets. Alors, la capitalisation de ces points de vue est très importante.

Dans le deuxième diagramme, chaque acteur de PDP peut insérer une nouvelle connaissance générale en ajoutant du contexte à celle-ci. Elle sera créée dans le module de connaissance générale de KSim. Cette connaissance peut être une norme technique, une pièce standard, un tutoriel de logiciel, des connaissances métier, etc.

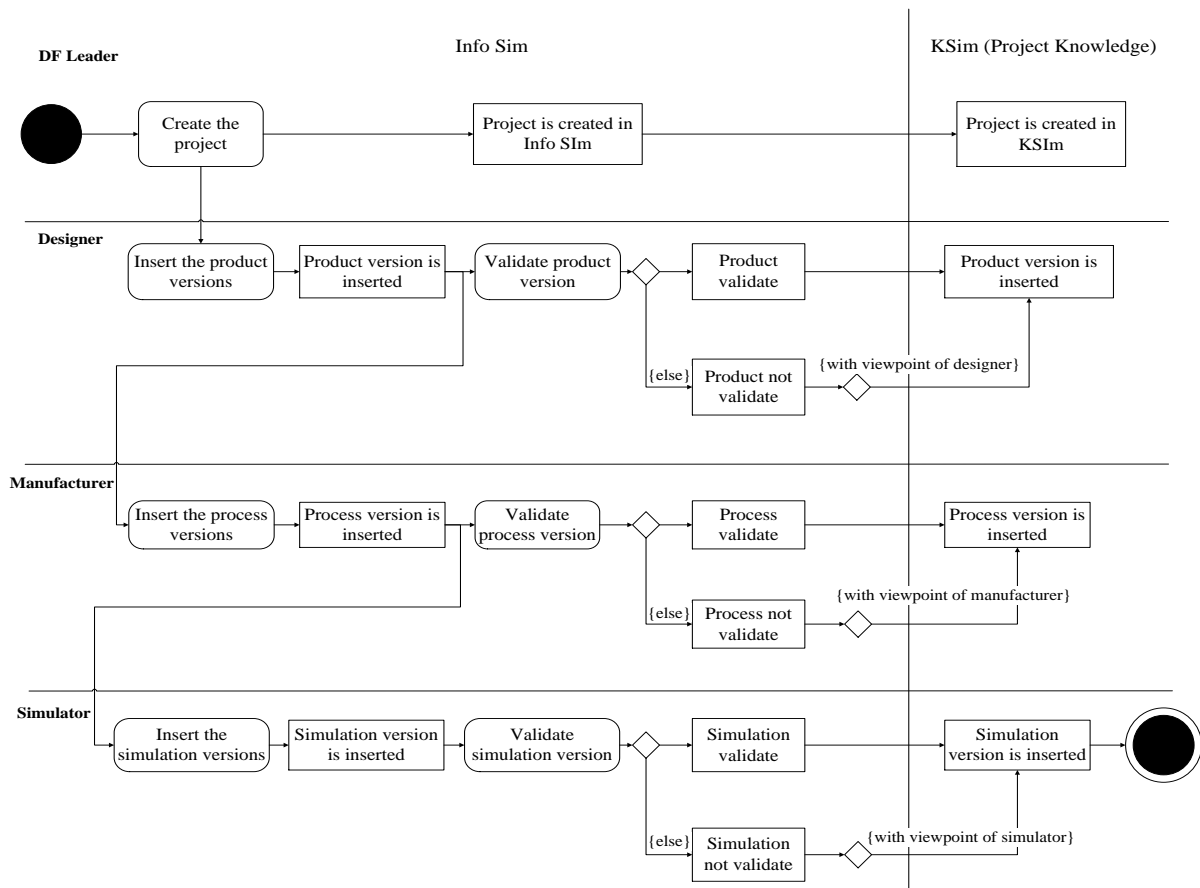


Figure 3. 6: Le diagramme d'activité pour la création des connaissances de projet (Bouزيد, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017)

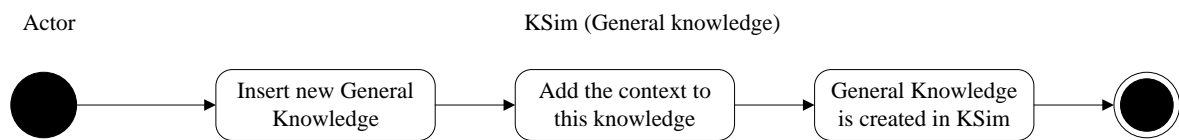


Figure 3. 7 : Le diagramme d'activité pour la création des connaissances générales

3.2 Le partage des connaissances en KSim

Notre proposition favorise aussi le travail en collaboration entre toutes les équipes de projet d'UN. En fait après la création de nouvelle connaissance en KSim chaque acteur peut consulter cette connaissance et peut interagir avec tous les acteurs multidisciplinaires sur cette connaissance par l'insertion de son point de vue ou par la communication et la socialisation avec les autres acteurs (figure 3.8). Ainsi, notre proposition supporte les méthodes de narration, d'encounter et de socialisation qui facilitent le partage des connaissances entre tous les acteurs de PDP.

I. Le modèle conceptuel de SKM

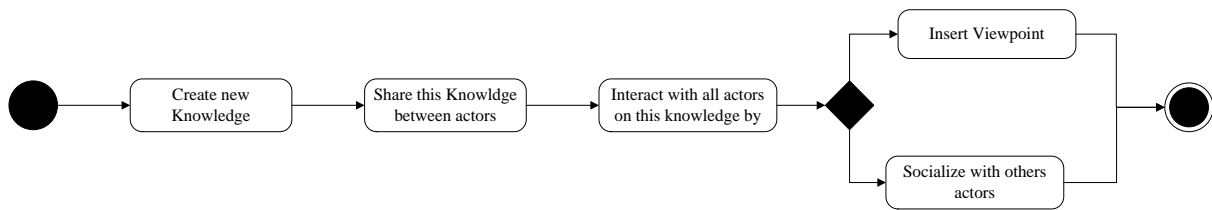


Figure 3. 8 : Le diagramme d'activité pour le partage des connaissances

La narration

Les acteurs de PDP intègrent toutes les informations générées et obtenues au cours de projet dans le système d'information Info Sim. Ces informations seront alors des connaissances de projet après leur validation par le chef de projet ou bien l'ajout du point de vue des acteurs à ces informations (figure 3.6). Ces connaissances seront alors disponibles à tous les acteurs de PDP pour les voir ou réutiliser. En fait le point de vue, dans nos travaux de recherche, peut-être l'expérience de l'acteur (comment il a pensé pour résoudre un problème, comment il a trouvé cette solution et les étapes qu'il a faites pour résoudre ce problème ...), un commentaire, une remarque, une observation, une question... Alors, si quelqu'un a écrit son point de vue sur un objet, les autres peuvent communiquer avec lui en écrivant aussi leurs points de vue sur le même objet.

Encountering

Deux types de connaissances sont présents dans notre proposition: les connaissances du projet et les connaissances générales. Le dernier type de connaissances peut être les connaissances du matériel, des ressources, des règles, des tutoriels, des normes et des pièces standards, comme il peut être un site Web, des documents intéressants ... Pour une meilleure compréhension, la connaissance générale a aussi un contexte comme la connaissance du projet: le nom du fichier, le nom du créateur, la date et l'heure de la création, une description, des points de vue... Après l'intégration de ce type de connaissances dans KSim, elles seront disponibles à tous les acteurs de PDP pour les voir, utiliser et même les commenter.

Socialisation

Pour faciliter le partage des connaissances tacites, nous proposons un module dans KSim dédié à la communication et la discussion entre les acteurs. Cet espace permet aux acteurs de socialiser les uns avec les autres en offrant des possibilités pour les conversations, les discussions, les questions et les réponses, la communication instantanée. Ces conversations sont connues comme étant des excellentes sources de partage des connaissances tacites.

3.3 L'utilisation des connaissances pour le développement des projets d'UN

La figure 3.9 montre le diagramme d'activité pour l'utilisation d'entités des connaissances dans un nouveau projet. En effet pour la création d'un nouveau projet les acteurs de PDP recherchent les projets similaires à ce nouveau et réutilisent ses résultats avec les changements nécessaires sans perdre le temps de refaire tout. En plus, ils peuvent voir les versions qui ont des points de vue pour ne pas tomber dans les mêmes erreurs et pour profiter des expériences des anciens acteurs dans leurs pensées et leurs solutions... En outre, ils peuvent voir les connaissances générales de KSim pour obtenir des résultats concrets et faciliter la prise de décision de ce nouveau projet.

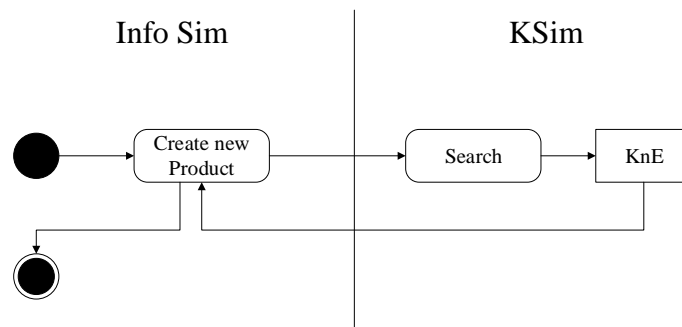


Figure 3. 9: Le diagramme d'activité pour l'utilisation des connaissances

Pour faciliter la recherche et la compréhension des connaissances dans KSim, nous avons choisi les pages des connaissances² pour la représentation des connaissances.

Alors, nous trouvons dans KSim les connaissances regroupées par objet (par exemple dans les connaissances de projet de KSim, une page de connaissances de produit présente tous les produits d'un projet avec leurs contextes). De plus, les points de vue dans KSim sont regroupés dans une page de connaissance selon un objet ou selon l'acteur (figure 3.10).

La figure 3.10(b) montre la collection de points de vue par objet (kn_content). Dans cette représentation, un Kn_Content, qui peut être une entité de produit, processus, ressource ou de simulation, peut avoir plusieurs points de vue associés à différents acteurs pour différents usages. En fait, un produit doit être considéré à partir de multiples perspectives ou points de vue pour satisfaire toutes les exigences qui doivent être abordées au cours du développement du produit (Gunendran & Young, 2007). Cette représentation aide l'acteur à résoudre le problème le plus tôt possible à travers les remarques de tous les intervenants. De plus, elle permet aux utilisateurs de voir le degré d'interaction entre les acteurs.

² Une page de connaissances permet de regrouper des connaissances associées à un concept

I. Le modèle conceptuel de SKM

Nous présentons dans la figure 3.10(a) l'organisation des points de vue par acteur. En fait, dans un projet, chaque acteur peut avoir plusieurs points de vue dans différents objets. Alors, avec cette présentation nous pouvons voir le degré de participation de chaque acteur dans ce projet. De plus, le point de vue de l'acteur nous permet de voir comment cet acteur pense à cet objet et pourquoi il a proposé cette solution. Alors, la collection des points de vue par acteur peut être une source d'acquisition des connaissances de cet acteur.

L'organisation du point de vue par ces deux dimensions est donc très importante pour faciliter la compréhension et la réutilisation des connaissances et prendre en compte les remarques dans le projet en cours et celles à venir.

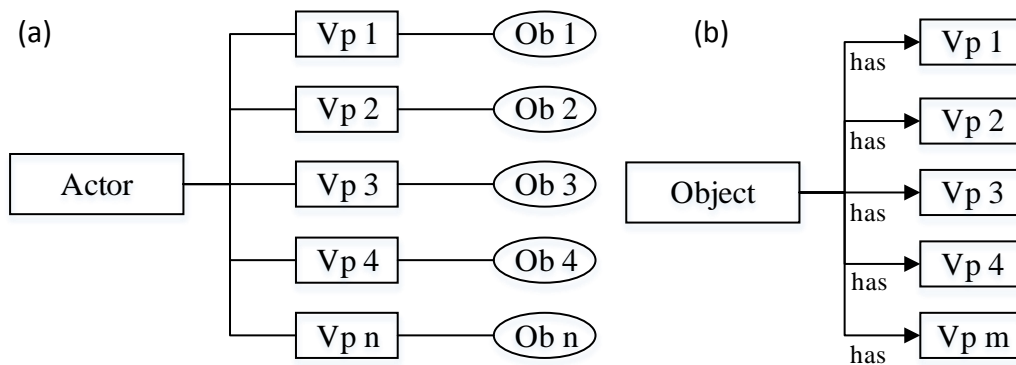


Figure 3. 10: La représentation des points de vue par (a) acteur (b) objet

De plus, nous avons aussi choisi **la structure hiérarchique** pour faciliter la recherche et la compréhension de la connaissance et les liens entre les connaissances. Pour cela nous présentons dans la figure 3.11 la représentation de connaissances par **acteur**. Cette figure montre tous les objets (produit, processus, ressource ou simulation) qui sont faits par un acteur spécifique dans un projet et les liens entre ces objets. Alors, elle montre le degré de participation de chaque acteur dans tel projet et elle facilite la compréhension du projet à travers les liens entre ces objets. En effet si quelqu'un veut modifier un objet il peut voir tous les objets qui seront impactés potentiellement par cette modification et par la suite assurer la cohérence du projet.

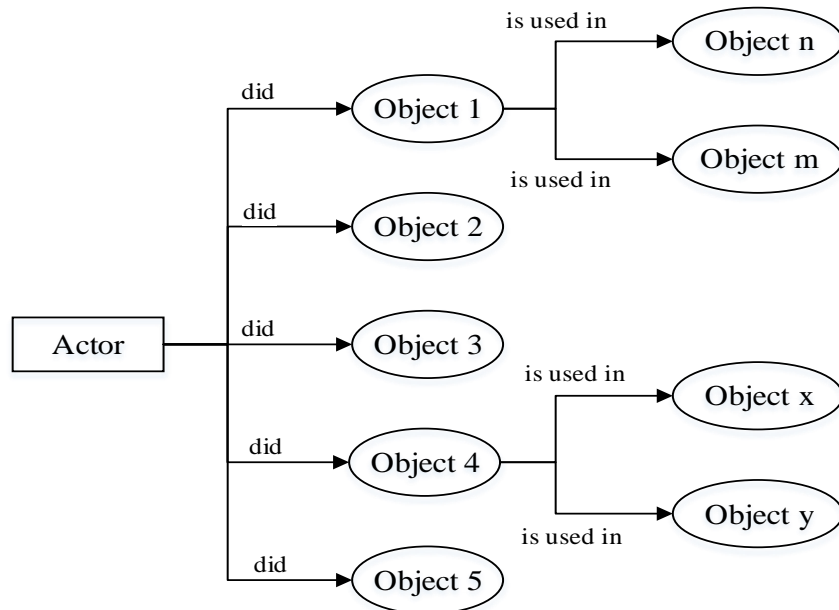


Figure 3. 11: La représentation des connaissances par acteur

Le choix de représentation des connaissances par acteur

Les acteurs ont des rôles très importants dans la gestion des connaissances (Beylier, 2007). Ils sont des producteurs ou contributeurs par la création des nouvelles connaissances au cours de leurs activités comme ils sont des utilisateurs et chercheurs de nouvelles connaissances pour accomplir certaines activités (Markus, 2001) (Lee & Strong, 2003). Ce dernier type d'acteur rencontre des difficultés au niveau de la recherche des connaissances pour les interpréter, les apprendre ou les réutiliser. C'est pour cela nous avons choisi la structure hiérarchique pour faciliter la compréhension et la réutilisation de ces connaissances.

Le choix de la structure hiérarchique

En fait dans la littérature, nous pouvons trouver différentes langues utilisées pour la représentation des connaissances parmi elles nous trouvons les langues semi-formelles qui fournissent une structure souple pour l'exploration dynamique de l'information. Elles sont basées sur les formats graphiques pour la représentation des connaissances qui facilitent sa compréhension et son transfert (Jmal, 2013).

La structure de « la carte conceptuelle » est un langage semi-formel qui facilite l'organisation et la représentation des connaissances (Cañas, Carff, Suri, Lott, Eskridge, & Carvajal, 2004). Elle est formée par des nœuds et des liens entre les nœuds. La carte conceptuelle peut être structurée en une structure hiérarchique ou réseau (Amadiou, Van Gog, Paas, Tricot, & Mariné, 2009). Les résultats de (Amadiou, Van Gog, Paas, Tricot, & Mariné, 2009) montrent que la structure hiérarchique de la carte conceptuelle améliore la

II. Expérimentation du modèle conceptuel

performance de compréhension et réduit l'effort mental et la désorientation des apprenants avec de faibles connaissances préalables en comparant avec la structure du réseau.

4. Synthèse

Le but principal de nos travaux de recherche est le développement d'un SKM capable de gérer toutes les connaissances pour le développement des projets d'UN. En se basant sur la méthode MYSMAC proposée par (Longueville, Dudézert, Malabry, & Colombes, 2003) nous avons présenté dans cette section le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de classe et les diagrammes d'activités permettant la définition de notre système de gestion de connaissance que nous synthétisons dans le tableau 3.1.

Axe	Description
Objectifs	Gérer toutes les connaissances pour le développement des projets d'UN
Connaissances Manipulées	<ul style="list-style-type: none">• Connaissances explicites et tacites• Connaissances générales et de projet
Fonctions	<ul style="list-style-type: none">• Création et la capitalisation des connaissances• Le partage des connaissances• La réutilisation des connaissances
Utilisateurs	Tous les acteurs de PDP
Structure	<ul style="list-style-type: none">• Outil : notre SKM est à forte composante de système d'information• Organisation : repose sur les ressources humaines qui utilisent le système• Processus : la création de nouvelles connaissances

Tableau 3. 1 : la définition de notre SKM d'après (Longueville, Dudézert, Malabry, & Colombes, 2003)

II. Expérimentation du modèle conceptuel

Pour réaliser l'expérimentation du modèle conceptuel proposé et pour valider sa complétude et sa cohérence, nous nous sommes appuyés sur le processus de conception d'un réservoir à toit flottant (figure 3.12). Selon (Stef, Draghici, & Draghici, 2013) le processus de conception comporte trois phases : la phase de conception conceptuelle, la phase de conception physico-morphologique (Embodiment Design) et la phase de conception détaillée. Nous présentons dans la figure 3.13 le cycle de vie de produit et la

figure 3.14 le processus de conception du réservoir, ainsi que toutes les informations et connaissances utiles et importantes pour la réalisation de ce réservoir. La figure 3.15 montre quelques informations et connaissances utilisées et élaborées au cours de conception de ce réservoir. Il est vrai que dans cette figure il y a des connaissances qui ne rentrent pas dans le développement des projets d'UN comme par exemple la simulation par E.F du produit ou de la pièce, mais il est intéressant à l'acteur de voir ce type de connaissance même pour connaître le comportement et la résistance du produit et l'interaction mécanique entre les pièces assemblées.

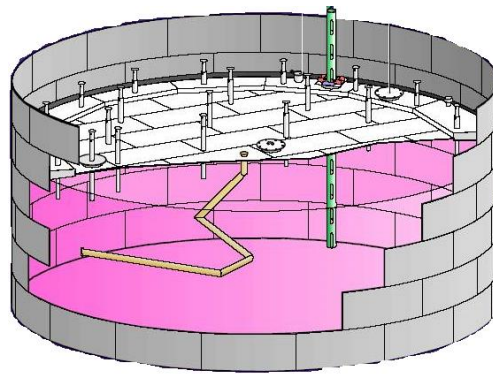


Figure 3. 12 : Le réservoir à toit flottant

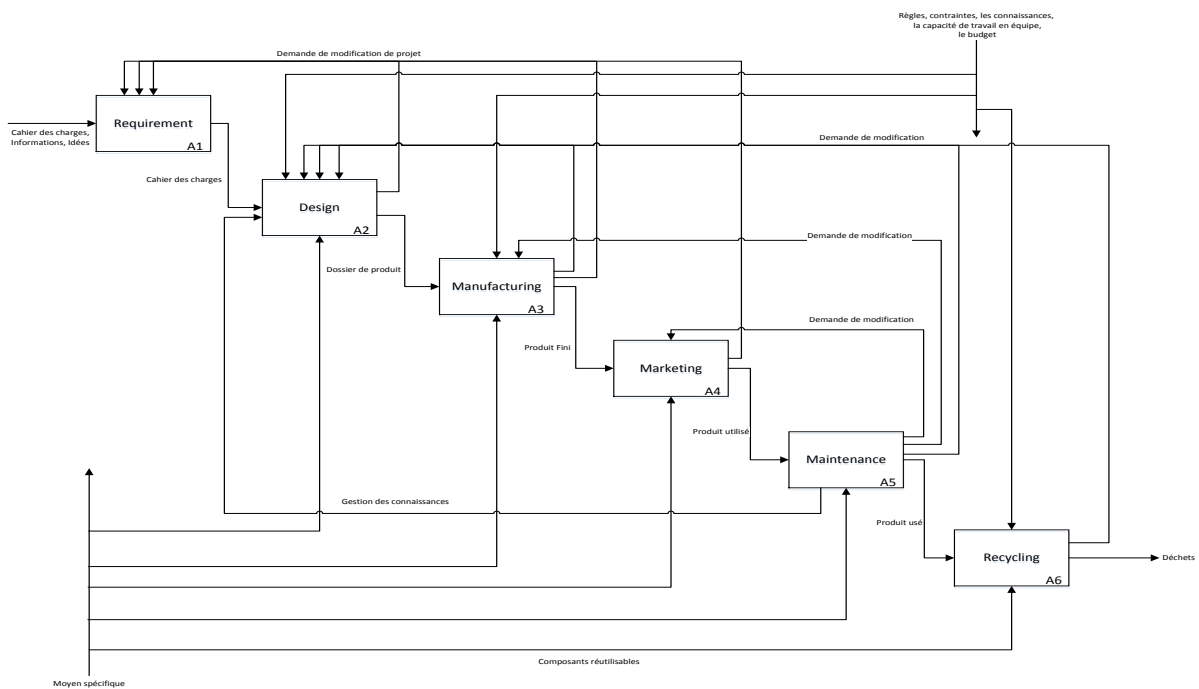


Figure 3. 13: Le diagramme A0 : Le cycle de vie de produit (Stef, Draghici, & Draghici, 2013)

II. Expérimentation du modèle conceptuel

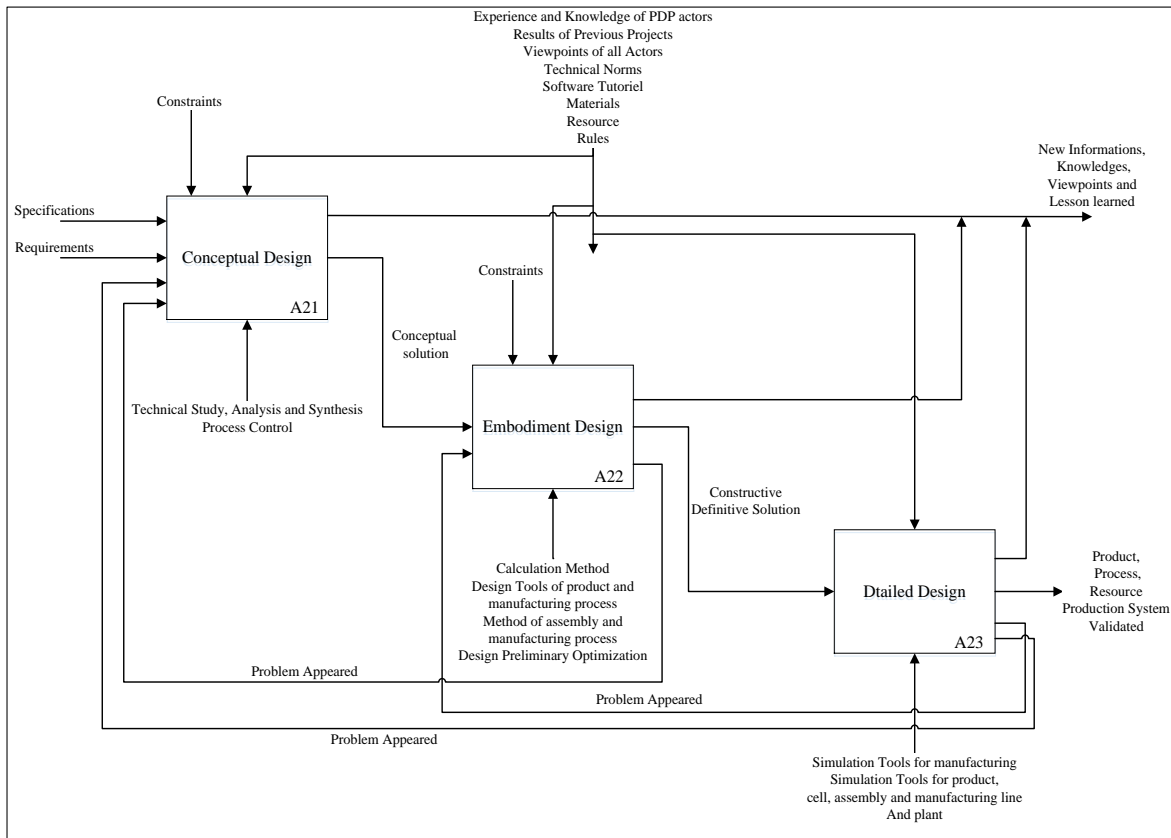


Figure 3. 14: Le diagramme A2 : Les phases de conception

1. La phase de conception conceptuelle

L'objectif de cette phase est de définir les principales solutions de produits à partir du cahier de charge et des besoins exprimés. Pour cela les acteurs doivent faire une étude complète sur le produit selon toutes les vues (fonctionnelle, structurelle...) après extraction de tous les problèmes. Puis ils doivent évaluer la solution conceptuelle selon des critères techniques et économiques. Pendant cette phase les acteurs du PDP ont besoin de voir les solutions de précédents projets similaires à ce nouveau (**Project KnE**), les anciennes remarques et les points de vue (**View Point of Kn Context**) pour ne pas tomber dans les mêmes erreurs, voir les connaissances générales (**General KnE**) qui sont utiles pour accomplir leur travail (normes, règles, contraintes...). De nouvelles informations, connaissances et résultats (**Project KnE et General KnE**) sont créés au cours de cette phase et doivent être capitalisés pour les réutiliser dans les prochaines phases de conception de ce projet ou dans les futurs projets.

2. La phase de conception physico-morphologique

Dans cette phase les acteurs de PDP doivent développer une description technique et structurelle complète du produit final en termes de forme et de taille (**Product Kn**). Tout d'abord, les acteurs doivent préparer tous les documents de définition du produit (les

modèles de CAO, les maquettes numériques...) en détaillant toutes les pièces et leurs matériaux (**Material Kn**), leurs tailles et formes, les diagrammes et les plans, les gammes d'assemblages et d'usinage (**Process Kn**)... Puis ils doivent analyser, manipuler et tester le produit par les logiciels de simulation (**Resource Kn**) par éléments finis par exemple.

Pour atteindre la solution optimale du produit, les tâches d'analyse, d'évaluation et de synthèse doivent être séquentielles et complémentaires. Pour cela les acteurs doivent travailler dans une plateforme commune qui supporte la communication entre eux.

Durant cette phase les acteurs ont besoin de connaître les points de vue (**View Point of Kn Context**) concernant la phase précédente comme ils ont besoin de voir et réutiliser les résultats de précédents projets similaires à ce nouveau (**Project KnE**). En fait s'il y a un ancien projet de réservoir qui est différent à ce nouveau dans la définition du diamètre, les acteurs peuvent réutiliser tous les résultats avec une petite modification sur la taille et ainsi obtenir un gain de temps. De plus, ils ont besoin d'utiliser (**General KnE**) les normes techniques, les caractéristiques de matériaux (**Material Kn**) disponibles dans l'entreprise, les caractéristiques des machines (**Resource Kn**) (la capacité de production, la vitesse de rotation ...) les tutoriels des logiciels de conception et de calcul, etc...

Finalement, les acteurs du PDP ont utilisé les connaissances de projet et les connaissances générales (**Project KnE et General KnE**) pour accomplir leur travail comme ils ont créé de nouvelles informations et connaissances qui doivent être capitalisées avec un contexte pour les réutiliser potentiellement dans la prochaine phase et les prochains projets.

3. La phase de conception détaillée

Durant cette phase les acteurs doivent tester et valider tous les documents du produit et de sa gamme de fabrication et d'assemblage qu'ils ont reçus. Pour cela ils doivent tout d'abord modéliser virtuellement le processus de fabrication de produit pour s'assurer du coût, de la qualité, de la quantité de production, du temps de fabrication, etc. Puis ils vont tester et simuler le produit, le processus de fabrication, l'usine, la ligne de production, la machine, etc. Ensuite les résultats de simulations (**Simulation Kn**) doivent être analysés et interprétés pour la prise des bonnes décisions et la validation des bonnes versions.

Au cours de cette phase les experts ont besoin de voir tous les résultats et les points de vue (**View Point of Kn Context**) de précédentes phases, les contraintes, les exigences, etc. comme ils ont besoin de voir les résultats de précédents projets (**Project KnE**) pour les comparer et les optimiser et peuvent aussi réutiliser en modifiant l'emplacement d'une machine par exemple et par suite gagner le temps de modélisation. De plus, ils ont besoin de voir les points de vue (**View Point of Kn Context**) concernant l'analyse des précédents scénarios pour ne pas tomber dans les mêmes erreurs et ne pas faire des scénarios non

II. Expérimentation du modèle conceptuel

faisables. En outre, ils ont besoin de voir (**General KnE**) les normes ou des règles pour vérifier quelques choses, etc., et par la suite, les experts ont besoin de voir et réutiliser les connaissances générales et de projet (**Project KnE et General KnE**) comme ils ont créé des nouvelles informations, connaissances et points de vue qui doivent être capitalisés pour une réutilisation dans les futurs projets.

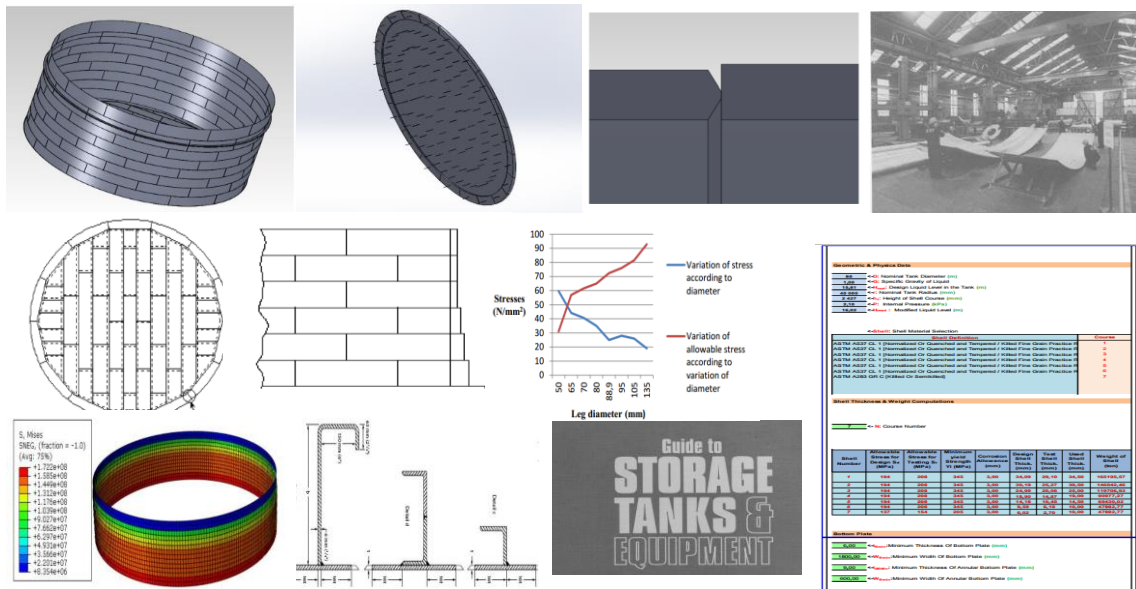


Figure 3. 15: Exemple d'informations et connaissances utilisées et élaborées au cours de la conception du réservoir à toit flottant

La figure 3.16 montre le diagramme d'objet de réservoir. Dans ce diagramme nous pouvons voir la décomposition de produit (Réservoir à toit flottant) en sous-produits (le fond, la robe de réservoir, le toit flottant) et la décomposition de sous-produits en pièces comme par exemple le fond est décomposé en (fond et bordure annulaire) la robe est décomposée en (7 viroles de différentes épaisseurs) etc. en plus nous pouvons voir le lien entre les pièces de ce réservoir et les matériaux. Chaque pièce de ce réservoir est attachée à un matériau comme par exemple les pièces du toit flottant qui sont le pont, le ponton et les supports sont attachées au matériau Acier A283. En outre, nous pouvons aussi voir le lien entre le produit, son processus d'assemblage, ressource de simulation et les résultats de simulation. Comme par exemple le toit flottant est une entrée pour le processus d'assemblage de toit. Ce dernier est une entrée de ressource d'usine (PRRA) et de ligne (LRRA). Nous avons obtenu deux résultats de simulation pour la ressource d'usine (PRRA) qui sont : SPRRA1 et SPRRA2 etc. Enfin avec ce diagramme nous pouvons aussi voir le lien entre les connaissances de projet et les connaissances générales. En effet tous ceux qui sont dans un carré bleu sont les connaissances générales et tous ceux qui sont dans un carré noir sont

Chapitre III : Proposition d'un modèle conceptuel de gestion des connaissances

les connaissances de projet. Comme exemple pour obtenir le résultat de simulation SPRA1 nous avons utilisé un cours de simulation et Quest comme ressource logicielle.

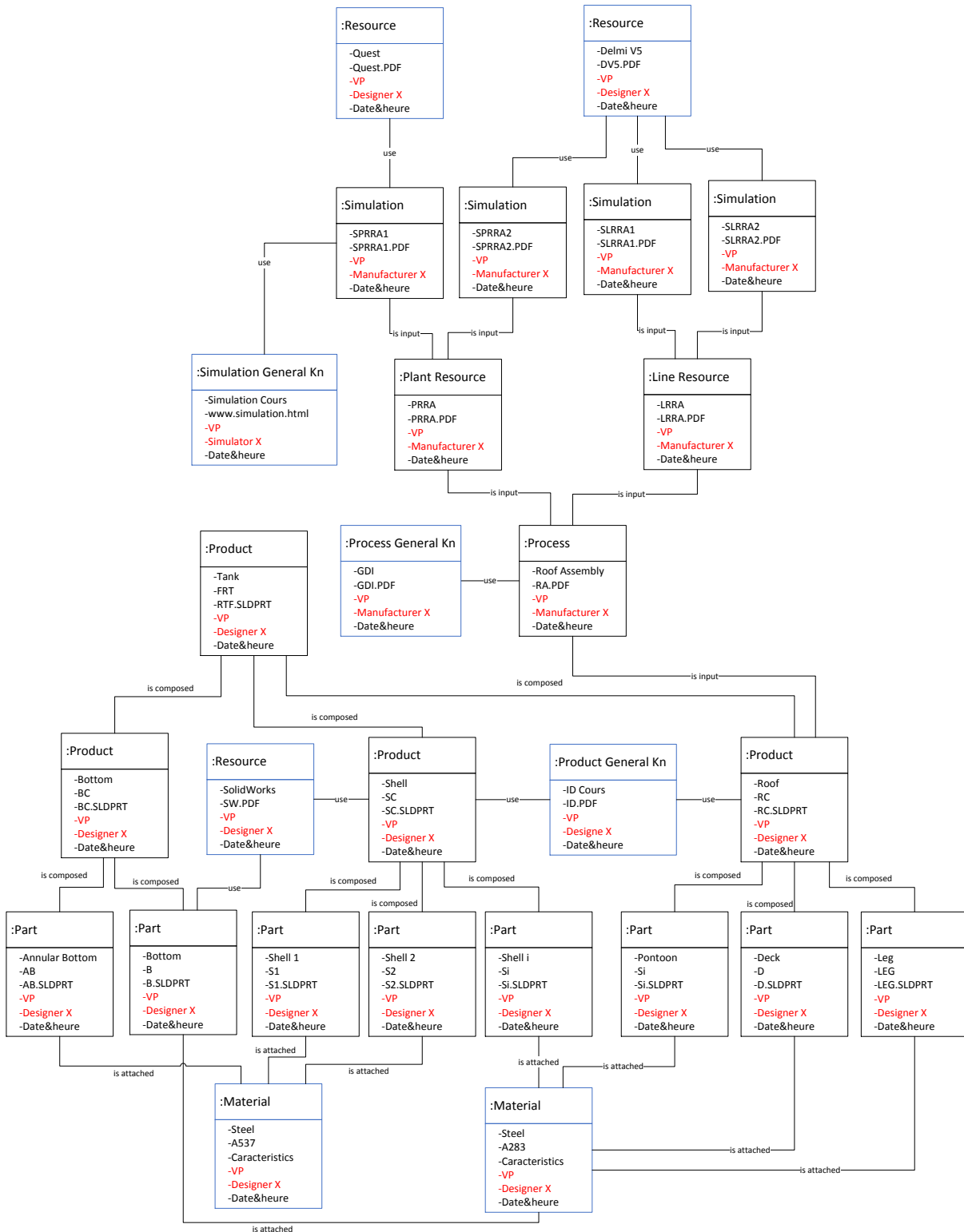


Figure 3. 16: Le diagramme d'objet du réservoir

II. Expérimentation du modèle conceptuel

4. Synthèse

Au cours du processus de conception de réservoir, les acteurs du PDP ont besoin de voir et utiliser les résultats de chaque phase de conception de ce projet comme ils ont besoin de voir et réutiliser tous les résultats et les points de vue des précédents projets (tableau 3.3). De plus, ils ont aussi besoin de voir et utiliser toutes les connaissances générales de l'entreprise (tableaux 3.2) et qui sont utiles pour accomplir leur travail et vérifier leurs résultats pour la prise des bonnes décisions dans le temps voulu.

De nouvelles informations et connaissances sont créées au cours du processus de conception de ce réservoir, qui doivent être capitalisées pour une réutilisation potentielle dans les prochaines phases ou dans les futurs projets. Ces connaissances peuvent être des connaissances de projets ou des connaissances générales (un nouveau site intéressant par exemple).

La notion de contexte et de contenu est très importante pour la définition des connaissances et leur donner un sens, elle permet de faciliter la recherche et la compréhension et par suite la réutilisation de cette connaissance sans perturber la pensée de l'expert avec une énorme quantité de données et informations.

Kn Context		Creator	Designer Viewpoint	Manufacturer Viewpoint	Simulator Viewpoint
Kn Content					
Product Kn	Matériaux	⊗	x	x	x
	Normes techniques	⊗	x	x	x
	Pièces Standards	⊗	x	x	x
	Kn intéressantes	⊗	x	x	x
	Kn de concepteur	⊗	x	x	x
	Règles de conception	⊗	x	x	x
Process Kn	Documents techniques	⊗	x	x	x
	Kn de fabricant	⊗	x	x	x
	PCN	⊗	x	x	x
	Règle d'assemblage	⊗	x	x	x
Resource Kn	Tutoriel des logiciels	⊗	x	x	x
	Machines disponibles	⊗	x	x	x
	Liste des employés	⊗	x	x	x
Simulation Kn	Règles de Simulation	⊗	x	x	x
	Kn de simulateur	⊗	x	x	x
	REX	⊗	x	x	x

Tableau 3. 2: les connaissances générales (**General Kn**) (Bouziid, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015)

Kn Context		Creator	Designer Viewpoint	Manufacturer Viewpoint	Simulator Viewpoint
Kn Content					
Product Kn	Liste des matériaux	⊗	x	x	x
	Fiches de calcul	⊗	x	x	x
	Liste des pièces	⊗	x	x	x
	Résultats de Sim. par E.F. des pièces	⊗	x	x	x
	Liste des produits	⊗	x	x	x
	Résultats de Sim. par E.F. des produits	⊗	x	x	x
Process Kn	Processus d'usinage	⊗	x	x	x
	Processus d'assemblage	⊗	x	x	x
Resource Kn	Liste des employés	⊗	x	x	x
	Liste des machines	⊗	x	x	x
	Kn de ressource	⊗	x	x	x
Simulation Kn	Résultats de simulation	⊗	x	x	x

Tableau 3. 3: les connaissances de projet (**Project Kn**) (Bouزيد, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2015)

III. Conclusion

Dans ce chapitre, en utilisant le langage UML, nous avons proposé un modèle conceptuel dédié à la gestion des connaissances pour les projets d'UN. Notre modèle est capable de gérer deux types de connaissances : les connaissances générales et les connaissances de projet. Nous avons introduit la notion de contexte et de contenu dans notre modèle pour faciliter la compréhension, la recherche et la réutilisation de ces connaissances. Nous avons lié notre modèle au modèle conceptuel du système d'information « Info Sim » qui est dédié à la gestion des informations des projets d'UN. Notre modèle a été expérimenté avec succès pour la conception d'un réservoir à toit flottant.

L'implémentation de notre modèle a donné naissance à un système de gestion des connaissances intitulé « KSIM » qui est une abréviation de notre approche (la gestion des connaissances « **knowledge** » pour aider les experts de **Simulation** à prendre les bonnes décisions le plus tôt possible). Nous présentons dans le chapitre suivant le développement de notre SKM à l'aide de logiciel Windev ainsi que ses principales fonctionnalités.

III. Conclusion

CHAPITRE IV : IMPLEMENTATION DU MODELE CONCEPTUEL

Nous présentons dans ce chapitre l'implémentation du modèle conceptuel décrit précédemment pour développer le système de gestion des connaissances KSim dédié à la gestion des connaissances en UN. Ce système est lié au SKM de gestion des informations des projets d'UN Info Sim. D'un certain point de vue, KSim peut être vu comme une extension du SI Info Sim, par l'ajout d'un module dédié à la gestion des connaissances. Ce choix s'explique par la forte intersection des modèles et des pratiques entre ceux deux outils.

Nous faisons l'hypothèse qu'Info Sim et KSim ne sont pas responsables de la génération des informations et connaissances des projets pour le bon déroulement de projet, mais uniquement de leur existence et d'une meilleure réutilisation et compréhension. Notre système de gestion des connaissances supporte le travail en collaboration entre tous les acteurs du projet en facilitant le transfert et l'échange des résultats et le partage des connaissances et de plus en favorisant la communication et la discussion entre eux.

I. Le modèle logique de données (MLD)

Le modèle logique de données (MLD) consiste à décrire la structure de données utilisées sans faire référence à un langage de programmation particulier, mais en tenant compte du type de base de données utilisé. Il s'agit donc de préciser le type de données utilisées lors des traitements.

Chaque classe d'entité du modèle conceptuel devient une table dans le modèle logique. Les identifiants de la classe d'entité sont appelés clés de la table, tandis que les attributs standards deviennent des attributs de la table, c'est-à-dire des colonnes (Ayadi, 2013).

1. Les connaissances générales

Comme nous avons dit dans le chapitre précédent, les connaissances générales sont les connaissances utiles pour le développement des projets d'UN. Elles doivent être partagées entre tous les acteurs de PDP pour accomplir leur étude et pour la prise des bonnes décisions le plus tôt possible. Elles peuvent être aussi une source pour apprendre comment utiliser un logiciel (les tutoriels) ou des machines... En plus, elles peuvent être des connaissances de l'entreprise sur **les matériaux** disponibles et leurs caractéristiques, **les ressources** disponibles dans l'entreprise (humaines ou machine avec leurs caractéristiques ou logiciels utilisés dans l'entreprise avec leurs tutoriels)... Nous pouvons aussi trouver **des documents et des sites web intéressants** (des cours, des équations...), **les standards** utilisés et les outils et **les pièces standards** disponibles dans l'entreprise.

I. Le modèle logique de données (MLD)

Cette connaissance peut être liée à un produit, à un processus, à une ressource ou à une simulation, qui est le contenu de cette connaissance (figure 4.1).

Pour faciliter la recherche, l'utilisation et la compréhension de ce type de connaissance, nous avons introduit la notion de contexte dans la création : *le point de vue des acteurs de PDP* avec bien sûr tous les éléments nécessaires pour leur description comme *le nom du fichier, le fichier, la date et l'heure de création ou de modification, etc.*

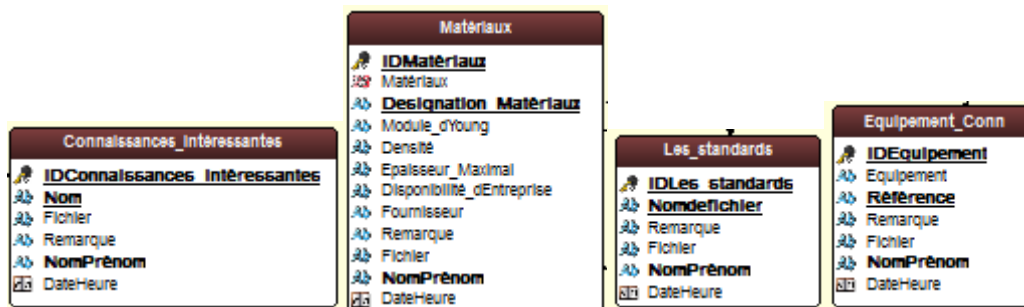


Figure 4. 1 : Exemples des classes des connaissances générales avec leurs attributs du modèle logique

2. Les connaissances de projet

Les connaissances de projets d'UN sont des connaissances accumulées au long d'un processus de développement de produit spécifique (la conception de produit, la conception de processus, les ressources utilisées, les résultats de simulation). Ce type de connaissance est généré à partir des informations de projet qui sont gérées par Info Sim. Ces informations seront des connaissances de projet après que les acteurs de PDP leur ajoutent un contexte (point de vue) ou bien après leur validation par le chef de projet.

Puisque les informations d'Info Sim peuvent être des connaissances de projet dans KSim, nous avons ajouté des attributs à ces informations. Ces attributs conduisent à une bonne description et par suite une compréhension et réutilisation plus facile de ce type de connaissance (figure 4.2).



Figure 4. 2 : L'exemple de classe de matériaux avant et après

Nous avons ajouté la notion de point de vue et de validation à toutes les classes de **produit**, **processus**, **ressource** et **simulation**. Du coup chaque objet peut avoir plusieurs points de vue provenant de plusieurs acteurs. La classe **observation_pièce** dans la figure 4.3 est le lien entre la classe **pièce** et la classe **observation** qui permet l'intégration de plusieurs points de vue dans une pièce.

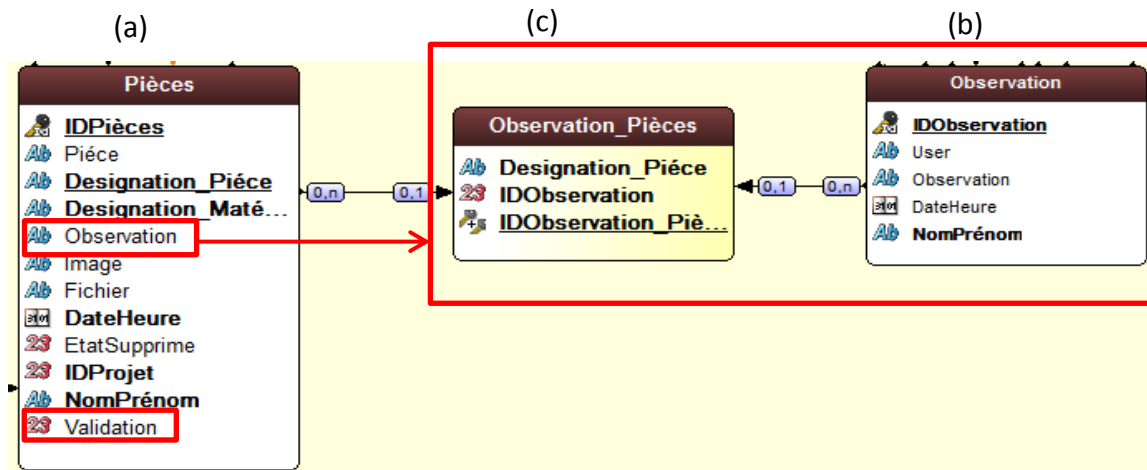


Figure 4. 3 : (a) La classe de pièce avec les attributs ajoutés : validation et l'observation, (b) la classe d'observation (point de vue) et ses attributs (c) la classe observation-pièce : le lien entre ces deux classes

Comme dans Info Sim, la classe **projet** a pour rôle d'organiser la gestion des documents de la société en mode projet. Toutes les données d'un même projet sont stockées dans un répertoire qui admet le même nom que le projet.

Comme nous avons dit dans le chapitre précédent, Info Sim et KSim sont liés et nous trouvons les mêmes relations entre le produit, le processus, la ressource et la simulation. En fait, le produit est constitué d'une ou plusieurs pièces et par suite la classe **produit** est en lien avec la classe **pièce** qui est déjà en lien avec la classe **matériaux** (car chaque pièce doit avoir obligatoirement un matériau). En plus, le **produit** est l'entrée ou la sortie d'un **processus** de production, lui-même associé aux **ressources** de l'entreprise. Ces trois classes sont les entrées de la classe **simulation**.

Nous avons ajouté aussi des classes qui sont liées à la classe **produit** : la classe de **calcul** (qui est liée à tous les fichiers de calcul), la classe **simulation des pièces et de produit par éléments fini** (tous les résultats de simulation). D'autres classes sont liées au processus : **la fabrication de pièce** (gamme de fabrication ou d'usinage de pièce ou le programme de MCN).

II. Modèle physique de données (MPD)

Nous trouvons aussi des liens entre les connaissances. Par exemple, nous avons utilisé la machine « X » dans la fabrication de pièce « Y » ou bien nous avons utilisé le standard « A » dans le calcul de pièce « B » (figure 4.4).

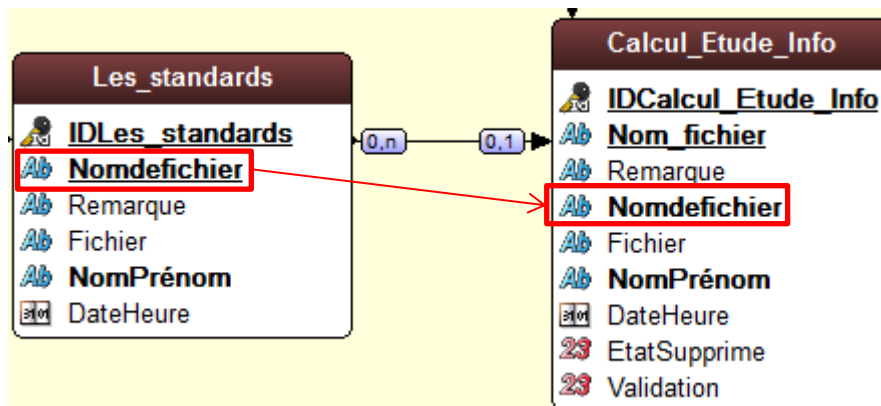


Figure 4. 4 : Le lien entre connaissances générales (les standards) et les connaissances de projet (calcul_Etude)

II. *Modèle physique de données (MPD)*

Cette étape consiste à implémenter le modèle dans le SGBD, c'est-à-dire le traduire dans un langage de définition de données. Dans notre cas, nous avons utilisé le langage de définition de données du HyperSQL. HyperSQL ou HSQLDB est un moteur de SGBDR (système de gestion de base de données relationnelle) totalement écrit en java qui permet, entre autres, de manipuler des bases de fichiers.

1. Le lien entre Info Sim et KSim

Puisque Info Sim a été développé sur WinDev, nous avons aussi développé KSim sur WinDev à partir du modèle logique qui relie Info Sim et KSim. La première fenêtre nous permet de choisir entre Info Sim ou KSim (figure 4.5(a)). Si on choisit KSim, la fenêtre suivante nous permet de choisir entre les connaissances générales ou de projet (figure 4.5(b)).

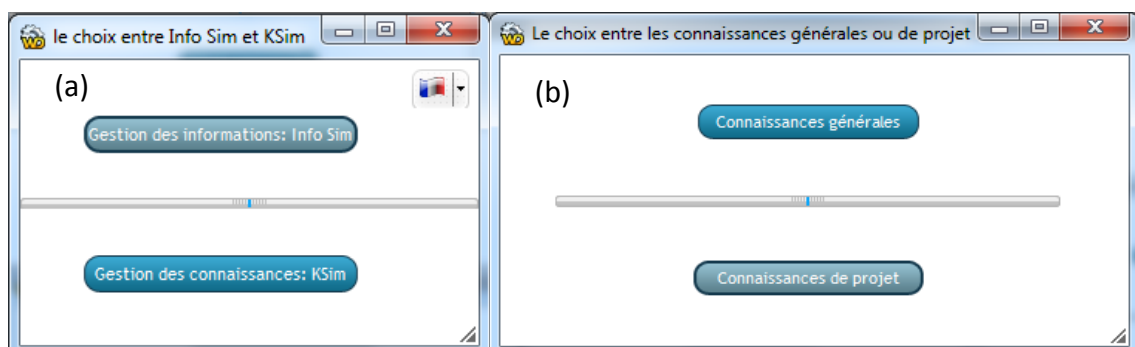


Figure 4. 5 : Le choix entre (a) Info Sim ou KSim, (b) les connaissances Générales ou de projet

Cliquer sur Info Sim ou sur KSim puis sur les connaissances de projet nous conduit à l'ouverture d'une fenêtre de projet pour créer un nouveau projet ou chercher un projet existant (figure 4.6).

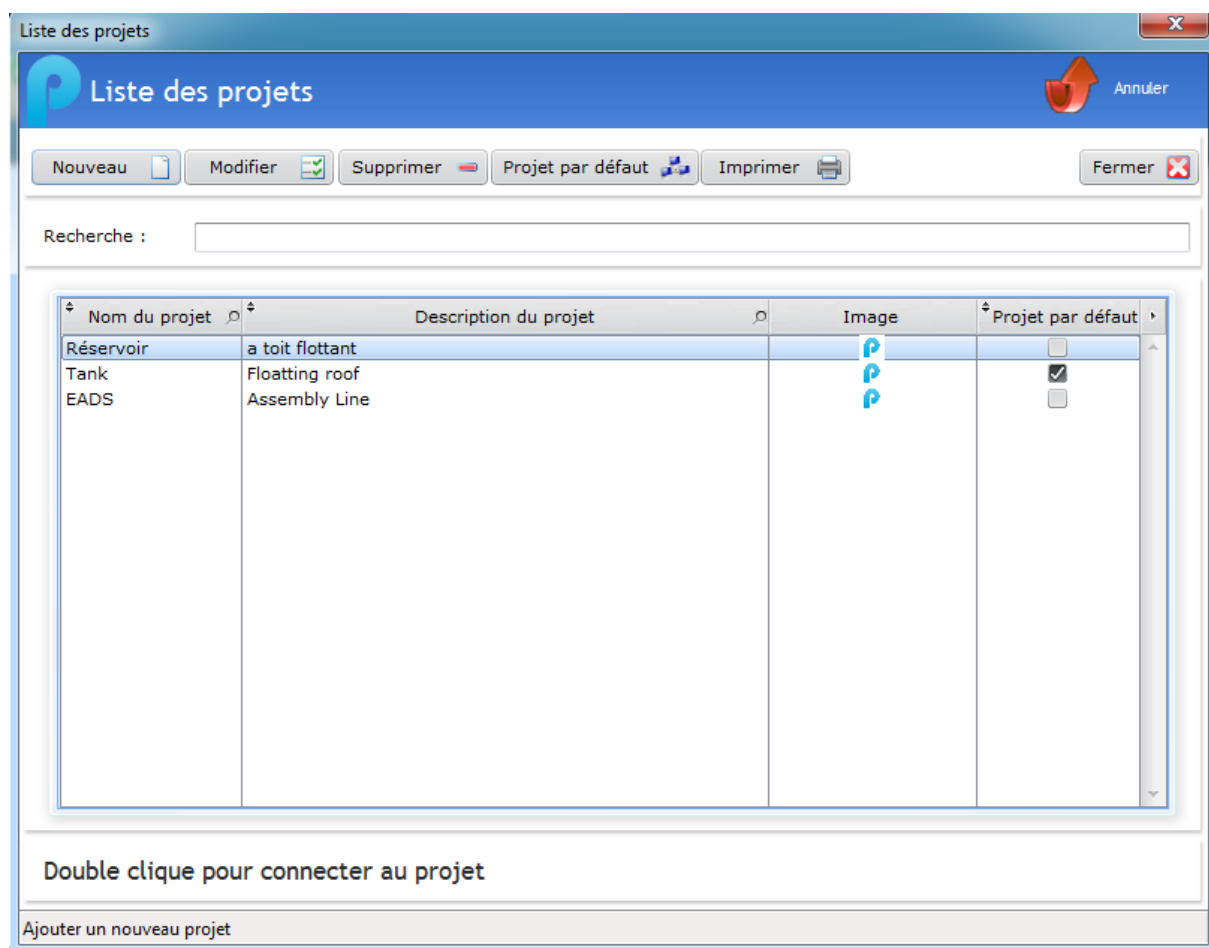


Figure 4. 6 : Liste des projets dans Info Sim et KSim

2. La création des connaissances générales

La création de connaissances générales se réalise directement au sein de KSim.

Après le clic sur KSim puis sur les connaissances générales (figure 4.5) la fenêtre principale de ce module s'ouvre (figure 4.7) avec les principaux onglets en haut de l'écran. Nous pouvons alors consulter les connaissances existantes ou créer de nouvelles connaissances. Ces connaissances peuvent être les connaissances de produit (tous les matériaux disponibles dans l'entreprise avec leurs caractéristiques, les pièces normalisées (les vis, les écrous), les normes standards de calcul...), les connaissances de processus, les connaissances de ressources existantes avec leur caractéristiques et les connaissances de simulation.

Pour créer une nouvelle connaissance, on clique sur une nouvelle fiche (de norme ou connaissance intéressantes...) (figure 4.8) et puis on consulte toutes les connaissances par le

II. Modèle physique de données (MPD)

clic sur la liste des connaissances (de matériaux, normes...) (figure 4.9 exemple de la liste des normes techniques). Dans cette figure nous trouvons le contexte des connaissances (date et l'heure, le créateur et son point de vue (remarque)) plus le contenu de cette connaissance, par exemple la norme « API 650 » qui est liée aux connaissances de produit.

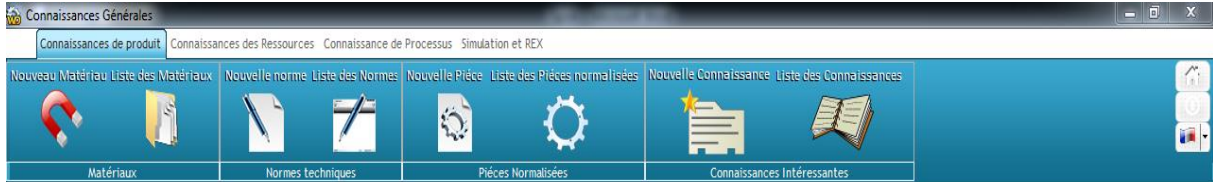


Figure 4. 7 : Fenêtre principale de gestion des connaissances générales



Figure 4. 8 : La création des nouvelles connaissances générales (Bouزيد, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017)

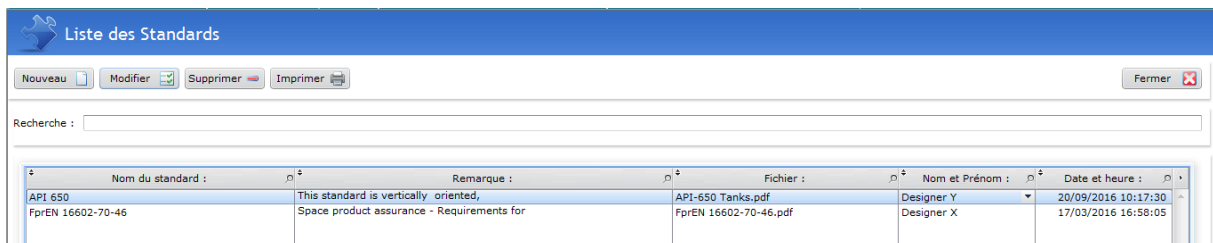


Figure 4. 9 : Liste des connaissances générales (listes des normes standards)

3. La création des connaissances de projet

La création des connaissances de projet se fait automatiquement à partir des informations de projet d'Info Sim. En fait si l'information de projet a un ou plusieurs points de vue, elle sera automatiquement insérée dans les connaissances de projet de KSim. L'autre possibilité est si elle est validée par le chef de projet. Par exemple dans la figure 4.10, la pièce « shell 1 » a 3 versions : S11, S12 et S13 (la même chose pour la pièce « shell 2 » : S21, S22 et S23). Si le chef de projet valide la version S11 pour le shell 1 et la version S21 pour le shell 2, elles sont automatiquement insérées dans KSim comme connaissances projet. De plus, un acteur du PDP a écrit son point de vue (observation) dans les versions S13 et S23 alors elles seront aussi insérées dans KSim. Et par suite dans les connaissances de projet de KSim (figure 4.11), nous trouvons à la fois les connaissances des pièces S11, S21 (qui sont les versions validées), S13 et S23 (les versions qui ont un ou plus points de vue).

Pièce :	Désignation Pièce :	Désignation Ma :	Observation :	Image du pièce :	Fichier :	Nom et Prénom :	Date et heure :	Validation :
Shell 1	S11	A283			shell1.SLDPRT	Designer X	29/02/2016 12:48:22	<input checked="" type="checkbox"/>
Shell 1	S12	A283			shell1.SLDPRT	Designer Y	26/02/2016 14:16:25	<input type="checkbox"/>
Shell 1	S13	A200	We can use the material A200		shell1.SLDPRT	Designer X	01/04/2016 10:35:57	<input type="checkbox"/>
Shell 2	S21	A283			shell2.SLDPRT	Designer X	25/01/2016 15:38:36	<input checked="" type="checkbox"/>
Shell 2	S22	A283			shell2.SLDPRT	Designer Y	29/02/2016 12:41:19	<input type="checkbox"/>
Shell 2	S23	A200	We can use the material A200		shell2.SLDPRT	Designer X	01/03/2016 15:25:28	<input type="checkbox"/>

Figure 4. 10 : Liste des informations de pièces dans Info Sim

Nom et Prénom :	Observation :	Pièce :	Désignation Pièce :	Désignation Matériaux :	Image du pièce :	Fichier :	Date et heure :	Validation :
Designer X		Shell 1	S11	A283		shell1.SLDPRT	29/02/2016 12:48:22	<input checked="" type="checkbox"/>
Designer X	We can use the material A200	Shell 1	S13	A200		shell1.SLDPRT	01/04/2016 10:35:57	<input type="checkbox"/>
Designer X		Shell 2	S21	A283		shell2.SLDPRT	25/01/2016 15:38:36	<input checked="" type="checkbox"/>
Designer X	We can use the material A200	Shell 2	S23	A200		shell2.SLDPRT	01/03/2016 15:25:28	<input type="checkbox"/>

Double clic pour consulter la liste d'observation

Figure 4. 11 : Liste des connaissances de pièces dans KSim

4. L'insertion de point de vue de tous les acteurs de PDP

Après l'insertion des informations d'un objet (par exemple les informations de pièce dans la figure 4.12), ce dernier sera partagé et accessible à tous les acteurs de PDP. Et par suite, chaque acteur peut donner son point de vue sur cet objet en cliquant sur l'icône (+). La fenêtre d'une nouvelle observation s'ouvre (figure 4.13). Après la validation de cette nouvelle observation, elle sera stockée dans le tableau (figure 4.14). Un double clic sur la ligne du tableau (4.11) conduit à ouvrir la liste des points de vue concernant cet objet. Par exemple pour consulter et voir les observations de la pièce S13, il suffit de cliquer deux fois sur la 2^{ème} ligne du tableau des pièces (figure 4.11) pour ouvrir la fenêtre (figure 4.14).

II. Modèle physique de données (MPD)

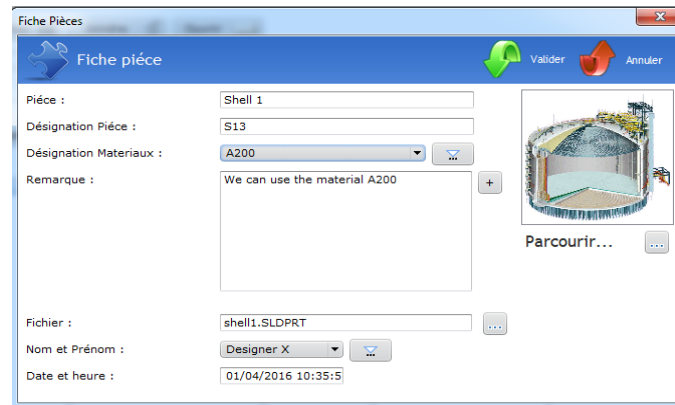


Figure 4. 12 : La fiche de pièce dans Info Sim et KSim (Bouzid, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2016)

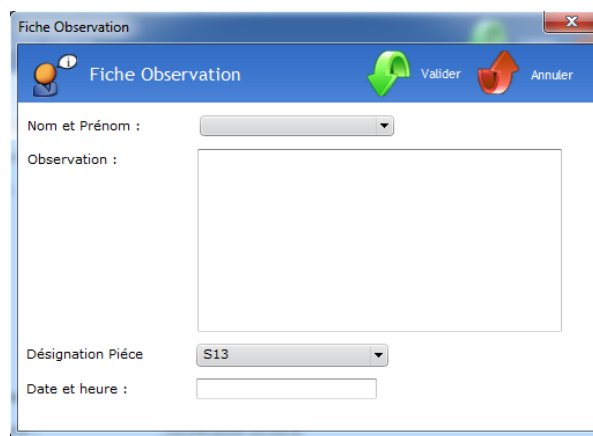


Figure 4. 13 : La fiche de nouvelle observation (point de vue)

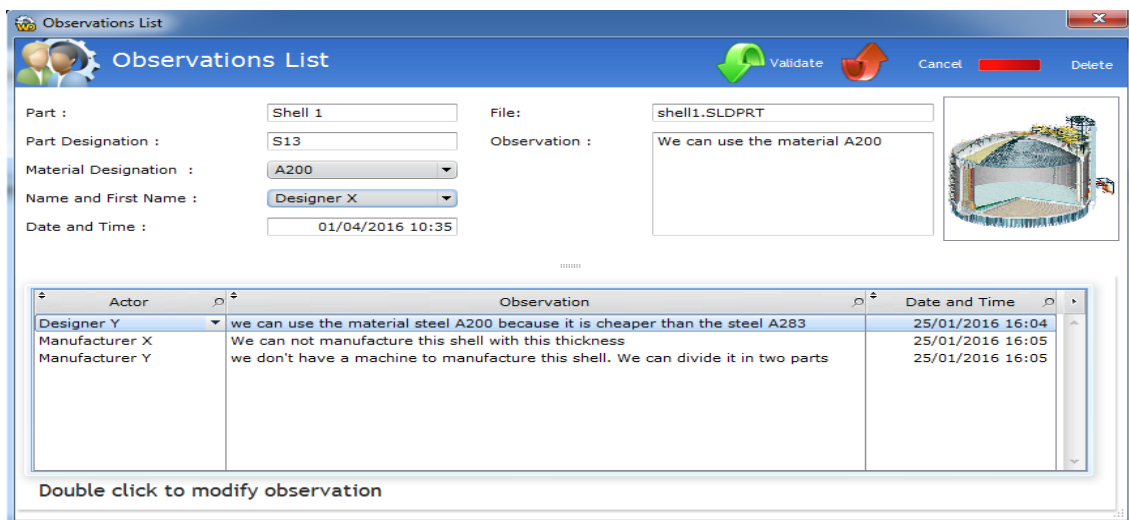


Figure 4. 14 : La liste des points de vue sur la pièce S13 (Bouzid, Ayadi, Cheutet, & Haddar, 2016)

5. La représentation des connaissances en KSim

Pour faciliter la compréhension et la réutilisation des connaissances, nous avons choisi la structure hiérarchique pour la représentation des connaissances (figure 4.15). Par exemple dans cette figure, l'acteur « Designer Y » a fait le « calcul S12 » et la pièce « S22 »,

cette dernière est liée à la « simulation S22 » et la « fabrication S22 » et elle est utilisée pour former le produit « A21 » etc. Ainsi, cette figure montre bien les liens entre les différentes connaissances dans KSim.

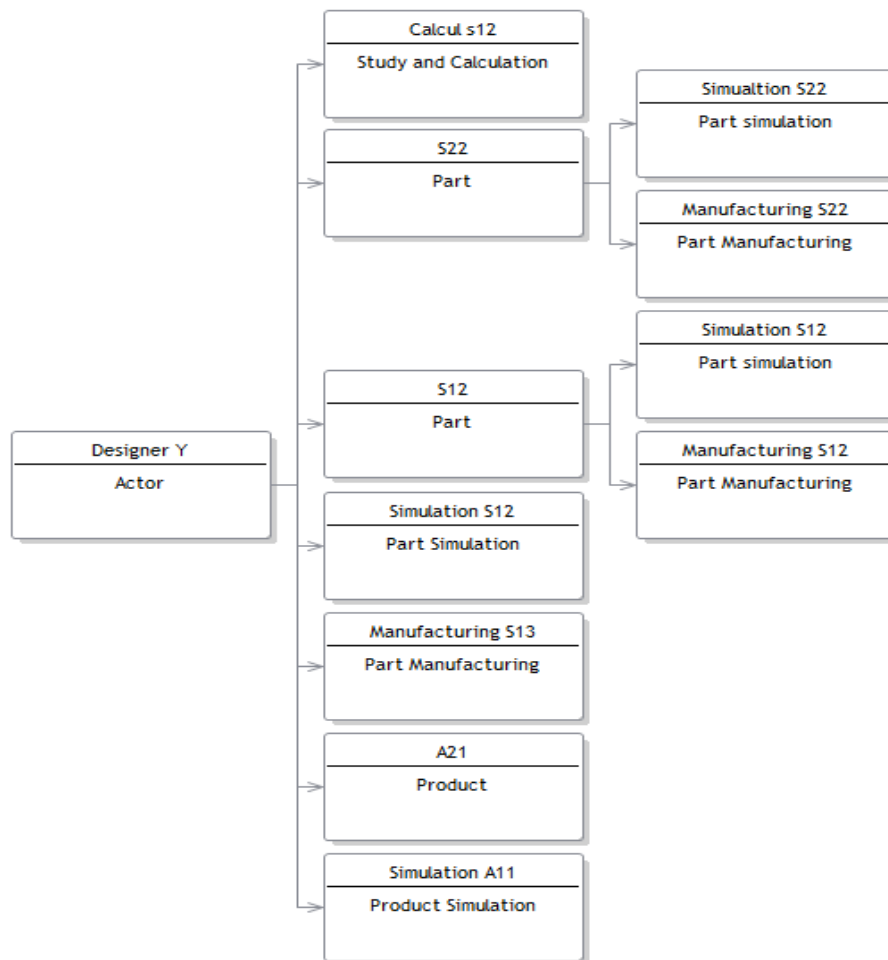


Figure 4. 15 : La représentation des connaissances dans KSim

6. La communication dans KSim

Puisque la communication est parmi les meilleures sources de partage des connaissances tacites entre les acteurs, nous avons développé un module de discussion et de communication dans KSim (figure 4.16). Avec ce module chaque acteur peut communiquer et discuter avec les acteurs qui sont en ligne.

II. Modèle physique de données (MPD)

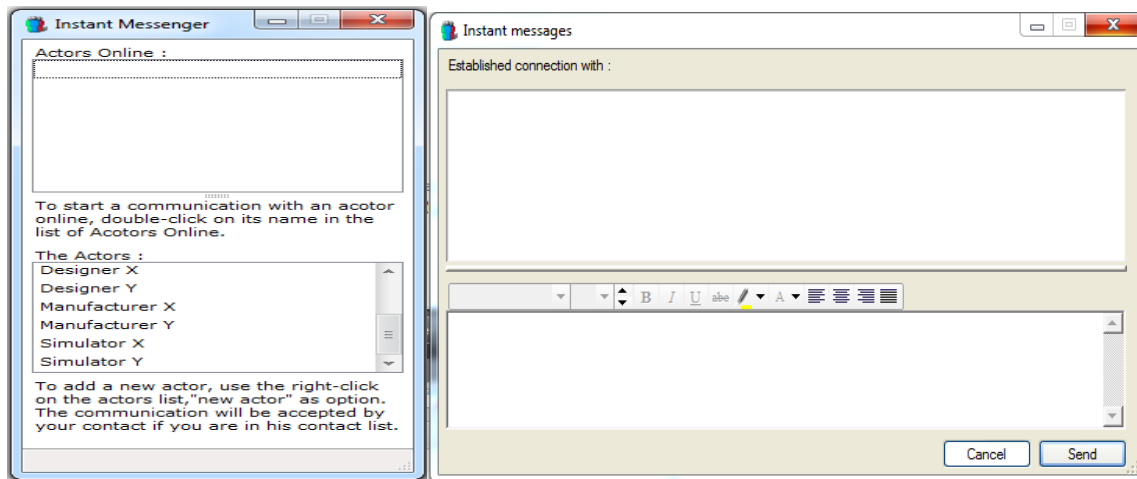


Figure 4. 16 : La discussion dans KSim

7. Analyse et discussion

KSim est un système de gestion des connaissances capable de gérer toutes les connaissances utiles pour les projets d'UN. Il est capable de gérer les connaissances générales et les connaissances de projet liées au produit processus, ressources et simulation.

- La collaboration entre tous départements multidisciplinaires et entre tous les acteurs de PDP.
- Le lien entre les connaissances de projet (le lien entre les connaissances de produit, processus, ressource et simulation)
- Le lien entre toutes les connaissances : entre les connaissances générales et de projet

La création des connaissances générales dans KSim se fait par leurs intégrations manuelles alors que les connaissances de projet sont créées à partir des informations de projet d'Info Sim. Ainsi KSim n'est pas responsable de la création des connaissances, mais de leur existence et leur organisation pour faciliter leur compréhension et leur réutilisation dans les futurs projets. De fait, les principales fonctionnalités de KSim sont :

- L'ajout de contexte aux connaissances (l'acteur, la date et l'heure...) pour faciliter la compréhension et la réutilisation de ces connaissances,
- La représentation des connaissances par une structure hiérarchique pour faciliter la compréhension des projets et voir les liens entre les connaissances de KSim,
- L'ajout de la notion de point de vue dans toutes les connaissances (tous les acteurs de PDP peuvent communiquer entre eux par l'intégration de leurs points de vue concernant un objet),
- La communication entre tous les acteurs de PDP par le module de discussion instantanée. C'est une source de partage des connaissances tacites entre tous les acteurs

et par suite c'est source de gain de temps par l'élimination de temps de transport des acteurs entre les départements,

- Une meilleure organisation des connaissances de projet (le stockage de toutes les connaissances de produit, processus, ressources utilisées dans chaque projet et les résultats de simulations),
- Une diminution de la surcharge informationnelle (KSim ne gère que les connaissances importantes et nécessaires pour la réalisation des projets d'UN).

KSim permet la gestion de toutes les connaissances de l'entreprise. Il est capable de créer, partager et stocker toutes les connaissances pour les réutiliser dans les projets d'UN. Il facilite la compréhension et la réutilisation des connaissances par une meilleure organisation avec l'intégration de contexte à ces connaissances. Il permet aussi la collaboration de tous les acteurs de PDP de différents départements par le partage et l'échange de résultats et des points de vue le plus tôt possible et par la communication et l'échange des idées. Par suite, KSim peut éliminer les erreurs dans les premières phases et faciliter la prise de décision dans les meilleurs délais avec l'intégration de toutes les connaissances de produit, processus, ressource et simulation.

III. Expérimentation

Pour expérimenter notre approche proposée et tester notre système de gestion des connaissances KSim, nous nous sommes appuyés sur trois projets d'usine numérique réalisés par les élèves de SUPMECA Paris entre 2008 et 2010, en collaboration avec Airbus Group Innovation Works. Le but principal de ces trois projets visait à concevoir, simuler et améliorer des lignes d'assemblage aéronautiques, en utilisant les outils et les méthodologies de l'UN. Ces projets ont été réalisés par les étudiants de niveau master (environ 12 étudiants pendant 4 semaines par an) du parcours de spécialisation UN (Usine Numérique), en collaboration directe avec le partenaire industriel. Durant les projets, chaque élève a eu un rôle particulier dans le projet (Cheutet, Paviot, & Lamouri, 2009).

Ces projets ont été fortement documentés lors de leur réalisation, tant sur les livrables que sur les objets intermédiaires créés et manipulés lors des projets, grâce en particulier à l'utilisation à l'époque d'un outil PDM (Windchill de PTC) comme support aux projets. Ainsi, (Ayadi, Costa Affonso, Cheutet, Masmoudi, Riviere, & Haddar, 2013) a déjà pu valider à partir de ces projets qu'Info Sim était capable d'intégrer toutes les informations de produit, processus, ressource et simulation de projet d'UN.

Notre objectif est aujourd'hui de valider que KSim est capable de gérer toutes les connaissances dans le contexte de l'UN. Nous avons donc décidé d'utiliser les traces pour

III. Expérimentation

rejouer ces projets de manière la plus fidèle possible et en utilisant cette fois-ci l'environnement Info Sim et KSim.

Ces « nouveaux » projets ont été réalisés par un utilisateur qui n'avait pas participé au développement des logiciels, mais qui avait une très bonne connaissance des outils et méthodes de l'UN. En particulier, toutes les données, informations et connaissances ont été intégrées dans Info Sim et KSim dans le même ordre chronologique qu'elles ont été utilisées ou générées au cours des projets.

1. Présentation du cas

L'objectif principal des deux premiers projets portait sur la conception et la simulation d'une ligne d'assemblage finale d'avion en phase d'avant-projet (avec définition d'au moins deux scénarios), et ceci à un seul niveau de détails (niveau stratégique). En plus, une attention particulière avait porté chaque année sur l'implantation et la simulation d'un poste spécifique de cette ligne (le poste d'assemblage d'un tronçon lors du premier projet, le poste d'assemblage des tronçons pour le second).

Les contraintes portaient sur le respect des cadences exigées (environ 30 avions / mois) avec un objectif de coût minimal. Un grand nombre de données avaient été rendues disponibles par le partenaire industriel : gammes d'assemblage, géométrie simplifiée des avions, géométrie simplifiée des outillages, etc.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs scénarios ont été testés et étudiés durant les 4 semaines dédiées aux projets (figure 4.17). Pour chacun de ces projets, environ 5 simulations principales ont été testées, 300 fichiers ont été générés et au moins 50 éléments (fichiers et autres) ont été considérés comme porteur de connaissance.

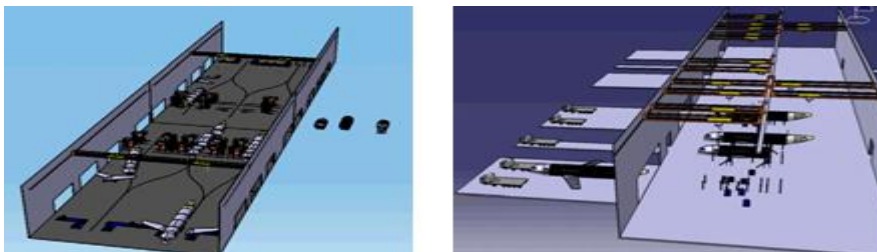


Figure 4. 17 : Deux différents scénarios pour la ligne d'assemblage final

Et pour la dernière année, l'objectif du projet était de concevoir, simuler et améliorer la ligne d'assemblage d'une section spécifique d'un avion et ceci à deux niveaux de détails différents (niveaux stratégique et tactique, à savoir la ligne dans son ensemble ainsi que chaque poste de travail) (figure 4.18). Ce projet s'est aussi complexifié avec l'ajout de nouvelles contraintes et objectifs : augmentation du taux de production au bout de 2 ans, réduction de l'investissement au cours temps, etc. Encore une fois, un grand nombre de

données ont été données par le partenaire (coût, gammes, géométrie, etc.). Lors de ce projet, plus de 15 simulations ont été testées et 300 fichiers ont été générés.

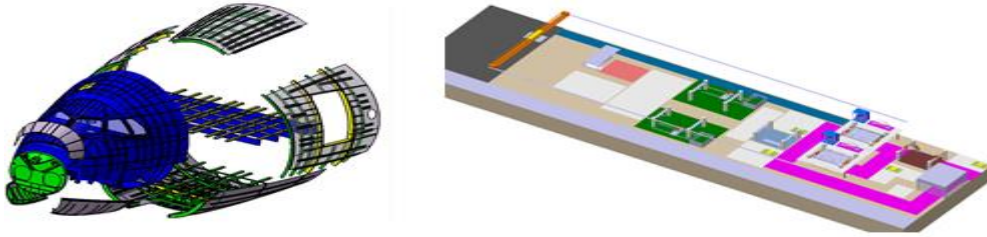


Figure 4. 18 : Le scénario de la ligne d'assemblage de tronçon d'avion

Les rapports de ces trois projets sont disponibles sur HAL : (Cheutet & Paviot, 2008), (Cheutet & Paviot, 2009), (Cheutet & Paviot, 2010).

2. Déroulement de l'expérimentation

Tout d'abord, les connaissances générales provenant de deux sources différentes ont été intégrées :

- Les supports de cours fournis durant leurs études : les tutoriels des outils et logiciels de l'UN, la gestion de projet, la gestion de production...
- Les connaissances provenant du partenariat industriel : les classiques routages aéronautiques, les règles de sécurité, les ressources disponibles dans l'entreprise...

D'autres connaissances tacites ont été capitalisées et intégrées comme des points de vue dans KSim au cours de ces projets à travers les réunions avec les experts de l'entreprise. En effet avec ces remarques, les étudiants avaient gagné beaucoup de temps en évitant de développer plus en avant des scénarios infaisables. En plus, les étudiants avaient cherché des résultats des précédents projets pour les réutiliser en modifiant les éléments nécessaires et de ne pas perdre de temps à les refaire. L'ensemble de ces éléments a pu être ainsi intégré à l'environnement en respectant la chronologie des projets.

Puisque les étudiants avaient des rôles spécifiques lors de la réalisation des projets, l'intégration des connaissances a été réalisée en prenant en compte les différents contextes et points de vue mis en jeu.

Ensuite tous les résultats obtenus au cours des activités avec l'insertion de différents points de vue dans ces résultats ont été intégrés, même les résultats intermédiaires, les variantes, les erreurs, etc. Ces versions seront des connaissances de projets dans KSim avec la bonne version choisie et validée (figure 4.19, 4.20 et 4.21).

Dans la figure 4.19 nous trouvons que la bonne version validée de produit et processus avec la version qui a un point de vue de l'acteur dans les connaissances de produit de module de connaissances de projet de KSim. Alors que pour la figure 4.20 nous trouvons

III. Expérimentation

toutes les versions de produit et processus (validée et avec ou sans point de vue) et juste la version validée ou avec un point de vue pour les ressources. La même chose pour les connaissances de simulation de projet (figure 4.21) nous trouvons toutes les versions de processus et de ressources et juste la version validée et avec un point de vue pour la simulation.

Lors de cette expérimentation, nous avons pu valider la complétude de l'environnement Info Sim + KSim pour traiter les différentes situations existantes dans un projet d'UN. La possibilité de tracer ces connaissances avec la prise en compte du contexte et du point de vue est un vrai gain dans la recherche d'informations et de connaissances.

The screenshot shows the 'Les connaissances des produits' (Product Knowledge) interface. It features a search bar, a toolbar with 'Nouveau', 'Modifier', and 'Supprimer' buttons, and a 'Mode expert' button. The main area contains a table of product knowledge with columns for 'Référence', 'Désignation', 'Fichier', 'Image', 'Remarques', 'Nom et Prénom', 'Date et heure', and 'Validation'. Below this are two sub-panels: 'Composante de produit' (Product Component) and 'Liste de processus de production' (Production Process List). The 'Liste de processus de production' table has columns for 'Fichier', 'Version', 'Remarque', 'Nom et Prénom', 'Date et Heure', 'Validation', and 'Consulte'. Red circles highlight specific remarks in both tables.

Référence	Désignation	Fichier	Image	Remarques	Nom et Prénom	Date et heure	Validation
A1 Assembly	AB 11	AB1.pdf			Designer X	18/03/2016 10:55:12	<input checked="" type="checkbox"/>
A2 Assembly	AB 22			We can change the Part B12 for this assembly	Designer X	26/09/2016 17:23:38	<input type="checkbox"/>

Fichier	Version	Remarque	Nom et Prénom	Date et Heure	Validation	Consulte
Process 1 for AB1.pdf	V 1		Manufacturer X	26/09/2016 16:20:35	<input checked="" type="checkbox"/>	Version 123
Process 3 for AB1.pdf	V 1	We can change the order of operation	Designer Y	26/09/2016 16:23:08	<input type="checkbox"/>	Version 123

Figure 4. 19 : Les connaissances de projet : produit et processus (Bouid, Ayadi, Mansour, Cheutet, & Haddar, 2017)

The screenshot shows the 'Les connaissances de ressources de processus' (Process Resource Knowledge) interface. It features a search bar, a toolbar with 'Nouveau', 'Modifier', and 'Supprimer' buttons, and a 'Fermer' button. The main area contains a table of process knowledge with columns for 'Référence', 'Désignation', 'Fichier', 'Image', 'Remarques', 'Nom et Prénom', 'Date et Heure', and 'Validation'. Below this are two sub-panels: 'Liste des processus d'assemblage de' (Assembly Process List) and 'Plan d'usine' (Factory Plan). The 'Plan d'usine' table has columns for 'Fichier', 'Remarque', 'Nom et Prénom', 'Version', 'Date heure', and 'Validation'. Red circles highlight specific remarks in both tables.

Référence	Désignation	Fichier	Image	Remarques	Nom et Prénom	Date et Heure	Validation
A1 Assembly	AB 11	AB1.pdf			Designer X	18/03/2016 10:55:12	<input checked="" type="checkbox"/>
A2 Assembly	AB 22			We can change the Part B12 for this assembly	Designer X	26/09/2016 17:23:38	<input type="checkbox"/>
A3 Assembly	AB 33	AB 33.pdf			Designer X	26/09/2016 17:22:28	<input type="checkbox"/>

Fichier	Version	Remarque	Nom et Prénom	Modifié le	Validator
Process 1 for AB1.pdf	V 1		Manufacturer X	26/09/2016 16:20	<input checked="" type="checkbox"/>
Process 2 for AB1.pdf	V 1		Manufacturer Y	26/09/2016 16:20	<input type="checkbox"/>
Process 3 for AB1.pdf	V 1	We can change	Designer Y	26/09/2016 16:23	<input type="checkbox"/>

Fichier	Remarque	Nom et Prénom	Version	Date heure	Validation
Ressource 1 for P1.pdf		Designer X	V 1	26/09/2016 16:24	<input checked="" type="checkbox"/>
Ressource 2 for P1.pdf	We can change the location of m	Manufacturer X	V 1	26/09/2016 16:26	<input type="checkbox"/>

Figure 4. 20 : Les connaissances de projet : ressources

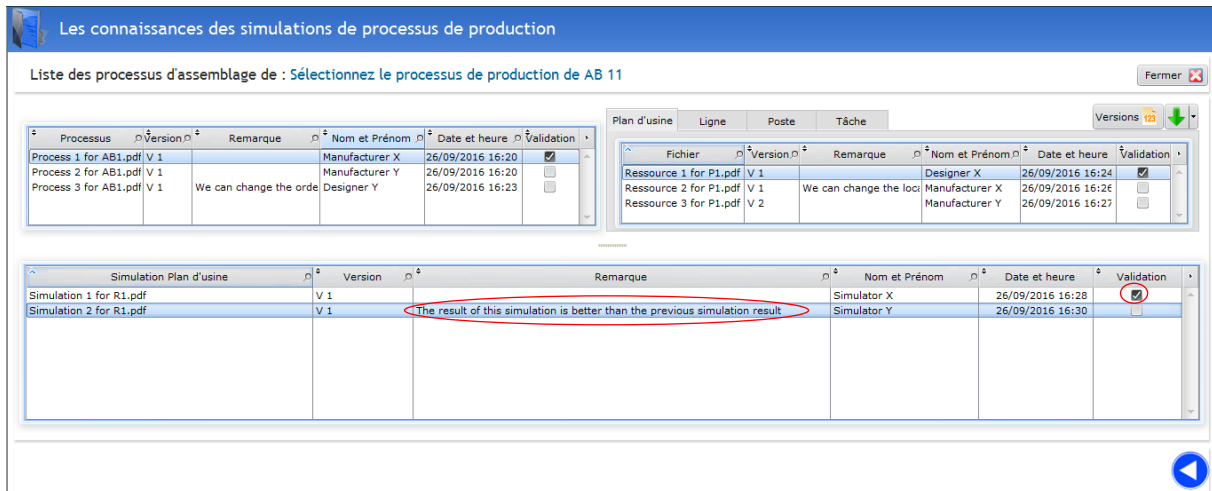


Figure 4. 21 : Les connaissances de projet : les résultats de simulation

3. Résultats et discussion

À partir du modèle conceptuel proposé et présenté dans le chapitre précédent, nous avons proposé le modèle logique en UML pour développer le système de gestion des connaissances KSim capable de gérer toutes les connaissances dans le contexte d'UN et qui supporte le travail en collaboration entre tous les départements multidisciplinaires et entre tous les acteurs de PDP.

En fait notre SKM est capable de gérer deux types de connaissances : les connaissances générales qui sont utiles et importantes pour le développement des projets d'UN et les connaissances de projet qui sont liées aux informations de projet d'Info Sim. KSim est capable de gérer toutes les connaissances liées aux produits, processus, ressources et les résultats de simulation. Et par la suite notre SKM aide les acteurs de PDP à prendre les bonnes décisions au temps voulu.

De plus, KSim permet aux utilisateurs une bonne compréhension et réutilisation des connaissances avec l'ajout du contexte à toutes ces connaissances et par leur représentation via une structure hiérarchique. Cette représentation aide les acteurs de PDP à voir les liens entre les résultats de projet et les connaissances de l'entreprise et le degré de participation des acteurs dans chaque projet.

KSim est capable d'intégrer, partager et stocker toutes les connaissances explicites et tacites entre tous les acteurs de PDP. Les documents, les cours et les résultats sont les connaissances explicites intégrées dans KSim alors que les connaissances tacites sont formées et partagées entre les acteurs à partir des points de vue ou à partir de la communication via le module de discussion instantanée de KSim.

Au cours de cette étude, nous avons validé que KSim est un SKM adéquat, car il permet aux acteurs d'avoir la bonne connaissance en un temps restreint et de communiquer et

IV. Conclusion

discuter sur les résultats obtenus et par la suite de les aider à prendre les bonnes décisions au bon moment.

Cependant, il est à noter que cette expérimentation reste partielle, car portée par un utilisateur qui n'est pas en conditions réelles de projet. Une perspective de ce travail de recherche est de déployer cet environnement sur un projet plus complet d'UN.

IV. Conclusion

Pour mettre en œuvre notre modèle proposé dans le chapitre précédent, en déroulant la méthode Merise, nous avons développé dans ce chapitre un système de gestion des connaissances dédié à la gestion de toutes les connaissances utiles et générées au cours des projets d'UN. Ce SKM nommé KSim supporte deux types de connaissance: générales et de projet qui sont liées aux informations de projet de système d'information Info Sim. L'objectif de notre système est de supporter le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP et de faciliter la prise des décisions dans les premières phases de PDP. En fait, notre outil permet d'intégrer, partager et stocker toutes les connaissances liées aux produits, processus, ressources et simulations le plus tôt possible avec une bonne organisation par l'ajout de contexte et par suite une meilleure prise de décision dans un temps restreint. De plus, il permet la communication et la discussion entre tous les acteurs par l'intégration de points de vue et le module de discussion instantanée et par suite un gain de temps de transport pour faire des réunions.

Nous avons expérimenté avec succès notre SKM KSim (et surtout la création et la capitalisation des connaissances) par le cas d'étude des trois projets réalisés par les élèves SUPMECA Paris, en collaboration avec Airbus Group Innovation Works dont le but était de concevoir, simuler et améliorer des lignes d'assemblage aéronautiques.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Pour améliorer la qualité des produits et réduire les coûts et les délais de production, les entreprises ont besoin d'outils adaptés permettant de tester plus tôt, plus rapidement et plus efficacement des alternatives, avec bien plus d'incertitudes sur les données d'entrée. Et par la suite elles ont besoin de l'UN qui est une approche basée sur la simulation et l'analyse de produit et de processus de production.

Le développement des projets d'UN nécessite un environnement de travail collaboratif et de gestion de toutes les informations et connaissances le plus tôt possible dans les premières phases de conception et entre tous les acteurs de PDP.

Malgré l'existence de SI comme Info Sim dédié à la gestion des informations de produit, processus, ressource et simulation les experts de simulation rencontrent toujours des problèmes lors de prise de décision. En effet l'UN est une approche qui utilise les simulations et exige le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP:

- É change des résultats
- É change des points de vue
- La communication et la discussion entre tous les acteurs de PDP et sur tous les résultats de projet
- La gestion de toutes les informations et connaissances de projet (de produit, processus, ressource et simulation)
- La capitalisation des bonnes connaissances
- La gestion des retours d'expérience et les connaissances générales et utiles

La prise des bonnes décisions le plus tôt possible pendant les premières phases de conception nécessite un SKM capable de gérer toutes les connaissances et facilite le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP.

L'objectif de nos travaux de recherche est de mettre en place un cadre méthodologique et applicatif favorisant le travail en collaboration entre les acteurs de PDP et facilitant la prise de bonnes décisions le plus tôt possible pour les projets d'UN. Pour cela nous avons proposé un modèle conceptuel permettant la gestion de toutes les connaissances utiles à la conception des projets d'UN depuis l'étude jusqu'à la validation à l'aide des résultats de simulation.

1. Apports de la thèse

Les apports de nos travaux de recherche consistent à la mise en œuvre d'un modèle conceptuel permettant la gestion de toutes les connaissances de l'entreprise pendant la

Conclusions et Perspectives de recherche

phase de conception de produit pour faciliter la prise de décision au temps voulu. À partir de ce modèle nous avons développé un SKM intitulé « KSim » et lié au SI « Info Sim » qui est dédié à la gestion des informations des projets d'UN.

Notre SKM permet la gestion de deux types de connaissances : les connaissances de projet et les connaissances générales. Chaque connaissance peut être une connaissance de produit, processus, ressource ou simulation.

Notre SKM permet de réaliser les fonctions suivantes :

- Le lien entre les connaissances générales et de projet, par exemple l'utilisation d'un standard pour le calcul d'une pièce
- Les liens entre les connaissances de projet : les liaisons entre les pièces, les produits, les processus, les ressources et les résultats de simulation
- La représentation des connaissances par la structure hiérarchique pour faciliter la compréhension, la liaison, la modification et la réutilisation des connaissances
- L'insertion des fichiers avec n'importe quelle extension ou l'adresse d'un site web dans chaque connaissance
- L'intégration de plusieurs points de vue dans chaque connaissance. Ces points de vue facilitent l'interaction et la discussion entre tous les acteurs de PDP sur les résultats obtenus
- La communication entre tous les acteurs de PDP et l'échange des connaissances tacites par la discussion instantanée

Le SI « Info Sim » et notre SKM « KSim » ne sont pas les responsables à la génération des informations et connaissances. Notre application permet l'intégration des connaissances avec l'ajout du contexte pour une meilleure compréhension et organisation, le partage et l'utilisation de ces connaissances. Comme elle facilite la communication, l'interaction et l'échange des connaissances tacites entre tous les acteurs de PDP de différents départements par l'intégration des points de vue et par la discussion instantanée.

En conclusion, notre SKM « KSim » permet la gestion de toutes les connaissances explicites : générales et de projets qui peuvent être liées au produit, processus, ressource ou simulation. Comme il permet la gestion des connaissances tacites par l'échange des points de vue et par la communication et la discussion instantanée. Alors, KSim facilite le travail en collaboration entre tous les acteurs de PDP de différents départements et par suite il aide les experts de simulation à prendre de bonnes décisions dans le temps voulu.

2. Perspectives

Nos travaux de recherche ouvrent la voie vers diverses perspectives de recherche :

L'Intelligence Economique

Le but de nos travaux de recherche est de gérer toutes les connaissances de l'entreprise pour aider les experts de simulation à la prise des décisions lors des premières phases de conception des projets d'UN. Alors, nous nous sommes intéressés dans ce rapport qu'à la gestion des connaissances internes et non aux informations et connaissances qui circulent en dehors de l'entreprise et qui ont un impact très important sur la prise des décisions, telles que les informations et connaissances liées aux clients, fournisseurs, concurrents... Ainsi, il y a un manque d'échange et de partage des informations et connaissances entre l'intérieur et l'extérieur de l'entreprise. Pour cela le futur axe de recherche sera l'intelligence économique et sa relation avec la gestion des connaissances.

Vers une entreprise étendue

Les projets sont devenus de plus en plus complexes ce qui nécessite la collaboration entre plusieurs entreprises partenaires qui est l'entreprise étendue où les acteurs sont distribués géographiquement dans différents départements. Pour cela un axe de recherche intéressant serait d'étendre nos futurs travaux vers les services Web pour prendre en compte la nature distribuée et hétérogène de l'entreprise étendue et pour supporter la gestion des connaissances des acteurs multidisciplinaires (mécaniciens, automaticiens, concepteurs, ingénieurs et techniciens des méthodes, etc.) et le travail en collaboration entre ces acteurs.

Nouvelles méthodes pour le partage des connaissances tacites

Notre SKM capable de supporter les méthodes de partage des connaissances suivantes : la narration, l'encounter et la socialisation. Ces méthodes servent à codifier les connaissances tacites. Il serait intéressant de développer d'autres méthodes qui facilitent le transfert et le partage des savoir-faire et des compétences techniques des acteurs de PDP par des vidéos par exemple et qui permettent aux utilisateurs de regarder, d'observer, de démontrer et d'imiter les meilleures pratiques de ces acteurs. Il serait intéressant aussi de développer d'autres méthodes pour la communication et la socialisation comme la visio-conférence qui permettant d'effectuer une réunion visuelle et auditive entre deux personnes ou plus situées en des lieux distincts.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akhgar, A., & Gholipour, A. (2011). The role of socialization in Knowledge management in virtual teams. *In Proceedings of the 6th international conference on Ubiquitous and Collaborative Computing* (pp. 97-102). British Computer Society.
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107-136.
- Al-Mashari, M. (2002). Enterprise resource planning (ERP) systems: a research agenda. *Industrial Management & Data Systems*, 102(3), 165-170.
- Amadiou, F., Van Gog, T., Paas, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2009). Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning. *Learning and Instruction*, 19(5), 376-386.
- Argote, L., & Ingram, P. (2000). Knowledge transfer: A basis for competitive advantage in firms. *Organizational behavior and human decision processes*, 82(1), 150-169.
- Axiak, J., Refalo, P., & Francalanza, E. (2016). An Integrated Product Development Approach to Improving Sustainability Using Simulated Experiments: Manufacturing Case Study. *In Sustainable Design and Manufacturing 2016*, 323-334.
- Ayadi, M. (2013). *Prototypage d'un système d'information pour la conception et la simulation collaborative en Usine Numérique*. École Centrale Paris & École Nationale d'Ingénieurs de Sfax.
- Ayadi, M., Costa Affonso, R., Cheutet, V., & Haddar, M. (2015). Info Sim: Prototyping an information system for Digital Factory management. *Concurrent Engineering*, 1063293X15591610.
- Ayadi, M., Costa Affonso, R., Cheutet, V., Masmoudi, F., Riviere, A., & Haddar, M. (2013). Conceptual model for management of digital factory simulation information. *International Journal of Simulation Modelling*, 12(2), 107-119.
- Bach, T. L. (2006). *Construction d'un Web sémantique multi-points de vue*. Paris, ENMP: Doctoral dissertation.
- Baizet, Y. (2004). *Knowledge Management in design: Application to the computational mechanics at Renault-BED*. Ph. D Thesis University of Grenoble.
- Balci, O. (1990). Guidelines for successful simulation studies. *Proceedings of the 22nd conference on Winter simulation* (pp. 25-32). IEEE Press.
- Baumard, P. (1999). *Tacit Knowledge in Organizations*. Sage.
- Bel, J. M. (2013). *Modelisation et simulation des systemes de production: une approche orientee-objets*. Institut National Des Sciences Appliquees De Lyon.

Références bibliographiques

- Benerecetti, M., Bouquet, P., & Ghidini, C. (2001). On the dimensions of context dependence: partiality, approximation, and perspective. *Modeling and Using Context. Springer Berlin Heidelberg*, 59-72.
- Bernard, S. P. (2004). *Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multisite: application à l'industrie aéronautique européenne*. Aix-en-Provence: ENSAM.
- Beylier, C. (2007). *Une approche collaborative de gestion des connaissances-Application à une PME du secteur de l'ingénierie mécanique*. Université Joseph-Fourier-Grenoble I.
- Boime, B. (2005). Le projet «Usine numérique»: Un projet du pôle de compétitivité SYSTEM@ TIC Paris Région. *Revue internationale d'ingénierie numérique*, 1(4), 393-402.
- Boothroyd, G., & Dewhurst, P. (1984). *Design for Assembly-A Designers Handbook*. University of Massachusetts.
- Bosch-Mauchand, M., Belkadi, F., Bricogne, M., & Eynard, B. (2013). Knowledge-based assessment of manufacturing process performance: integration of product lifecycle management and value-chain simulation approaches. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(5), 453-473.
- Bouزيد, M., Ayadi, M., Cheutet, V., & Haddar, M. (2014). Towards Management of Knowledge and Lesson Learned In Digital Factory. *Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, p. 283.
- Bouزيد, M., Ayadi, M., Cheutet, V., & Haddar, M. (2015). Proposition of a Conceptual Model for Knowledge Integration and Management in Digital Factory. *IFIP International Conference on Product Lifecycle Management*, pp. 366-375.
- Bouزيد, M., Ayadi, M., Cheutet, V., & Haddar, M. (2016). The notion of multi-views in Digital Factory. *International Conference on Acoustics and Vibration ICAV'2016*. Hammamet - Tunisia: The Tunisian Association of Industrial Acoustics and Vibration (ATAVI).
- Bouزيد, M., Ayadi, M., Mansour, I., Cheutet, V., & Haddar, M. (2017). KSim: an Information System for knowledge management in Digital Factory. *Concurrent Engineering: Research and Applications (CERA)*.
- Bracht, U., & Masurat, T. (2005). The Digital Factory between vision and reality. *Computers in Industry*, 56(4), 325–333.
- Caggiano, A., Bruno, G., & Teti, R. (2015). Integrating optimisation and simulation to solve manufacturing scheduling problems. *Procedia CIRP*, 28, 131-136.
- Caggiano, A., Caiazza, F., & Teti, R. (2015). Digital factory approach for flexible and efficient manufacturing systems in the aerospace industry. *Procedia CIRP*, 37, 122-127.
- Cañas, A. J., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., & Carvajal, R. (2004). CmapTools: A knowledge modeling and sharing environment. *Proceedings of the first international*

- conference on concept mapping. 1*, pp. 125-133. In *Concept maps: Theory, methodology, technology*.
- Chandrasegaran, S. K., Ramani, K., Sriram, R. D., Horváth, I., Bernard, A., Harik, R. F., et al. (2013). The evolution, challenges, and future of knowledge representation in product design systems. *Computer-aided design*, 45(2), 204-228.
- Chen, D. (2009). *Information management for the factory planning process*. Sweden: Licentiate Thesis in Production Engineering Stockholm.
- Chen, K. S., & Huang, M. L. (2006). Performance measurement for a manufacturing system based on quality, cost and time. *International Journal of Production Research*, 44(11), 2221-2243.
- Cheutet, V., & Paviot, T. (2008). *FALSIM : Simulation d'assemblage final sous DELMIA*. Paris: SUPMECA.
- Cheutet, V., & Paviot, T. (2009). *FALSIM 2 SUPMECA – Usine Numérique*. Paris: SUPMECA.
- Cheutet, V., & Paviot, T. (2010). *Simulation, dimensionnement et optimisation d'une usine aéronautique*. Paris: SUPMECA.
- Cheutet, V., Lamouri, S., Paviot, T., & Derroisne, R. (2010). Consistency management of simulation information in digital factory. *MOSIM10*, (p. 9p).
- Cheutet, V., Paviot, T., & Lamouri, S. (2009). Conception et simulation collaborative d'une ligne d'assemblage final aéronautique. *11e colloque national AIP Priméca*. La Plagne.
- Cobos, R., Esquivel, J. A., & Alamán, X. (2002). It tools for knowledge management: A study of the current situation. *Journal of Novática and Informatik/Informatique*, 3(1).
- Connell, N. A., Klein, J. H., & Meyer, E. (2004). Narrative approaches to the transfer of organisational knowledge. *Knowledge Management Research & Practice*, 2(3), 184-193.
- Constantinescu, C. L., Francalanza, E., & Matarazzo, D. (2015). Towards Knowledge Capturing and Innovative Human-system Interface in an Open-source Factory Modelling and Simulation Environment. *Procedia CIRP*, 33, pp. 23-28.
- Cranefield, S., & Purvis, M. K. (1999). UML as an ontology modelling language. *Intelligent Information Integration*, 23.
- Dai, W., Maropoulos, P. G., & Zhao, Y. (2015). Reliability modelling and verification of manufacturing processes based on process knowledge management. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 28(1), 98-111.
- Davenport, T., & Prusak, L. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business Press.
- Dhouieb, M. A. (2016). *Structuration multi-échelle de la connaissance in-extenso d'entreprise*. Université de Nantes Angers Le Mans.

Références bibliographiques

- Dhuieb, M. A., Belkadi, F., Laroche, F., & Bernard, A. (2015). Conceptual framework for enhancing knowledge reuse in PLM environment with the concept of digital factory assistant. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 8(4), 330-347.
- Dieng, R., Corby, O., Giboin, A., & Ribière, M. (1999). Methods and tools for corporate knowledge management. *International journal of human-computer studies*, 51(3), 567-598.
- Dowlatshahi, S. (1999). A modeling approach to logistics in concurrent engineering. *European Journal of Operational Research*, 115(1), 59-76.
- Drucker, P. F., & Fontaine, J. (1993). *Au-delà du capitalisme: la métamorphose de cette fin de siècle*.
- Eastman, C. M. (Éd.). (2012). Design for X: concurrent engineering imperatives. *Springer Science & Business Media*.
- Elgh, F., & Cederfeldt, M. (2007). Concurrent cost estimation as a tool for enhanced producibility—System development and applicability for producibility studies. *International Journal of Production Economics*, 109(1), 12-26.
- Elhamdi, M., Yannou, B., & Marx, D. (2003). Design of value chains in companies-An integrated optimisation of the value of products and processes. *DS 31: Proceedings of ICED 03*. Stockholm: the 14th International Conference on Engineering Design.
- Erdelez, S. (1999). Information encountering: It's more than just bumping into information. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, 25(3), 26-29.
- Ermine, J. L. (2000). Challenges and approaches for Knowledge Management. *In Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases*.
- Ermine, J. L. (2003). *La gestion des connaissances*. Hermes Lavoisier.
- Euzenat, J. (1996). Corporate memory through cooperative creation of knowledge bases and hyper-documents. *Proc.10th workshop on knowledge acquisition (KAW), Banff (CA)*, (pp. 1-18, pages (36)).
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI magazine*, 17(3), 37.
- Finkelstein, A., & Sommerville, I. (1996). The viewpoints FAQ. *BCS/IEE Software Engineering Journal*, 11(1), 2-4.
- Finkelstein, A., Kramer, J., Nuseibeh, B., Finkelstein, L., & Goedicke, M. (1992). Viewpoints: A framework for integrating multiple perspectives in system development. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 2(1), 31-57.
- Gaumand, C. (2014). *Système de gestion des connaissances dédié à la chaîne logistique: une recherche intervention au sein de l'entreprise Bonfiglioli Transmissions*. Ecole centrale de Paris: Châtenay-Malabry.

- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. *AI magazine*, 11(4), 26.
- Geryville, M. H. (2008). *Une architecture d'échange et de partage d'information produit: transformation et adaptation des connaissances dans un contexte d'entreprise étendue*. Thèse de doctorat, Lyon 2.
- Ghidini, C., & Giunchiglia, F. (2001). Local models semantics, or contextual reasoning= locality+ compatibility. *Artificial intelligence*, 127(2), 221-259.
- Gomes, S., & Sagot, J. C. (2002). A Concurrent Engineering Experiment Based on a Co-Operative and Object Oriented Design Methodology. *Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, Springer Netherlands, 11-18.
- Grundstein, M. (2004). De la capitalisation des connaissances au management des connaissances dans l'entreprise, les fondamentaux du knowledge management. 25-54.
- Grundstein, M., Rosenthal-Sabroux, C., & Pachulski, A. (2003). Reinforcing decision aid by capitalizing on company's knowledge: Future prospect. *European Journal of Operational Research*, 145(2), 256–272.
- Gunendran, A. G., & Young, R. I. (2007). An information and knowledge framework for multiperspective design and manufacture. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 19(4), 326-338.
- Hansen, M. T., Nohria, N., & Tierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge? *The Knowledge Management Yearbook 2000–2001*.
- Herrmann, J. W., Cooper, J., Gupta, S. K., Hayes, C. C., Ishii, K., Kazmer, D., et al. (2004). New directions in design for manufacturing. *ASME 2004 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. 853-861). American Society of Mechanical Engineers.
- Hlupic, V., Verbraeck, A., & de Vreede, G. J. (2002). Simulation and knowledge management: separated but inseparable. *Proceedings 14th European Simulation Symposium. SCA Europe BVBA*, 15, p. 2008.
- Jmal, A. (2013). *Représentation des connaissances scientifiques en vue de leur transfert vers l'industrie: Application à la valorisation des produits à base de bois en fin de vie*. Nantes: Ecole des Mines.
- Jonsson, A. (2008). A transnational perspective on knowledge sharing: lessons learned from IKEA's entry into Russia, China and Japan. *The international review of retail, Distribution and Consumer Research*, 18(1), 17-44.
- Josserand, E., & de Saint Leger, B. (2004). Les difficultés pratiques des communautés de pratique. *XIIIe Conférence de l'AIMS*, (pp. 2-4). Le Havre.
- Karsenty, M. L. (2001). Méthodes pour la création de mémoires de projet en conception. *Revue française de gestion industrielle*, 1, 35-52.

Références bibliographiques

- Kofod-Petersen, A., & Cassens, J. (2006). Using activity theory to model context awareness. *Modeling and Retrieval of Context*, 1-17.
- Kuehn, W. (2006). Digital Factory – Integration of simulation enhancing the product and production process towards operative control and optimisation. *International Journal of Simulation*, 7(7), 27–39.
- Kuhn, O., & Abecker, A. (1998). Corporate Memories for Knowledge Management in Industrial Practice: Prospects and Challenges. In : *Information technology for knowledge management*, 183-206.
- Labrousse, M. (2004). *Proposition d'un modèle conceptuel unifié pour la gestion dynamique des connaissances d'entreprise*. Nantes: Thèse de doctorat.
- Labrousse, M., Perry, N., & Bernard, A. (2010). Modèle FBS-PPR: des objets d'entreprise à la gestion dynamique des connaissances industrielles. *arXiv preprint arXiv:1011.6033*.
- Lalouette, C. (2013). *Gestion des connaissances et fiabilité organisationnelle : état de l'art et illustration dans l'aéronautique*. Les Cahiers De La Sécurité Industrielle.
- Lee, Y. W., & Strong, D. M. (2003). Knowing-why about data processes and data quality. *Journal of Management Information Systems*, 20(3), 13-39.
- Leppänen, M. (2007). A context-based enterprise ontology. *Business Information Systems*, 273-286.
- Leroy, F. (2001). Processus de socialisation lors de la phase d'intégration post-fusion: modalités de partage de connaissances tacites et construction de narration commune. *Association internationale de management stratégique*.
- Liu, D. T., & Xu, X. W. (2001). A review of web-based product data management systems. *Computers in industry*, 44(3), 251-262.
- Longueville, B., & Gardoni, M. (2003). A Survey of Context Modeling: Approaches, Theories and Use for Engineering Design Researches. *DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*. Stockholm.
- Longueville, B., Dudézert, A., Malabry, F., & Colombes, F. (2003). MYSMAC: Une méthode d'analyse et de suivi des systèmes de gestion des connaissances. *5ieme Congrès International de Génie Industriel*. Laval, Canada.
- Maier, R. (2002). State-of-practice of knowledge management systems: results of an empirical study. *Informatik/Informatique–Knowledge Management*, 1, 14-22.
- Markus, L. M. (2001). Toward a theory of knowledge reuse: Types of knowledge reuse situations and factors in reuse success. *Journal of management information systems*, 18(1), 57-93.
- Marshall, C. C., & Bly, S. (2004). Sharing encountered information: digital libraries get a social life. Dans IEEE (Éd.), *Proceedings of the 2004 Joint ACM/IEEE Conference* (pp. 218-227). Digital Libraries.

- Marzano, A. A.-K. (2012). Virtual ergonomics and time optimization of a railway coach assembly line. *Procedia CIRP*, 3, 555-560.
- Matta, N., Ribiere, M., Corby, O., Lewkowicz, M., & Zacklad, M. (2001). Project Memory in Design. *In Industrial Knowledge Management*, 147-162.
- Mentzas, G., Apostolou, D., Young, R., & Abecker, A. (2001). Knowledge networking: a holistic solution for leveraging corporate knowledge. *Journal of knowledge management*, 5(1), 94-107.
- Moorman, C., & Miner, A. S. (1998). Organizational Improvisation and Organizational Memory. *Academy of Management Review*, 23(4), 698-723.
- Moradi, M., Aghaie, A., & Hosseini, M. (2013). Knowledge-collector agents: Applying intelligent agents in marketing decisions with knowledge management approach. *Knowledge-Based Systems*, 52, 181-193.
- Motschnig-Pitrik, R. (1995). An integrating view on the viewing abstraction: Contexts and perspectives in software development, AI, and databases. *Journal of Systems Integration*, 5(1), 23-60.
- Mourtzis, D., Doukas, M., & Bernidaki, D. (2014). Simulation in Manufacturing: Review and Challenges. *Procedia CIRP*, 25, 213-229.
- Nadoveza, D., & Kiritsis, D. (2014). Ontology-based approach for context modeling in enterprise applications. *Computers in Industry*, 65(9), 1218-1231.
- Nanci, D., Espinasse, B., & Cohen, B. (1996). Ingénierie des systèmes d'information: Merise deuxième génération. *Vuibert*.
- Negahban, A., & Smith, J. S. (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(2), 241-261.
- Noël, F., & Roucoules, L. (2008). The PPO design model with respect to digital enterprise technologies among product life cycle. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(2), 139-145.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). The Knowledge-Creating Company. *The economic impact of knowledge*, 183.
- O'Driscoll, M. (2002). Design for manufacture. *Journal of materials processing technology*, 122(2), 318-321.
- Panahi, S., Watson, J., & Partridge, H. (2016). Conceptualising Social Media Support for Tacit Knowledge Sharing: Physicians' Perspectives And Experiences. *Journal of Knowledge Management*, 20(2).
- Paulin, D., & Suneson, K. (2015). Knowledge transfer, knowledge sharing and knowledge barriers—three blurry terms in KM. *Leading Issues in Knowledge Management*, 2(2), 73.

Références bibliographiques

- Pomian, J. (1996). *Mémoire d'entreprise: techniques et outils pour la transmission du savoir*. Paris: Sapiientia.
- Raman, M., & Muthaiyah, S. (2009). Editorial: applied knowledge management in an institutional context. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 1(2), 81-89.
- Rezayat, M. (Éd.). (2000). Some aspects of product and process development in the 21st Century. *Computer-Aided Design*, 32(2), 83.
- Rivière, M., & Dieng, R. (1997). Introduction of Viewpoints in Conceptual Graph Formalism. *In Conceptual Structures: Fulfilling Peirce's Dream*, 168-182.
- Rivière, M., & Dieng-Kuntz, R. (2002). A Viewpoint Model for Cooperative Building of an Ontology. *Conceptual Structures: Integration and Interfaces*, 220-234.
- Rivière, M., & Matta, N. (1998). Virtual Enterprise and Corporate Memory. In D. M. In Abecker (Ed.), *Proc. of ECAI'98 Workshop on Building* (pp. 129-147). Maintaning and Using Organizational Memories.
- Ross, D. T. (1977). Structured analysis (SA): A language for communicating ideas. *IEEE Transactions on software engineering*, 1, 16-34.
- Ruggles, R. (1998). The state of the notion: knowledge management in practice. *California management review*, 40(3), 80-89.
- Ruggles, R. (2009). *Knowledge management tools*. Routledge.
- Schneider, P. F. (1980). Contexts in PSN. *Proceedings of the AI-CSCSI-CSEIO Conference*, (pp. 71-78).
- Sibois, R., Määttä, T., Siuko, M., & Mattila, J. (2013). Early design verification of ITER remote handling systems using digital mock-ups within simulation lifecycle environment. *2013 IEEE 25th Symposium on Fusion Engineering (SOFE)* (pp. 1-6). IE.
- Skyrme, D. (1997). knowledge management: making sense of an oxymoron. *Management Insight*, 22.
- Smith, E. A. (2001). The role of tacit and explicit knowledge in the workplace. *Journal of Knowledge Management*, 5(4), 311-321.
- Snowden, D. (1999). Liberating knowledge. *Liberating knowledge*, 6-19.
- Stef, I. D., Draghici, G., & Draghici, A. (2013). Product design process model in the Digital Factory context. *Procedia Technology*, 9, 451-462.
- Swan, J., Scarbrough, H., & Preston, J. (1999). Knowledge management-the next fad to forget people? *ECIS*, (pp. 668-678).
- Swift, K. G., & Booker, J. D. (2003). *Process selection: from design to manufacture*. Butterworth-Heinemann.

- Tichkiewitch, S. (1996). Specification on integrated design methodology using a multi-view product model. *The 1996 3 rd Biennial Joint Conference on Engineering Systems Design and Analysis* (pp. 101-108). ESDA.
- Tichkiewitch, S., Tollenaere, M., & Ray, P. (2007). *Advances in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering II*. Springer.
- Tisseyre, R. C. (1999). Knowledge management: théorie et pratique de la gestion des connaissances. *Hermès science publications*.
- Tiwana, A., & Bush, A. A. (2005). Continuance in expertise-sharing networks: A social perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(1), 85-101.
- Tolio, T., Sacco, M., Terkaj, W., & Urgo, M. (2013). Virtual factory: An integrated framework for manufacturing systems design and analysis. *Procedia CIRP*, 7, 25-30.
- Tomiyama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C., & Kimura, F. (2009). Design methodologies: Industrial and educational applications. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 58(2), 543-565.
- Tourtier, P. A. (1995). *Analyse préliminaire des métiers et de leurs interactions*. INRIA-Dassault-Aviation.
- Tsuchiya, S. (1993). Improving knowledge creation ability through organizational learning. *ISMICK'93 Proceedings* (pp. 87-95). International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge.
- Van Heijst, G., Van Der Spek, R., & Kruizinga, E. (1997). Corporate Memories as a Tool for Knowledge Management. *Expert Systems With Applications*, 13(1), 41-54.
- Wah, L. (1999). Behind the buzz. *Management Review*, 88(4), 16.
- Wang, S., Noe, R. A., & Wang, Z. M. (2014). Motivating knowledge sharing in knowledge management systems a quasi-field experiment. *Journal of Management*, 40(4), 978-1009.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge university press.
- Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business Press.
- Westkämper, E. (2007). Digital Manufacturing in the global Era. In P. F. Cunha, & P. G. Maropoulos, *Digital Enterprise Technology Perspectives and Future Challenges* (pp. 3-14). Springer US.
- Westkämper, E., Constantinescu, C., & Hummel, V. (2006). New paradigms in manufacturing engineering: factory life cycle. Annals of the Academic Society for Production Engineering. *Research and Development*, 13(1), 143-147.
- Zaibet, O. (2006). Collaboration dans l'entreprise et intelligence collective. *15e Conférence Internationale de Management Stratégique (AIMS)*.

Références bibliographiques

Zeid, I. (1991). *CAD/CAM theory and practice*. McGraw-Hill Higher Education.

Zhen, L., Song, H. T., & He, J. T. (2012). Recommender systems for personal knowledge management in collaborative environments. *Expert Systems with Applications*, 39(16), 12536-12542.

Titre : Intégration des informations et connaissances en Usine Numérique

Mots clés : Usine Numérique, Simulation, Information, Connaissance, Système de gestion des connaissances

Résumé : Au cours des dernières décennies, le Processus de Développement de nouveaux Produits (PDP) est devenu un processus de plus en plus complexe et itératif, dû à la diversification et la personnalisation des produits et leur complexification. De plus la conception des systèmes de production associés devient une tâche très complexe, sachant que cette phase est liée aux prises de décisions de la stratégie de production qui ont un impact à long terme et qui impliquent un engagement important de ressources financières. Ainsi, les entreprises doivent surmonter ces défis pour concevoir, développer et produire des produits plus rapides et moins chers avec une meilleure qualité. Dans ce contexte, l'Usine Numérique (UN) est une solution basée sur l'emploi de méthodes

et outils numériques pour examiner, qualifier et comparer les systèmes de production complexes et ainsi aider la prise de décisions optimales. Cependant, les experts de simulation rencontrent toujours des difficultés lors de prises de décision, dû au manque d'organisation, informations et connaissances. Dans ce travail de recherche, nous nous concentrons sur ce dernier point et proposons un système de gestion des connaissances nommé « KSim » dédié à la gestion de toutes les connaissances pour le développement des projets d'UN et qui supporte la collaboration et la communication entre tous les acteurs de PDP pour faciliter la prise de bonnes décisions dans un temps restreint.

Title : Integration of information and knowledge in Digital Factory

Keywords: Digital Factory, Simulation, Information, Knowledge, Knowledge Management System

Abstract: In recent decades, the New Product Development Process (PDP) has become an increasingly complex and iterative process due to the diversification and customization of products and their complexity. Moreover, the design of the associated production systems becomes a very complex task, knowing that this phase is linked to the decision-making of the production strategy which have an impact on long-term and which involve an important commitment of financial resources. Thus, companies must overcome these challenges for design, develop and produce faster and cheaper products with better quality. In this context, the Digital Factory (DF) is a solution

based on the use of numerical methods and tools to examine, qualify and compare the complex production systems and thus, help to make the optimal decisions. However, the experts of simulation still encounter difficulties in the decision-making due to the lack of organization, information and knowledge. In this research, we focus on this last point and we propose a knowledge management system called "KSim" dedicated to the management of all knowledge for the development of DF projects and which supports the collaboration and communication between all PDP actors to facilitate to make better decisions as soon as possible.

