



HAL
open science

Assistance à l'élaboration d'offres du produit au service : proposition d'un modèle générique centré connaissances et d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation

Delphine Guillon

► To cite this version:

Delphine Guillon. Assistance à l'élaboration d'offres du produit au service : proposition d'un modèle générique centré connaissances et d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation. Autre [cs.OH]. Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, 2019. Français. NNT : 2019EMAC0005 . tel-02416669

HAL Id: tel-02416669

<https://theses.hal.science/tel-02416669>

Submitted on 17 Dec 2019

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.

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

THÈSE

en vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

délivré par

IMT – École Nationale Supérieure des Mines d'Albi-Carmaux

présentée et soutenue par

Delphine GUILLON

le 7 octobre 2019

Assistance à l'élaboration d'offres du produit au service :
proposition d'un modèle générique centré connaissances et
d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation

École doctorale et discipline ou spécialité :

EDSYS : Génie Industriel 4200046

Unité de recherche :

Centre Génie Industriel, IMT Mines Albi

Directeur et directrice de thèse :

Élise VAREILLES, Maître-assistant HDR, IMT Mines Albi

Christophe MERLO, Professeur, ESTIA Bidart

Autres membres du jury :

Nadège TROUSSIER, Professeur, Université de Technologie de Troyes (*Présidente*)

Bertrand ROSE, Professeur, Université de Strasbourg (*Rapporteur*)

Marc ZOLGHADRI, Professeur, Institut Supérieur de Mécanique de Paris (*Rapporteur*)

Xavier BOUCHER, Professeur, Mines Saint-Étienne (*Examineur*)

Éric VILLENEUVE, Enseignant-Chercheur, ESTIA Bidart (*Examineur*)

Michel ALDANONDO, Professeur, IMT Mines Albi (*Examineur*)

Yvan BEAUREGARD, Professeur, ETS Montréal (*Invité*)

Laurent LABRACHERIE, Research program manager, Altran Toulouse (*Invité*)

*Thèse préparée à l'ESTIA (Bidart) et au Centre Génie Industriel
d'IMT Mines Albi*

Remerciements

Trois ans de thèse, deux écoles d'ingénieurs, quatre appartements, cette thèse aura été l'occasion de nombreuses rencontres, et je ne peux commencer ce mémoire sans remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à cette aventure.

Tout d'abord, merci Guillaume, c'est un peu grâce à toi que j'ai eu envie de faire une thèse.

Je remercie l'ensemble des membres de mon jury : mes deux rapporteurs Bertrand ROSE et Marc ZOLGHADRI pour leurs retours précieux sur mon travail, ainsi que Nadège TROUSSIER, et Xavier BOUCHER, qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Merci Élise pour cette opportunité et de m'avoir fait confiance pour cette thèse. Merci Christophe et Éric, d'avoir accepté cette candidate 100% Mines Albi et de m'avoir si bien accueillie dans votre pays basque. Merci Michel pour ta disponibilité au pied levé dès que j'avais besoin de discuter.

Je souhaite également remercier l'ensemble des partenaires du projet OPERA, industriels et académiques, pour les échanges que nous avons pu avoir au cours de ces trois dernières années. Sans vous cette thèse ne serait pas ce qu'elle est aujourd'hui. Merci en particulier à Laurent, qui a accepté de faire partie de mon jury.

Merci à Konstantinos KIRYTOPOULOS et Yvan BEAUREGARD pour leur accueil dans leurs laboratoires respectifs, pour leurs remarques bienveillantes sur mon travail et pour m'avoir donné l'opportunité de visiter les belles villes d'Athènes et de Montréal. Merci Yvan de t'être levé aux aurores pour rendre possible ta participation à mon jury de thèse.

Merci également à l'ensemble du CGI et en particulier les doctorant-e-s. Merci à Raphaël, Quentin, les 2015 qui ont fait leur thèse en même temps que moi, Audrey, qui nous a montré le chemin, mais aussi Antoine, mon nouveau voisin de bureau. Merci également à tous les autres, et aussi à Abdou et Rania, la team des doctorants OPERA.

Merci à toutes les personnes de l'ESTIA pour leur accueil, en particulier à Hanaë (pour les camemberts rôtis, les footings, et tout ce qui a rythmé ma vie à Biarritz pendant 18 mois) et à Laura qui a également fait la route depuis Albi pour s'installer dans le pays basque. J'ai aussi une pensée pour les doctorant-e-s du bureau du bas, merci Daniela, Ruben, Samuel, Zina pour toutes ces pauses déjeuner sponsorisées par Basik. Merci Amandine, ces 18 mois de coloc en ta compagnie (et celle de Chachou) ont été très chouette!

Merci au centre de documentation d'IMT Mines Albi, Dolorès, Huong, Kattialyn pour votre accueil lors de mes créneaux Doct'Doc et votre accompagnement sur la procédure de dépôt de thèse.

Merci Paul pour l'aide avec \LaTeX , ce mémoire de thèse serait indubitablement un peu moins joli si tu n'avais pas été là!

Enfin, *last but not least*, merci à ma famille. Merci Corinne et Jean-Pierre d'avoir fait toute cette route pour venir me voir. Merci à mes parents pour leur soutien sans faille. Ça y est, j'ai fini mes études! Merci Floflo, cette thèse aura été l'occasion de découvrir, et te faire découvrir le pays basque. Rien que pour ça, ça valait le coup! Et merci Thomas ♡

Sommaire

Remerciements	v
Sommaire	vii
<hr/>	
Introduction générale	1
Partie I Positionnement des travaux	3
1 Cadre général des travaux et problématique	5
1.1 Cadre des travaux : le processus de réponse à appel d'offres	6
1.2 Périmètre de travail : l'élaboration d'offres	13
1.3 Problématique et orientations de recherche	17
1.4 Organisation de la recherche	19
1.5 Synthèse et plan de lecture	23
Citations originales du chapitre 1	25
Partie II Modélisation d'offres du produit au service	27
2 État de l'art pour l'élaboration d'offres	29
2.1 Introduction à la gestion des connaissances	30
2.2 Modélisation de la structure d'une offre	33
2.3 Formalisation et exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres	48
2.4 Synthèse du chapitre 2	55
Citations originales du chapitre 2	56
3 Proposition d'un cadre centré connaissances pour l'élaboration d'offres	59
3.1 Modèle de Système Produit Υ Service	61
3.2 Modèle générique de structure d'offre	65
3.3 Exemples d'instanciations de la solution technique et du processus de réalisation	74
3.4 Modèle d'exploitation des connaissances	82
3.5 Synthèse du chapitre 3	87
Citations originales du chapitre 3	89
Partie III Méthodologie de déploiement	91
4 État de l'art sur les méthodologies	93
4.1 Méthodologies pour les systèmes à base de connaissances	94
4.2 Méthodologies de réingénierie des processus	102

4.3	Méthodologies de déploiement de systèmes d'informations	106
4.4	Synthèse du chapitre 4	108
	Citations originales du chapitre 4	109
5	Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'utilisation pour l'élaboration d'offres	111
5.1	Introduction à la méthodologie proposée	112
5.2	Phase 1 - Initialisation	115
5.3	Phase 2 - Spécialisation	118
5.4	Phase 3 - Implémentation	132
5.5	Phase 4 - Exploitation	134
5.6	Phase 5 - Maintien et actualisation du modèle	136
5.7	Synthèse du chapitre 5	139
Partie IV Application des travaux		141
6	Application de nos propositions	143
6.1	Cadre de travail : le projet OPERA	144
6.2	Présentation du cas d'étude	149
6.3	Déploiement de la phase 1 - Initialisation	150
6.4	Déploiement de la phase 2 - Spécialisation	152
6.5	Bilan du cas d'étude	162
6.6	Synthèse du chapitre 6	164
Conclusion générale et perspectives de recherche		165
	Rappel du cadre des travaux et problématique	165
	Résumé et synthèse des contributions scientifiques	166
	Limites et perspectives de recherche	168
	Bibliographie	171
	Acronymes	181
	Liste des définitions	183
	Liste des figures	185
	Liste des tableaux	189
Annexes		191
A	L'appel d'offres sur un marché public : une procédure formalisée	193
B	Détails de la revue de littérature sur les services et les PSS	195
C	Compléments au cas d'étude AES	201
D	Publications et autres communications	213

Introduction générale

Écrire convoque un important segment du corps :
c'est une application physique de la pensée.

Amélie Nothomb, *Le voyage d'hiver*

Le processus de réponse à appel d'offres est un processus très répandu dans le milieu industriel. En effet, de nombreuses raisons peuvent faire qu'une entreprise fait appel à un fournisseur ou prestataire extérieur : manque de matériel, de compétences en interne ou de temps, choix stratégique pour se concentrer sur le cœur de métier. Un client fait alors appel à une entreprise pour répondre à un besoin, ce besoin pouvant porter sur un produit (par exemple une grue) ou un service (par exemple une formation). Ces échanges se déroulent dans un cadre appelé « relation client-fournisseur ». Le « client » est l'entreprise ou l'organisation qui souhaite acquérir un bien ou un service. Le « fournisseur » est l'entreprise qui fournit une solution pour répondre au besoin du client. Pour choisir ce fournisseur, de nombreuses entreprises « client » passent par un processus d'appel d'offres. Le « fournisseur », qui répond à l'appel d'offres, est alors appelé « soumissionnaire ». L'entreprise soumissionnaire élabore une offre pour répondre au besoin exprimé par le client. Si l'offre est remportée, elle devient une affaire et l'entreprise fournit alors le produit ou service demandé au client.

L'élaboration d'offres est un travail complexe car elle met en œuvre de nombreux éléments variés fortement interdépendants. L'entreprise soumissionnaire doit faire face d'une part à un environnement de plus en plus concurrentiel et d'autre part à des clients de plus en plus exigeants. Pour rester compétitives, les entreprises répondant à des appels d'offres doivent soumettre des offres à la fois attractives (notamment en termes de solution technique, prix et délai) et réalisables (par exemple en termes de processus de réalisation, ressources allouées et risques encourus). Pour s'assurer de l'aspect *réalisable*, nous considérons qu'une offre est composée de deux parties. La première partie est la solution technique vendue au client, proposée en réponse à un besoin connu. Cette solution peut être un produit, un service ou bien un système combinant les deux, appelé système produit-service (PSS). La seconde partie est le processus de réalisation d'une telle solution, permettant ainsi à l'entreprise soumissionnaire de prendre en compte les coûts liés à la réalisation de l'affaire, de proposer un délai de livraison réaliste et d'anticiper les risques qui pourraient survenir lors de la réalisation de l'affaire.

Face à cette complexité, nous souhaitons assister les entreprises soumissionnaires pour les aider à rationaliser le processus de réponse à appel d'offres et proposer des solutions pertinentes et compétitives. D'après Milton (2008), les systèmes à base de connaissances (*Knowledge Based Systems*, KBS) permettent d'automatiser certaines tâches simples et d'alléger la charge cognitive des tâches plus complexes normalement faites par des experts. Ils permettent de réduire le coût et

le temps passé, et permettent aux experts d'être plus efficaces. Nous proposons donc d'utiliser une approche à base de connaissances pour aider les entreprises soumissionnaires lors de l'élaboration d'offres et permettre aux experts de se concentrer sur les parties de l'offre qui nécessitent le plus leur expertise.

Ce besoin de rationalisation du processus de réponse à appel d'offres en utilisant la connaissance des entreprises peut être décomposé en deux questions sur lesquelles se basent nos travaux :

1. Comment modéliser la connaissance nécessaire à l'élaboration d'une offre?
2. Comment déployer un KBS d'aide à l'élaboration d'offres en entreprise?

Nos travaux ont ainsi abouti à deux contributions :

1. un modèle générique d'offre produit et/ou service centré connaissances,
2. et une méthodologie d'instanciation et d'exploitation du modèle proposé.

Les travaux de recherche présentés dans cette thèse ont été réalisés dans le cadre du projet OPERA, acronyme de « **O**utils logiciels et **P**roc**E**ssus pour la **R**éponse à **A**ppels d'offres », financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)¹. Ce projet a pour objectif d'aider les entreprises soumissionnaires à élaborer des offres en réponse à appel d'offres. Un démonstrateur logiciel basé sur la formalisation et l'exploitation des connaissances est en cours de développement pour mettre en œuvre l'ensemble des propositions scientifiques issues des trois thèses financées dans le cadre du projet. Des cas d'étude tirés du projet serviront donc de support à nos travaux pour valider nos propositions.

Ce mémoire est structuré en quatre parties, regroupant six chapitres.

La première partie de notre mémoire de thèse est consacrée au positionnement de nos travaux de recherche. Elle est composée du chapitre 1, intitulé « Cadre général des travaux et problématique ».

La deuxième partie est consacrée à notre première contribution : la modélisation et l'exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres, ces offres concernant des produits, des services ou des systèmes produit-service (PSS). Elle est composée de deux chapitres : le chapitre 2, intitulé « État de l'art pour l'élaboration d'offres », et le chapitre 3, intitulé « Proposition d'un cadre centré connaissances pour l'élaboration d'offres ».

La troisième partie est consacrée à notre deuxième contribution : les méthodologies d'aide pour l'élaboration d'offre. Elle est composée de deux chapitres : le chapitre 4, intitulé « État de l'art sur les méthodologies », et le chapitre 5, intitulé « Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'utilisation pour l'élaboration d'offres ».

Enfin, la quatrième partie est consacrée à la mise en application de nos deux propositions. Elle est composée du chapitre 6, intitulé « Application de nos propositions ».

Un plan de lecture plus détaillé de ce mémoire est proposé à la fin du chapitre 1 (page 23).



Dans l'ensemble du mémoire, le logo OPERA est affiché à chaque fois qu'une synthèse est faite par rapport à la littérature existante.

1. [Projet n° ANR-16-CE10-0010](#)

I

Positionnement des travaux

1

Cadre général des travaux et problématique

J'attachais une grande importance aux présentations. C'était souvent la seule image claire que nous laisserions aux gens.

Alain Damasio, *La Horde du Contrevent*

1.1	Cadre des travaux : le processus de réponse à appel d'offres	6
1.1.1	Définition et modélisation du processus de réponse à appel d'offres	6
1.1.2	Spécificités de la réponse à appel d'offres	10
1.1.3	Outillage du processus de réponse à appel d'offres	11
1.1.4	Synthèse intermédiaire	13
1.2	Périmètre de travail : l'élaboration d'offres	13
1.2.1	L'élaboration d'offres attractives	14
1.2.2	Étude du processus de réalisation de l'offre technique et des risques associés	14
1.2.3	Une conception routinière	15
1.2.4	Une pré-conception uniquement	16
1.2.5	L'essor des services et des systèmes produit service	16
1.2.6	Synthèse intermédiaire	17
1.3	Problématique et orientations de recherche	17
1.3.1	Problématique scientifique	18
1.3.2	Contributions identifiées	18
1.4	Organisation de la recherche	19
1.4.1	Terrain d'application : le projet OPERA	19
1.4.2	Organisation de la recherche	20
1.5	Synthèse et plan de lecture	23
	Citations originales du chapitre 1	25

Ce premier chapitre introduit le cadre de nos travaux de recherche. Tout d'abord, le processus de réponse à appel d'offres et ses spécificités sont présentées (section 1.1). Ensuite, nous définissons notre périmètre de travail (section 1.2), puis notre problématique et nos orientations de recherches sont introduites (section 1.3). La section 1.4 est consacrée à l'organisation de la recherche, et à la présentation du projet OPERA, dans le cadre duquel cette thèse est financée. Enfin, une synthèse et un plan de lecture concluent ce premier chapitre (section 1.5).

1.1 Cadre des travaux : le processus de réponse à appel d'offres

« L'appel d'offres concurrentiel et la négociation des prix sont des pratiques courantes sur les marchés des entreprises, des gouvernements et des institutions » (Boughton, 1987)¹. En effet, pour sélectionner un fournisseur, de nombreuses entreprises et organisations choisissent de passer par un processus de réponse à appel d'offres. Pour l'administration française, les collectivités territoriales doivent obligatoirement passer par un appel d'offres pour sélectionner un fournisseur.

Un appel d'offres peut être lancé sur les marchés publics ou privés. Dans le cas des marchés publics, le décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 s'applique en France (Médiateur des entreprises, 2018)². Dans le cas de marchés privés, il n'existe pas de règles juridiques spécifiques aux appels d'offres réalisés par des entreprises privées (Botero Lopez, 2014).

Dans tous les cas, les entreprises soumissionnaires sont concurrentes pour obtenir des droits ou des opportunités en vertu de règles établies par le gouvernement ou l'entreprise qui lance un appel d'offres. « La plupart des entreprises sont impliquées dans des appels d'offres sous une forme ou une autre : appels d'offres pour des contrats, des concessions, des licences d'utilisation d'un brevet, etc. » (Friedman, 1956)³. Ainsi, « les activités de nombreuses organisations reposent sur l'exécution de travaux contractuels obtenus en soumettant des offres gagnantes à des clients, en concurrence avec d'autres entreprises » (Chapman et al., 2000)⁴.

Cette première section est consacrée à l'élaboration d'offre en réponse à appel d'offres. Tout d'abord, nous définissons ce qu'est le processus de réponse à appel d'offres. Ensuite, les spécificités de la réponse à appel d'offres sont introduites, puis les outils d'aide à la décision en réponse à appel d'offres existants sont présentés.

1.1.1 Définition et modélisation du processus de réponse à appel d'offres

Dans cette section, nous présentons plusieurs processus de réponse à appel d'offres définis dans la littérature. Dans chaque cas, nous nous plaçons du point de vue de l'entreprise soumissionnaire.

Processus de réponse à appel d'offres en trois phases

Le processus de réponse à appel d'offres peut être décomposé en trois phases distinctes (Boughton, 1987) :

1. l'analyse pré-soumission (*prebid analysis*),
2. le développement d'une proposition (*proposal development*),
3. la décision de l'offre finale (*final bid decision*).

1. Analyse pré-soumission – Le processus de réponse à appel d'offres « peut représenter un investissement financier important, car il implique des coûts liés à la phase de spécifications, à la sollicitation de sous-traitants et à la préparation de propositions. Par conséquent, seules les opportunités répondant aux critères clés préalablement définis doivent être ciblées pour le développement de la proposition » (Boughton, 1987)⁵. En fonction des opportunités, l'entreprise soumissionnaire choisit donc les offres auxquelles répondre.

1. [traduction libre] voir citation originale 1.a p. 25

2. Plus d'informations sur les appels d'offres publics en annexe A page 193.

3. [traduction libre] voir citation originale 1.b p. 25

4. [traduction libre] voir citation originale 1.c p. 25

5. [traduction libre] voir citation originale 1.d p. 25

2. *Développement d'une proposition* – Les coûts, risques et opportunités des offres auxquelles l'entreprise soumissionnaire décide de répondre sont évalués en fonction de certains critères, regroupés en quatre domaines : spécifique à l'entreprise, au client, à l'environnement ou à la concurrence (Boughton, 1987).
3. *Décision de l'offre finale* – « Le chiffrage des offres pour la plupart des entreprises consiste essentiellement à estimer le coût du travail à effectuer et à ajouter une majoration afin de générer un profit. Plus l'offre est basse, plus les chances de remporter l'appel d'offres sont grandes, mais au détriment du profit » (Boughton, 1987)⁶.



Nos travaux concernant l'élaboration d'offres, nous nous intéressons à la phase 2. *Développement d'une proposition* de ce processus.

Activités du processus de réponse à appel d'offres

Krömker et al. (1997) basent leurs travaux sur le processus de réponse à appel d'offres décrit sur la figure 1.1. La phase d'*analyse pré-soumission* présente dans (Boughton, 1987) n'apparaît pas : le processus débute ici une fois que l'entreprise soumissionnaire a décidé de répondre à l'appel d'offres. Les activités de *développement d'une proposition* et *décision de l'offre finale* sont détaillées.



Nos travaux concernant l'élaboration d'offres, le détail des activités permettant d'élaborer une offre est particulièrement pertinent dans le cadre de nos travaux.



Figure 1.1 – Le processus de réponse à appel d'offres, traduit et adapté de (Krömker et al., 1997)

Processus de réponse à appel d'offres et prise de décision

Chalal et al. (2006) s'appuient sur le processus de réponse à appel d'offres illustré figure 1.2. On y retrouve les trois phases de Boughton (1987) et certains éléments de Krömker et al. (1997). Ce processus de réponse à appel d'offres débute à la réception d'un appel d'offre (AO) et est décomposé en quatre étapes :

1. *Analyse de l'opportunité* – L'entreprise soumissionnaire analyse les exigences du client formalisées dans l'appel d'offres afin de décider d'y répondre ou pas. Une estimation de la capacité du soumissionnaire à répondre sur les aspects techniques fait partie de la prise de décision, ainsi que, la plupart du temps, une analyse des stratégies des potentiels concurrents. La stratégie de l'entreprise soumissionnaire fait également pleinement partie de cette prise de décision. Cette première activité se termine par la décision de répondre ou non, à l'appel d'offres : *Bid/No Bid*.
2. *Élaboration de l'offre technique* – Avant d'élaborer l'offre, une analyse approfondie des exigences client est effectuée pour élaborer l'offre technique à proposer au client.
3. *Calcul des coûts et des prix* – Ensuite, le coût de l'offre est estimé. Cette étape est souvent nommée *chiffrage du projet*.
4. *Transmission de la proposition au client* – Enfin, l'offre (à la fois technique et financière) est soumise au client, qui émettra une réponse positive (AO gagné) ou négative (AO perdu) sur l'acceptation de l'offre.

6. [traduction libre] voir citation originale 1.e p. 25

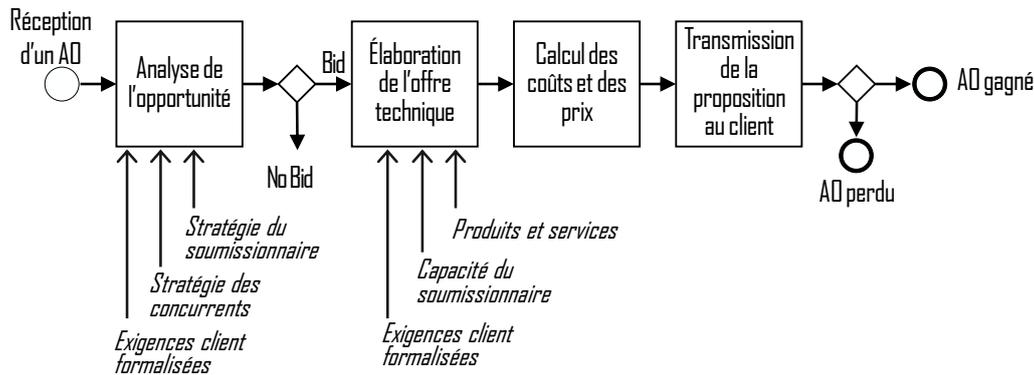


Figure 1.2 – Le processus de réponse à appel d'offres, traduit et adapté de (Chalal et al., 2006)

La première activité *Analyse de l'opportunité* correspond à la phase d'*Analyse pré-soumission* présente dans (Boughton, 1987). L'activité *Élaboration de l'offre technique* regroupe les activités *Identifier les exigences du client* et *Développer une solution technique* de Krömker et al. (1997), quand l'activité *Calcul de coûts* correspond à l'activité *Estimer les coûts de production*.



Dans le cadre de nos travaux, nous nous intéressons à l'activité 2. *Élaboration de l'offre technique* de ce processus.

Projet européen PRIMA

Le projet européen PRIMA⁷ (2000-2002), acronyme de *Project Risk Management*, s'intéressait à une approche axée sur les risques de la gestion de projet pour la réponse à appel d'offres (Bellos et al., 2002).

S'inspirant des résultats du projet PRIMA, Benaben (2009) propose le processus de réponse à appel d'offres illustré figure 1.3. La *Faisabilité* et la *Prise de décision* sont distinguées pour montrer que les informations et critères à prendre en compte dans les deux activités ne sont pas les mêmes. La suite du processus est similaire à celui identifié par Chalal et al. (2006).

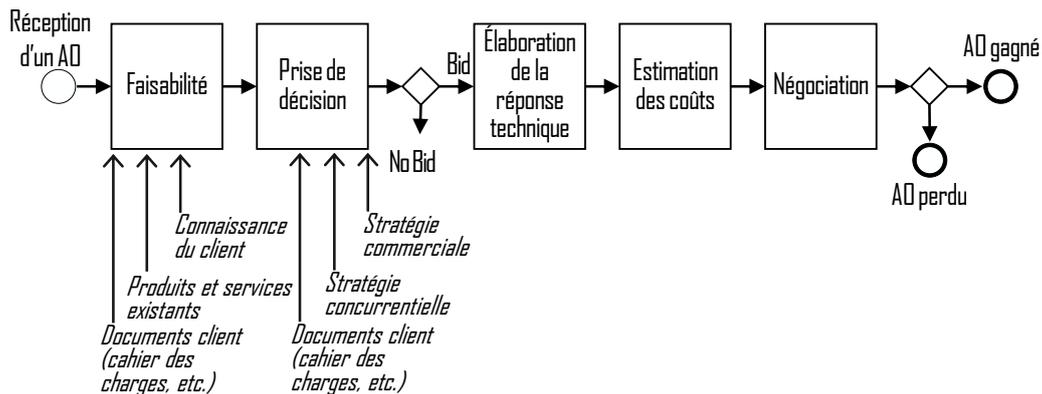


Figure 1.3 – Le processus de réponse à appel d'offres, adapté de Benaben (2009)



Dans le cadre de nos travaux, cette distinction n'est pas nécessaire car nous nous intéressons à l'élaboration d'offres, une fois que l'entreprise soumissionnaire a décidé de répondre à l'appel d'offres.

7. <http://www.esi2.us.es/prima/Abstract1.html>

Élaboration de plusieurs offres pour un même cahier des charges

Sylla (2018) introduit la possibilité d'élaborer plusieurs offres à partir du même cahier des charges, c'est-à-dire pour un même appel d'offres. Une méthode d'évaluation et de choix de l'offre à soumettre au client est proposée en se basant sur le processus de réponse à appel d'offres illustré figure 1.4.



L'activité d'*Élaboration de l'offre technique* présente dans Chalal et al. (2006) et Benaben (2009) est ici affinée en deux activités *Conception et évaluation des offres techniques* et *Sélection de l'offre technique la plus intéressante*. Cette distinction est particulièrement pertinente dans le cadre de nos travaux.

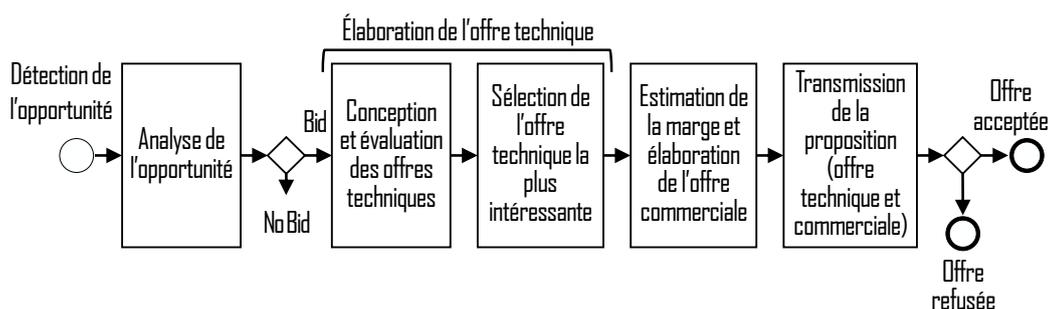


Figure 1.4 – Le processus de réponse à appel d'offres, adapté de Sylla (2018)

Synthèse : le processus de réponse à appel d'offres tel que défini dans nos travaux

S'inspirant de l'ensemble de ces travaux, nous définissons le processus de réponse à appel d'offres suivant (illustré figure 1.5)⁸ :

Définition n° 1 : Processus de réponse à appel d'offres

Le processus de réponse à appel d'offres débute suite à la détection d'une opportunité, lors de la réception d'un cahier des charges ou suite à la consultation de journaux spécialisés par exemple. Il se termine lors de l'acceptation ou le refus de l'offre par le client potentiel. Il est composé des activités et décisions décrites ci-dessous.

(A1) *Analyse de l'opportunité* – Comme expliqué précédemment, l'entreprise soumissionnaire analyse l'opportunité. Nos travaux portant sur la suite du processus de réponse à appel d'offres, nous ne détaillons pas cette activité comme a pu le faire Benaben (2009).

(D1) – L'entreprise décide de la poursuite (*Go*) ou non (*No Go*) du processus de réponse à appel d'offres. Notons que cette étape que nous appelons *Go/No Go* est appelée *Bid/No bid* dans la littérature citée précédemment.

(A2) *Élaboration de l'offre technique et commerciale* – Si l'entreprise soumissionnaire décide de répondre, une offre est élaborée. Nous conservons la décomposition en 3 activités, comme dans les travaux de Sylla (2018).

(A21) *Élaboration d'une à plusieurs offres techniques* – Cette activité inclut la définition de la solution technique, ainsi que l'estimation des coûts de production et d'une date de livraison réaliste, activités présentes dans (Krömker et al., 1997).

(A22) *Sélection de l'offre technique la plus intéressante* – L'utilisateur pourra alors se baser sur des indicateurs classiques (coût, prix, marge, délai) ou spécifiques, tels que la confiance (Sylla, 2018), pour comparer les offres élaborées et choisir celle qui sera soumise au client.

8. Sur cette figure, l'offre technique (OT) et l'offre commerciale (OC) sont distinguées. Dans ce mémoire, quand nous utilisons le terme *offre* sans préciser, nous parlons de l'offre technique.

(A23) *Estimation de la marge et élaboration de l'offre commerciale* – L'offre commerciale est ensuite élaborée (estimation d'une marge et définition d'un prix de vente).

(D2) – Le soumissionnaire peut éventuellement décider de ne pas transmettre cette offre au client par manque de temps ou parce qu'il pressent des problèmes techniques (*Bid/ No bid*). Cette étape, qui n'était pas présente dans les travaux précédents, permet de prendre en compte l'abandon d'une réponse à appel d'offres en cours d'élaboration d'une offre.

(A3) *Rédaction de l'offre* – Dans le cas *Bid*, l'offre est rédigée en prenant compte les exigences administratives qui s'appliquent.

(A4) *Transmission de la proposition au client* – La proposition est envoyée au client. Suivant le type de marché (public ou privé), une phase de négociation peut avoir lieu. Puis le client transmet sa décision à l'entreprise soumissionnaire : l'offre est acceptée ou refusée.

Nos travaux concernent donc l'activité (A2) *Élaboration d'une offre technique et commerciale*, et plus précisément l'activité (A21) *Élaboration d'une à plusieurs offres techniques*. Cependant, bien que les trois activités détaillant l'activité (A2) soient présentées de façon séquentielles, nous avons constaté que les activités (A22) et (A23) sont parfois difficiles à dissocier de l'activité (A21) et de nombreuses itérations peuvent intervenir. C'est pourquoi nous considérerons par la suite que lors de l'élaboration de l'offre technique, des éléments de coûts sont à intégrer afin de faciliter la réalisation des activités suivantes (sélection et proposition commerciale).

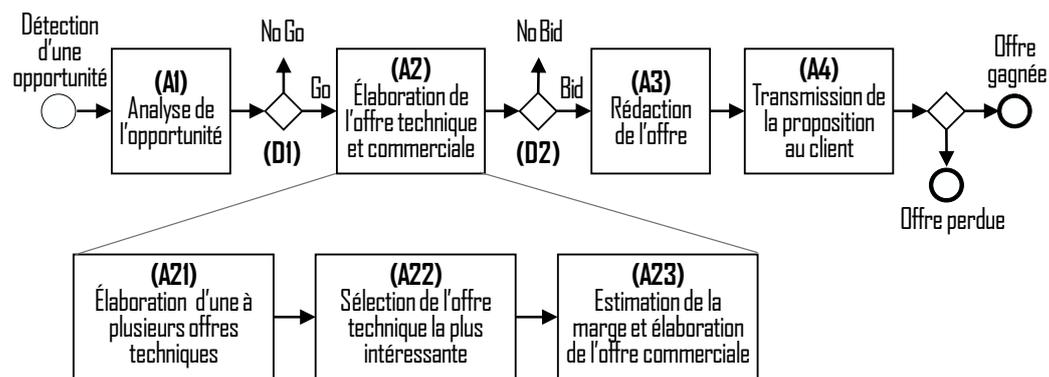


Figure 1.5 – Le processus de réponse à appel d'offres tel que défini pour nos travaux

1.1.2 Spécificités de la réponse à appel d'offres

L'élaboration d'offres a plusieurs spécificités qui se doivent d'être prises en compte. Ces spécificités liées au processus de réponse à appel d'offres sont donc introduites dans cette section.

Un premier contact client Il s'agit du premier contact avec le client : il est donc nécessaire pour l'entreprise soumissionnaire d'afficher le plus clairement possible son savoir-faire (Benaben, 2009).

Des incertitudes et imprécisions Les spécifications et exigences fournies par le client sont souvent incomplètes, et elles contiennent parfois des exigences contradictoires, qui peuvent être amenées à être modifiées non seulement pendant mais aussi après l'élaboration de l'offre (Krömker et al., 1997). Le processus de réponse à appel d'offres se déroule dans un cadre incertain car les informations dont dispose l'entreprise soumissionnaire sont souvent parcellaires (Benaben, 2009).

Une réponse en anticipation L'entreprise soumissionnaire doit anticiper le développement de la solution en élaborant le futur scénario de ce développement pour élaborer une proposition à destination du client potentiel. Il est donc nécessaire de connaître les exigences du client mais aussi les méthodes et procédures de développement du futur produit (Benaben, 2009).

Une incertitude quant à l'issue du processus Le processus de réponse à appel d'offres peut être coûteux, impliquant les coûts liés à la recherche d'informations, l'évaluation des spécifications, éventuellement la sollicitation de sous-traitants et la préparation d'une proposition (Boughton, 1987). Cependant, l'entreprise soumissionnaire n'a aucune garantie de gagner l'appel d'offres. Les ressources et temps passés à répondre sont donc perdus en cas de refus de la part du client potentiel (Sylla, 2018).

Un temps de réponse court Le temps de réponse laissé aux entreprises soumissionnaires après réception de l'appel d'offres peut être assez court, ce qui impose une forte réactivité de l'entreprise (Benaben, 2009). Krömker et al. (1997) parlent de *tight deadline*. De plus, même si le temps de réponse laissé à l'entreprise soumissionnaire peut être plus long, il génère tout de même un « stress » car il reste court comparativement au temps de développement d'un projet complet lorsque l'on prend en compte l'incertitude.

Un compromis coût qualité « Le calcul du prix de vente doit être effectué précisément afin d'assurer un compromis optimal entre une offre compétitive et un prix rentable » pour l'entreprise soumissionnaire (Krömker et al., 1997)⁹. Une mauvaise estimation du prix de vente engendre le problème suivant. D'un côté, s'il est trop haut, l'entreprise soumissionnaire risque de perdre l'appel d'offres. De l'autre côté, s'il est bas, l'entreprise soumissionnaire a certes plus de chance de gagner l'appel d'offres, mais risque de perdre de l'argent en cas de coûts plus élevés que prévu.

Un processus itératif Pour un même client, le processus de réponse à appel d'offres peut être répété plusieurs fois, que ce soit pour affiner ou adapter les besoins du client (Vanwelkenhuysen, 1998). Ainsi, le processus de réponse à appel d'offres n'est pas aussi séquentiel que sur les figures de la section précédente, et certaines activités peuvent débiter avant que la précédente ne soit terminée.

L'ensemble de ces spécificités met donc en évidence la complexité du processus de réponse à appel d'offres. Cette complexité peut être maîtrisée à l'aide d'outils pour aider les entreprises soumissionnaires lors de l'élaboration d'offres.

1.1.3 Outillage du processus de réponse à appel d'offres

Cette section est consacrée à un bref état de l'art sur les outils existants pour aider les entreprises soumissionnaires lors du processus de réponse à appel d'offres.

Estimation du meilleur prix de vente et probabilité de gagner un appel d'offres

Les travaux portant sur la réponse à appel d'offres concernent en grande majorité l'estimation du meilleur prix de vente et la probabilité de gagner un appel d'offres (décision *DI*) sur la figure 1.5). Citons par exemple les travaux de Chua et al. (2000), qui s'intéressent aux critères de *Go/No Go* (appelé *bid decision*), de Cagno et al. (2001) qui proposent une estimation des chances de gagner un appel d'offres, ou de Marzouk et al. (2003), qui proposent un système d'aide à la décision pour le chiffrage d'offres dans le domaine du bâtiment. Tous utilisent une approche AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Hosny et al. (2012) proposent une méthode d'estimation du prix de vente optimal grâce à des outils de simulation. Chapman et al. (2000) proposent une méthode de chiffrage d'offres prenant en compte la probabilité de gagner, et Friedman (1956) propose une méthode pour définir une stratégie de soumission et une méthode d'évaluation de la probabilité de gagner un appel d'offres.



L'estimation du meilleur prix de vente concerne l'aspect commercial, et non technique, d'une offre. De plus, nous nous intéressons à l'élaboration d'offres une fois que l'entreprise soumissionnaire a décidé de répondre à l'appel d'offres. Ces travaux sont donc hors de notre périmètre d'étude.

9. [traduction libre] voir citation originale 1.f p. 25

Gestion des risques en réponse à appel d'offres

D'autres travaux concernent la gestion des risques. Botero Lopez (2014) identifie trois « macro-risques » lors du processus de réponse à appel d'offres (figure 1.6) :

- R1 Ne pas répondre à l'appel d'offres et ainsi manquer une opportunité de projet intéressant sur le plan technique et / ou économique.
- R2 Ne pas être accepté par le client.
- R3 S'engager sur un processus pénalisant (dépassement de budget ou des délais, non conformité aux exigences techniques, etc.)

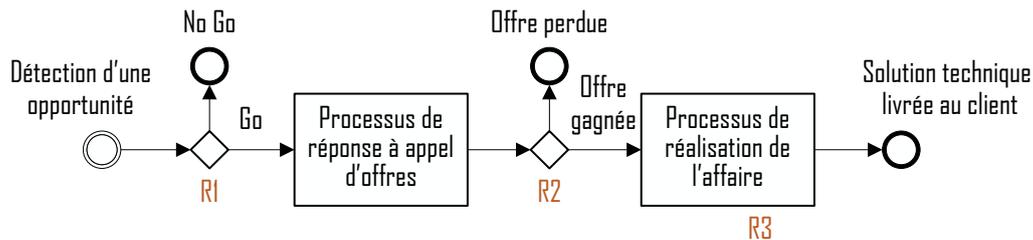


Figure 1.6 – Les risques du processus de réponse à appel d'offres, adapté de Botero Lopez (2014)

Pour prendre en compte et mitiger ces trois macro-risques, Botero Lopez (2014) propose une méthodologie de gestion des risques par retour d'expériences appelée méthodologie BiPRiM.

Plusieurs travaux s'intéressent à la gestion du risque R3. Nous avons déjà cité les travaux effectués dans le cadre du projet Européen PRIMA, et dans lesquels une méthode et les outils associés pour l'aide au management du risque projet sont proposés (Bellos et al., 2002). Dans le cadre du projet OPERA, une thèse est également en cours sur le sujet de l'ingénierie des risques à base de connaissances pour la relation client fournisseur (Ayachi et al., 2018).



Dans le cadre de nos travaux, nous nous intéresserons uniquement aux risques liés à l'ingénierie, sans prendre en compte les aspects stratégiques. Nous prendrons donc en compte uniquement les risques R2 et R3.

Autres outils d'aide en réponse à appel d'offres

Quelques travaux concernent la coopération entre acteurs lors du processus de réponse à appel d'offres. Dans le cadre du projet européen BIDPREP, Krömker et al. (1997) proposent un outil logiciel pour la préparation d'offre en ingénierie simultanée. Cet outil est centré sur la coopération entre les différents départements qui participent à la préparation d'une offre au sein d'une entreprise. Chalal et al. (2006) proposent une méthode de capitalisation de la connaissance pour répondre aux nouveaux appels d'offres, basée sur un système d'information coopératif dédié.

Quelques travaux sont spécifiques à la réponse à appel d'offres dans le domaine du bâtiment. Par exemple, Arslan et al. (2006) proposent un système d'information pour réduire le temps de réponse, ou Ballesteros-Pérez et al. (2015) proposent une méthodologie d'évaluation de la performance d'une entreprise répondant à des appels d'offres dans le domaine du bâtiment, pour analyser son propre succès tout en comparant ses concurrents potentiels.

Benaben (2009) propose une méthodologie d'identification et d'évaluation de la sûreté de fonctionnement en phase de réponse à appel d'offre.

Dans ses travaux de thèse, Sylla (2018) propose plusieurs modèles et approches pour venir en aide aux activités d'ingénierie en réponse à appel d'offres :

- une extension des modèles de configuration à base de contraintes aux situations non routinières (Sylla et al., 2018),
- une métrique de confiance caractérisant les offres techniques basées sur des indicateurs factuels et subjectifs (Sylla et al., 2017),
- une approche d'aide à la décision multicritères prenant en compte incertitudes, imprécisions et confiance dans chaque offre.



Dans l'ensemble de ces travaux, des outils d'aide à l'entreprise soumissionnaire sont proposés. Cependant, ils concernent des sujets assez éloignés du notre. Les seuls qui ont pour objectif d'aider les entreprises lors de l'élaboration d'offres portent sur la coopération, ce qui est hors de notre périmètre de travail. Seuls les travaux de Sylla (2018), dont la thèse a également pour application le projet OPERA, seront retenus dans le cadre de nos travaux.

1.1.4 Synthèse intermédiaire

Le processus de réponse à appel d'offres est un processus très répandu dans le milieu industriel, et ses spécificités en font une problématique complexe. De nombreux auteurs se sont intéressés à une ou plusieurs de ces spécificités et ont proposé des outils pour aider les entreprises soumissionnaires dans leur travail. Cependant, peu de travaux sont spécifiques à l'élaboration d'offres techniques en réponse à appel d'offres. La section suivante est donc dédiée à ce sujet et aux enjeux scientifiques qui en découlent.

1.2 Périmètre de travail : l'élaboration d'offres

Dans cette section, nous posons un certain nombre d'hypothèses de travail qui délimitent le périmètre de notre étude, et identifions quatre facteurs qui devront être pris en compte par la suite dans nos travaux.

Comme expliqué précédemment, l'entreprise soumissionnaire répond à un cahier des charges, c'est-à-dire à un besoin identifié, au moins partiellement connu et documenté.

Hypothèse n° 1

Le besoin du client est identifié et documenté.

De plus, nos travaux sont consacrés à l'élaboration d'offre technique en réponse à appel d'offres. Ils se concentrent donc sur l'activité (A21) de la figure 1.5. L'évaluation des probabilités de gagner l'appel d'offres et la décision *Go/No Go* sont hors périmètre, ainsi que l'estimation de la marge et l'élaboration de l'offre commerciale.

Hypothèse n° 2

L'entreprise soumissionnaire a préalablement évalué l'opportunité de l'appel d'offres et décidé d'y répondre (*Go*).

Le processus de réponse à appel d'offres est un processus spécifique aux entreprises qui travaillent en *Business-to-Business* (B2B). De plus, nous nous intéressons à l'aspect technique des offres. Nous nous limiterons donc aux entreprises « industrielles ».

Hypothèse n° 3

Nous nous limiterons aux entreprises industrielles, qui travaillent en *Business-to-Business* (B2B).

1.2.1 L'élaboration d'offres attractives

Botero Lopez (2014) identifie le risque R2 « Ne pas être accepté par le client ». Pour maîtriser ce risque, l'entreprise soumissionnaire doit donc proposer des offres attractives pour le client potentiel. Les critères les plus souvent présents sont le prix, le délai de livraison, mais aussi la qualité de la solution technique proposée. Deux sous-problématiques émergent donc :

1. proposer une offre intéressante du point de vue technique,
2. proposer une offre intéressante en termes de prix et de délai.

De plus, comme indiqué dans les travaux de Sylla (2018), il arrive que l'entreprise soumissionnaire élabore plusieurs offres techniques sur un même cahier des charges. Elle doit alors faire un choix et sélectionner l'offre la plus intéressante. Des indicateurs devront donc permettre à l'entreprise soumissionnaire de faire une telle sélection. Ce point fait donc émerger le facteur de succès suivant.

Facteur n° 1

Des indicateurs devront permettre à l'entreprise soumissionnaire d'évaluer une offre.

Ces indicateurs permettront de sélectionner l'offre à proposer au client si plusieurs offres sont élaborées, mais également à comparer l'offre par rapport à des objectifs (fixés par le client ou par l'entreprise elle-même).

1.2.2 Étude du processus de réalisation de l'offre technique et des risques associés

En réponse à appel d'offres, deux processus différents peuvent être distingués :

le processus de réponse à appel d'offres – Il s'agit du processus d'avant-vente, au cours duquel une ou plusieurs offres sont élaborées et proposées au client. Ce processus est détaillé dans la section 1.1.1.

le processus de réalisation – Dans le cas où le client a accepté l'offre, il s'agit du processus composé de l'ensemble des opérations à réaliser pour produire et livrer au client la solution technique proposée (Pitiot et al., 2014). Ci-dessous la définition posée dans le cadre de nos travaux (définition 1.2.2).

Définition n° 2 : Processus de réalisation

Le processus de réalisation est constitué de l'ensemble des activités nécessaires pour fournir au client la solution technique proposée dans l'offre soumise. Il débute lors de l'acceptation de l'offre par le client, et se termine lorsque la solution technique proposée est livrée au client.

Botero Lopez (2014) identifie le macro risque R3 « s'engager sur un processus pénalisant ». Pour diminuer ce risque, l'entreprise soumissionnaire doit donc maîtriser le processus de réalisation pour livrer ce qui a été annoncé en termes de qualité, coût, délai. Pour ce faire, deux points peuvent être étudiés conjointement :

1. prendre en compte le processus de réalisation associé à la solution technique,
2. prendre en compte les risques sur ce processus.

En effet, comme expliqué précédemment, l'entreprise soumissionnaire anticipe sur le futur développement de la solution technique à livrer au client. Afin de proposer une date de livraison réaliste et de considérer les coûts de réalisation de l'offre dans le prix proposé au client, l'entreprise soumissionnaire doit étudier non seulement le produit ou service objet de l'offre, mais également le processus de réalisation associé (processus (P2) sur la figure 1.6 page 12) (Sylla et al., 2017).



Figure 1.7 – Deux composantes de l'offre technique en réponse à appel d'offres

Facteur n° 2

Nous considérons qu'une offre est composée à la fois d'une solution technique et du processus de réalisation associé (figure 1.7).

De plus, « aucune considération de la stratégie de soumission ne serait complète sans une évaluation du risque et de son impact sur le prix de la soumission » (Boughton, 1987)¹⁰. Ainsi, nous avons vu précédemment que plusieurs auteurs travaillent sur la gestion du risque de ne pas être capable de fournir ce qui a été vendu tel qu'annoncé, et nous prendrons en compte ce risque dans nos travaux.

Facteur n° 3

Le risque de ne pas parvenir à fournir au client la solution technique dans les conditions énoncées dans l'offre doit être évalué (risque R3 sur la figure 1.6 page 12).

1.2.3 Une conception routinière

L'élaboration d'offres techniques (activité (A21) sur la figure 1.5 page 10) correspond à une activité de conception. La conception « consiste principalement à trouver quelles structures sont nécessaires et adéquates (ou même mieux) pour que le produit et / ou le processus soit adapté à l'objectif recherché » (Hubka et al., 1996)¹¹. Sriram et al. (1989) distinguent quatre catégories de conception :

La conception créative (Creative design) – Il n'existe pas de plan *a priori* pour la solution du problème, qui consiste en une décomposition abstraite du problème en un ensemble de niveaux représentant les choix de composants ou de la hiérarchie des objets du problème.

La conception innovante (Innovative design) – La décomposition du problème est connue, mais les alternatives pour chacune de ses sous-parties n'existent pas et doivent être synthétisées. Le concepteur utilise certains principes fondamentaux du domaine pour développer les alternatives; ces alternatives pourraient être une nouvelle combinaison de composants existants. Il convient de noter qu'un certain degré de créativité entre en jeu dans le processus de conception innovant.

La reconception (Redesign) – Une conception existante est modifiée pour répondre aux besoins fonctionnels modifiés.

La conception routinière (Routine design) – Un plan *a priori* de la solution existe. Les sous-parties et les alternatives sont connues à l'avance, peut-être grâce à un processus de conception créatif ou innovant. La solution consiste à trouver, pour chaque sous-partie, les alternatives appropriées répondant aux contraintes données.

Le besoin de personnalisation émanant des clients potentiels conduit à une augmentation de la diversité des offres proposées. L'élaboration d'une nouvelle offre en adaptant des offres passées/existantes aux nouvelles exigences client devient donc particulièrement critique. La grande majorité d'une offre est construite en réutilisant des cas passés connus. Seule une partie mineure

10. [traduction libre] voir citation originale 1.g p. 25

11. [traduction libre] voir citation originale 1.h p. 25

d'une offre nécessite un travail d'ingénierie pour concevoir de nouveaux éléments. L'élaboration d'une offre correspond donc majoritairement à une situation de conception routinière.

Hypothèse n° 4

La réponse à appel d'offres est en grande partie un travail de conception routinière.

1.2.4 Une pré-conception uniquement

En réponse à appel d'offres, pour élaborer la solution technique et le processus de réalisation associé, l'entreprise soumissionnaire a le choix entre deux approches : une conception détaillée ou une pré conception (Sylla et al., 2017).

Dans le cas d'une conception détaillée, la solution proposée est entièrement définie. Dans le cas où l'offre est acceptée par le client, il y a peu de risques car l'entreprise soumissionnaire a parfaitement étudié la solution. Cependant, une conception détaillée est onéreuse et consommatrice de temps.

Dans le cas d'une pré-conception, l'entreprise soumissionnaire se limite aux choix techniques clefs, ce qui consomme moins de temps et d'argent, mais est plus risqué et laisse plus d'incertitude quant à la réalisation de l'affaire si celle-ci est acceptée. Il y a donc plus de risques que dans le premier cas, où l'entreprise soumissionnaire étudie en détail la solution proposée au client.

Dans nos travaux, nous nous intéresserons uniquement aux entreprises qui privilégient une pré-conception, en faisant uniquement les choix clefs. Ce choix se justifie par le fait que l'entreprise n'est pas payée pour le temps qu'elle passe à élaborer une offre, et ce temps est perdu si l'offre n'est pas acceptée¹². Notons cependant que le choix d'une pré conception augmente l'incertitude et les risques pris. L'étude des risques en avant-vente est donc particulièrement pertinente (cf. section 1.2.2).

Hypothèse n° 5

L'entreprise soumissionnaire se limite à une pré-conception, et seuls les éléments clefs de l'offre sont définis lors de la réponse à appel d'offres.

1.2.5 L'essor des services et des systèmes produit service

Les offres peuvent concerner des produits, des services ou des des systèmes produit-service (PSS)¹³. En effet, les services représentent une part importante de l'économie actuelle.

De plus, nous assistons ces dernières années à un essor des systèmes produit-service (PSS), c'est-à-dire les systèmes composés à la fois de produits et services. En effet, les moteurs de notre économie passent de la production de biens matériels à des offres de produits-services basées sur la connaissance et l'information (Roy et al., 2009)¹⁴.

Cette modification dans l'économie actuelle doit être prise en compte dans nos travaux. Ainsi, nous ne nous intéresserons pas uniquement aux offres concernant la vente de produits, mais aussi aux offres de services et de PSS.

Facteur n° 4

Les offres peuvent concerner des produits, des services, ou des systèmes produit-service (PSS).

12. cf. paragraphe Une incertitude quant à l'issue du processus page 11

13. Des définitions sont données pour chacun des termes dans le chapitre 2.

14. [traduction libre] voir citation originale l.i p. 25

1.2.6 Synthèse intermédiaire

Dans cette section, nous définissons le périmètre de nos travaux de recherche. Nous identifions cinq hypothèses de travail :

- H1** Le besoin du client est identifié et documenté.
- H2** L'entreprise soumissionnaire a préalablement évalué l'opportunité de l'appel d'offres et décidé d'y répondre (*Go*).
- H3** Nous nous limiterons aux entreprises industrielles, qui travaillent en *Business-to-Business* (B2B).
- H4** La réponse à appel d'offres est en grande partie un travail de conception routinière.
- H5** L'entreprise soumissionnaire se limite à une pré-conception.

Nos travaux concernent donc l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres. Or, « pour remporter des contrats économiquement intéressants et être compétitif sur des marchés en croissance constante, les entreprises soumissionnaires doivent élaborer des offres compétitives, convaincantes, attractives et fiables » (Krömker et al., 1997)¹⁵. Afin de s'assurer d'élaborer des offres qui remplissent l'ensemble de ces critères, nous identifions également quatre facteurs qui devront être pris en compte dans nos travaux :

- F1** Des indicateurs devront permettre à l'entreprise soumissionnaire d'évaluer une offre.
- F2** Une offre est composée d'une solution technique et du processus de réalisation associé.
- F3** Le risque de ne pas parvenir à fournir au client la solution technique dans les conditions énoncées dans l'offre doit être évalué.
- F4** Les offres peuvent concerner des produits, des services, ou des systèmes produit-service (PSS).

Les facteurs F2 et F4 donnent lieu à la définition suivante, illustrée figure 1.8 :

Définition n° 3 : Offre

Une offre est une proposition faite au client lors d'un processus de réponse à appel d'offres. Elle est composée d'une solution technique et du processus de réalisation associé. La solution technique peut être un produit, un service ou un système produit service (PSS).



Figure 1.8 – Deux composantes de l'offre technique en réponse à appel d'offres et diversité de la solution technique

1.3 Problématique et orientations de recherche

Cette section est consacrée à l'identification de notre problématique de recherche ainsi qu'à l'identification des contributions scientifiques.

15. [traduction libre] voir citation originale 1.j p. 25

1.3.1 Problématique scientifique

Au regard des éléments détaillés précédemment, un besoin important d'outiller les entreprises soumissionnaires pour l'aide à l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres a été identifié. D'après Milton (2008), les systèmes à base de connaissances (*Knowledge Based Systems*, KBS) permettent d'automatiser des tâches normalement faites par des experts. Ils permettent de réduire le coût et le temps passé, et permettent aux experts d'être plus efficaces. Nous proposons donc d'utiliser une approche à base de connaissances pour aider les entreprises soumissionnaire lors de l'élaboration d'offres. La problématique de recherche suivante est ainsi formulée :

Problématique de recherche

En réponse à appel d'offres, pour un besoin industriel connu auquel l'entreprise soumissionnaire a décidé de répondre en effectuant une pré-conception routinière,

Comment maîtriser et assister l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres?

Pour répondre cette problématique, nous cherchons à proposer un système d'aide à base de connaissances prenant en compte la diversité des offres (produit, service et PSS) et le processus de réalisation, intégrant les risques et des indicateurs d'évaluation des offres.

La figure 1.9 illustre notre problématique de recherche.

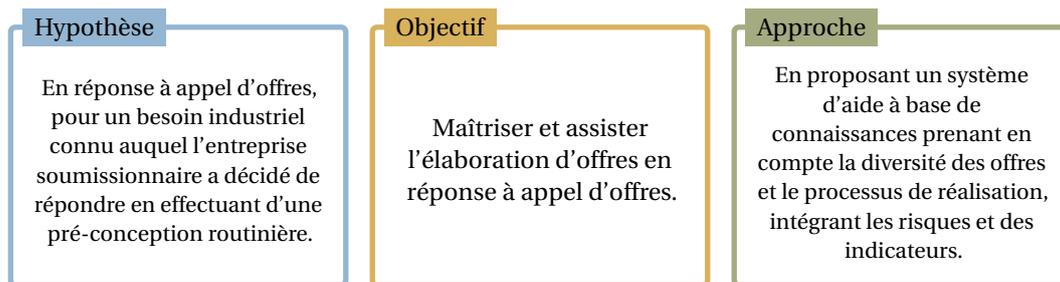


Figure 1.9 – Problématique de nos travaux de thèse

1.3.2 Contributions identifiées

Deux axes de recherche distincts ont émergé de cette problématique principale :

Axe de recherche n° 1 – Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre?

Axe de recherche n° 2 – Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise?

Axe de recherche n° 1 L'axe de recherche n° 1 peut lui-même être décomposé en deux sous-questions :

Axe de recherche n° 1.1 – Quels sont les éléments nécessaires à l'élaboration d'une offre? Nous devons identifier d'une part les éléments composant une offre (sur lesquels les choix sont faits), et d'autre part les éléments qui impactent ces choix.

Axe de recherche n° 1.2 – Comment formaliser et exploiter la connaissance liée aux éléments précédents? Nous devons notamment choisir comment modéliser la connaissance métier.

Ce premier axe de recherche donne lieu à une première contribution décomposée en deux parties :

Contribution n° 1.1 – Proposition d'un modèle générique de structure d'offre, prenant en compte la diversité des solutions techniques (produits, services et PSS) et le processus de réalisation, intégrant les risques et des indicateurs d'évaluation des offres.

Contribution n° 1.2 – Proposition d'un modèle de formalisation et d'exploitation des connaissances pour le modèle précédent.

Axe de recherche n° 2 D'autre part, l'axe de recherche n° 2 donne lieu à une seconde contribution : *Contribution n° 2* – Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation en entreprise des modèles précédents.

La figure 1.10 illustre nos propositions. Pour répondre à la problématique précédente, nous cherchons donc à proposer un système d'aide à base de connaissance pour l'élaboration d'offres en deux parties :

- (1) – Un cadre de modélisation et d'exploitation permettra de modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre. Ce cadre sera composé de deux parties :
 - (1.1) – un modèle générique de structure d'offre,
 - (1.2) – un modèle de formalisation et d'exploitation des connaissances.
- (2) – Une méthodologie de déploiement et d'exploitation du cadre précédent expliquera comment déployer et exploiter un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise.

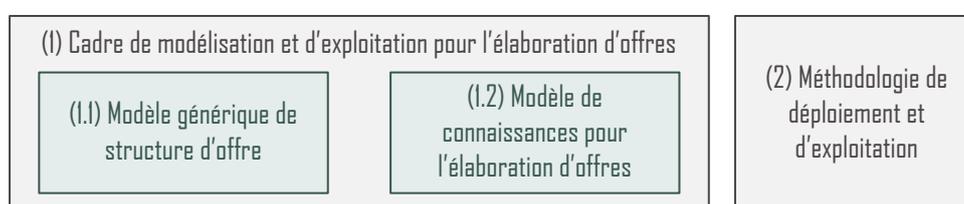


Figure 1.10 – Contributions de nos travaux de recherche

1.4 Organisation de la recherche

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire sont financés dans le cadre du projet OPERA¹⁶ (acronyme de **O**utils logiciels et **P**roc**E**ssus pour la **R**éponse à **A**ppels d'offres). Nous présentons donc brièvement ici ce projet (section 1.4.1), puis la méthodologie de recherche utilisée est décrite (section 1.4.2).

1.4.1 Terrain d'application : le projet OPERA

Le projet OPERA, financé par l'ANR et labellisé par les pôles de compétitivité Aerospace Valley et Viameca, porte sur l'aide à la décision en réponse à appel d'offres (figure 1.11). L'objectif est de permettre aux entreprises soumissionnaires d'élaborer des offres dans lesquelles elles ont confiance, en prenant en compte les risques pouvant survenir lors de la réalisation de l'affaire. Pour ce faire, le projet OPERA propose de fournir un système à base de connaissances (*Knowledge Based System* – KBS) exploitant leur expertise et leurs bonnes pratiques. Ce projet a débuté en novembre 2016, en même temps que cette thèse.

Trois laboratoires de recherches et quatre partenaires industriels font partie du consortium OPERA (figure 1.12). Les laboratoires de recherche ont des domaines de compétences complémentaires et ont déjà travaillé ensemble lors du projet ATLAS, acronyme de « Aides et assisTances pour la conception, la conduite et leur coupLage par les connAissances »¹⁷ (2007-2011).

CGI L'équipe du Centre de Génie Industriel d'IMT Mines Albi (CGI) impliquée dans le projet est spécialiste de la formalisation des connaissances comme des problème de satisfaction de contraintes (CSP) et de la gestion des risques.

16. https://research-gi.mines-albi.fr/display/\gls*{OPERA}

17. Plus d'informations sur le projet Atlas page 146

ESTIA Recherche L'équipe d'ESTIA Recherche impliquée dans le projet est spécialisée dans la conception et les systèmes d'aide à la décision. Elle a également une forte proximité avec le monde de l'entreprise.

LGP L'équipe du Laboratoire Génie de Production de l'ENIT impliquée dans le projet travaille sur les thématiques de la gestion d'expériences, des connaissances et des compétences, ainsi que sur le traitement des incertitudes pour l'évaluation des risques.

Les partenaires industriels répondent quotidiennement à des appels d'offres et leurs domaines de compétences variés en font des éléments clefs du projet.

AES Automatismes, Études Services (AES)¹⁸ est un bureau d'études en automatismes industriels et systèmes de levage (principalement portuaires) basé à Mérignac. Composé d'une équipe de 6 personnes, AES répond à des appels d'offres pour des études électriques, de la programmation, de la mise en œuvre d'automates et de dialogues Homme-Machine, sur des marchés publics ou privés.

Mécanuméric Cette entreprise basée à Albi et employant près de 150 personnes conçoit et réalise des équipements de découpe à commande numérique¹⁹. Elle maîtrise des technologies telles que le fraisage, l'usinage à grande vitesse, la découpe au jet d'eau, etc., et conçoit des équipements de découpe à commande numérique pour l'industrie, l'éducation et le dentaire.

Altran La division Toulousaine d'Altran²⁰ accompagne les entreprises dans leurs processus de création et développement de nouveaux produits et services. Altran Toulouse répond à de nombreux appels d'offres pour du service, notamment dans le domaine de l'aéronautique.

Axsens Ce cabinet de conseil et de formation²¹ est spécialisé dans les domaines de la Supply Chain, le Lean, le 6-sigma, les méthodes industrielles et la logistique. 25 consultants seniors sont répartis sur 3 bureaux : Toulouse, Paris et Lyon, et répondent à des appels d'offres pour du service.

Informations clefs	Chiffres clefs
Financement ANR	❖ 4 partenaires industriels
Agrément des pôles Aerospacevalley et ViaMéca	❖ 3 laboratoires de recherche
	❖ 3 thèses
	❖ 48 mois : novembre 2016 à octobre 2020
	❖ 1,35 M€ de budget
	❖ 15 publications scientifiques (en Mai 2019)



Figure 1.11 – Quelques chiffres clefs du projet OPERA

1.4.2 Organisation de la recherche

Ainsi, nous avons structuré nos travaux de recherche en trois macro étapes (figure 1.13) :

- Initialisation de la recherche,
- Travail sur les axes de recherche n° 1 : Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre ?
- Travail sur l'axe de recherche n° 2 : Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ?

18. <https://ae-services.fr/fr/>

19. <https://www.mecanumeric.fr/>

20. <https://www.altran.com/fr/fr/>

21. <http://axsens.com/>

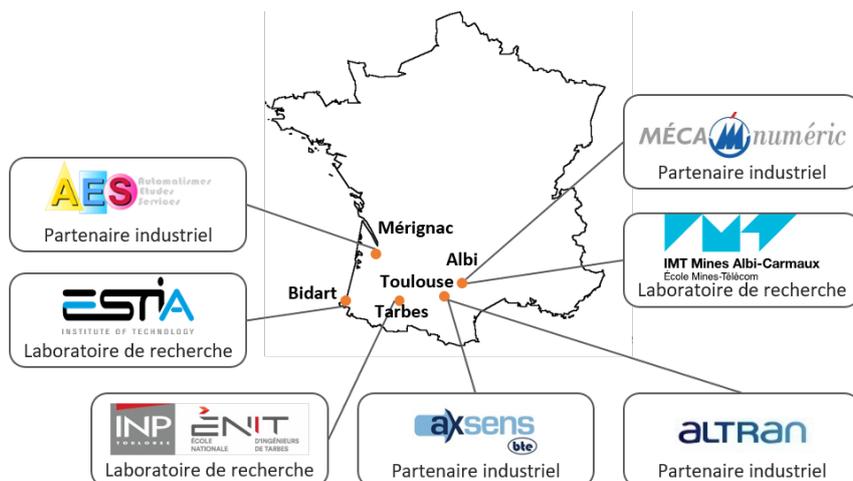


Figure 1.12 – Les partenaires du projet OPERA

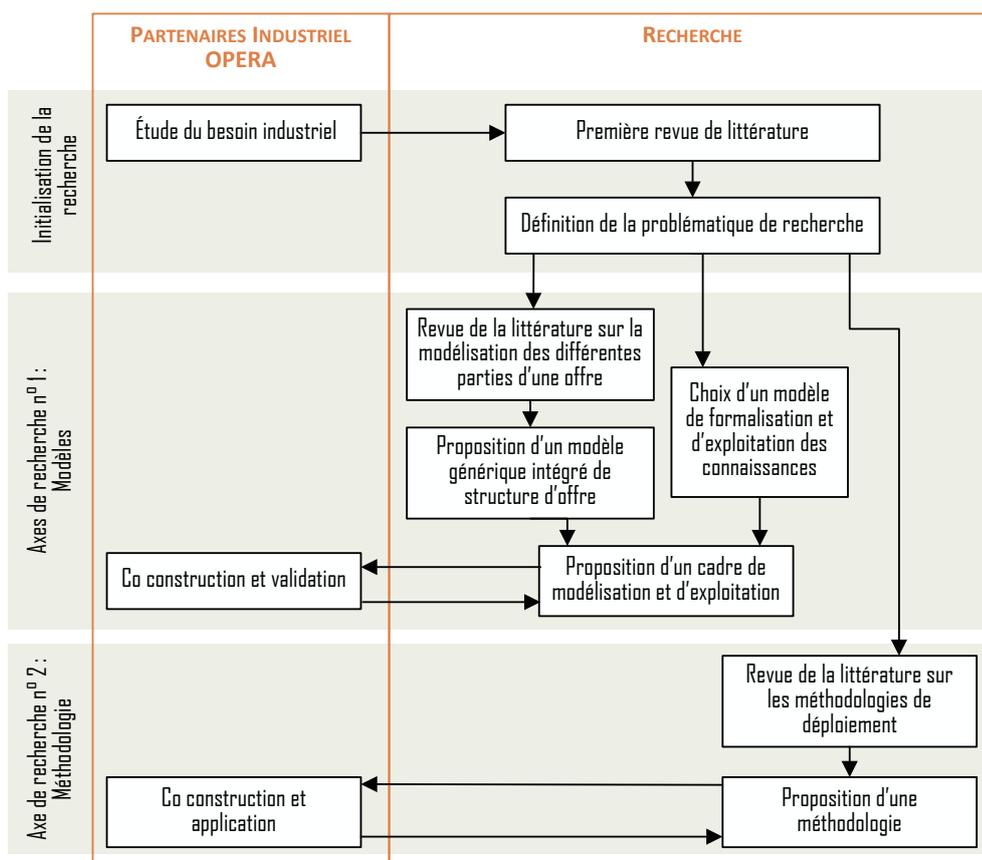


Figure 1.13 – Organisation de la recherche

Initialisation de la recherche

Nous avons initialisé nos travaux de recherche de la façon suivante :

Étude du besoin industriel Tout d'abord, après avoir établi un premier questionnaire, nous avons mené des interviews semi dirigées avec les experts des membres des équipes commerciales et de conception des quatre entreprises partenaires du projet OPERA afin de :

- comprendre le cadre de la réponse à appel d'offres et identifier les acteurs qui interviennent,
- identifier les attentes des entreprises vis à vis d'un outil d'assistance pour l'élaboration d'offres,
- comprendre leurs besoins : quels types de produits et services développent-ils? Quelles sont les limites auxquelles ils sont confrontés pendant le processus de réponse à appel d'offres? Qu'est-ce qu'une offre? Quelles informations sont nécessaires pour en élaborer une?
- définir un cas d'étude (*use case*) par entreprise.

Première revue de littérature Nous avons mené une première revue de la littérature pour identifier les travaux ayant été effectués en lien avec le processus de réponse à appel d'offres. Les questions suivantes ont été abordées. Quels sont les travaux scientifiques décrivant le processus de réponse à appel d'offres? Quelles sont les spécificités du processus de réponse à appel d'offres identifiées dans la littérature? Quels modèles et outils ont été proposés pour aider les entreprises soumissionnaires? Le résultat de cette première revue de littérature a été présenté dans la section 1.1.

Définition de la problématique de recherche À l'issue de l'étude du besoin industriel auprès des quatre partenaires du projet OPERA, et du premier travail de revue de littérature effectué, la problématique de recherche a été formulée : « Comment maîtriser et assister l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres? ».

Travail sur l'axe de recherche n° 1

Une fois notre problématique de recherche définie, nous avons tout d'abord travaillé sur l'axe de recherche n° 1 « *Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre ?* ».

Concernant l'axe de recherche n° 1.1 intitulé « *Quels sont les éléments nécessaires à l'élaboration d'une offre ?* », les questions suivantes ont été identifiées :

- Quels sont les éléments composant une offre à modéliser?
- Quels sont les éléments qui impactent les choix lors de l'élaboration d'offres?
- Comment modéliser ces éléments?

Revue de la littérature sur la modélisation des différentes parties d'une offre Nous avons mené un état de l'art approfondi sur les deux parties constituant une offre : la solution technique et le processus de réalisation associé. Concernant la solution technique, nous nous sommes intéressés à la modélisation de produit, la modélisation de service et la modélisation de systèmes produit service (PSS). Puis nous avons considéré la modélisation de processus, intégrant l'aspect *risque*. Nous nous sommes également intéressés à l'évaluation des offres à l'aide d'indicateurs de performance.

Proposition d'un modèle générique de structure d'offre Suite à la revue de littérature sur la modélisation des différentes parties d'une offre, nous avons proposé un modèle générique intégré de structure d'offre, c'est-à-dire un modèle de structure d'offre prenant en compte la diversité des solutions techniques (produit, service ou PSS), ainsi que le processus de réalisation associé. Deux mobilités internationales, respectivement de six et quatre semaines, ont été effectuées pour confronter nos travaux avec d'autres chercheurs travaillant sur des problématiques proches. Ainsi, nous avons rencontré Konstantinos Kirytopoulos, professeur associé à l'Université d'Athènes (*National Technical University of Athens – NTUA*) et Yvan Beauregard, professeur à l'École de

Technologie Supérieure de Montréal (ETS). Nous avons donc pu mettre à jour notre proposition et en valider la pertinence avec chacun des deux experts rencontrés.

Concernant l'axe de recherche n° 1.2 intitulé « *Comment formaliser et exploiter la connaissance liée aux éléments précédents ?* », les questions suivantes ont été identifiées :

- Quelles sont les connaissances à prendre en compte?
- Quels sont les modèles de formalisation et d'exploitation des connaissances existant?

Choix d'un outil d'exploitation des connaissances Le choix des approches de formalisation et d'exploitation des connaissances a été fait en lien avec les compétences des trois laboratoires de recherche partenaire du projet.

Co construction et validation du cadre de modélisation et d'exploitation Des échanges avec les quatre partenaires industriels ont permis l'amélioration du modèle d'offre générique intégré. Nous avons ainsi validé formellement ce modèle à l'aide des cas d'étude élaborés sur les principales offres des quatre partenaires industriels. Nous avons également définis et consolidés les exigences fonctionnelles de l'outil d'aide à la décision à implémenter.

Ce travail a donné lieu à 3 publications dans des conférences internationales, détaillées en annexe D page 213. Un article a également été soumis pour publication dans l'*International Journal of Production Research* et est en cours de révision.

Travail sur l'axe de recherche n° 2

Ensuite, nous avons travaillé sur l'axe de recherche n° 2 *Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ?*

Revue de la littérature approfondie sur les méthodologies Une fois le cadre de modélisation et d'exploitation validé, nous avons mené une revue de littérature sur les méthodologies de déploiement de systèmes à base de connaissances (KBS). Les questions suivantes ont été identifiées :

- Comment identifier et capturer la connaissance au sein de l'entreprise?
- Comment capitaliser et réutiliser cette connaissance?

Proposition d'une méthodologie Suite à l'état de l'art préalablement mené et à la méthodologie déployée pour la première partie de la thèse sur le projet OPERA, nous avons proposé une méthodologie pour la mise en œuvre du cadre de modélisation et d'exploitation en entreprise.

Co-construction et application en entreprise Nous avons appliqué les premières phases de la méthodologie proposée dans les entreprises partenaires du projet OPERA.

Ce travail a donné lieu à 3 publications dans des conférences internationales, détaillées en annexe D page 213. Un article est également en cours de rédaction pour publication dans un journal.

Ainsi, grâce au projet OPERA, nous avons pu interagir régulièrement avec les partenaires industriels.

1.5 Synthèse et plan de lecture

Ce mémoire est structuré en quatre parties, elles-mêmes décomposées en six chapitres. La figure 1.14 illustre le plan de ce mémoire de thèse.

La première partie de notre mémoire de thèse était consacrée au positionnement des travaux de recherche. Elle est composée d'un unique chapitre.

Le **chapitre 1** a permis de situer nos travaux. Le processus de réponse à appel d'offres a été présenté, le périmètre de travail délimité, puis la problématique de recherche définie. Nous avons également présenté l'organisation de la recherche.

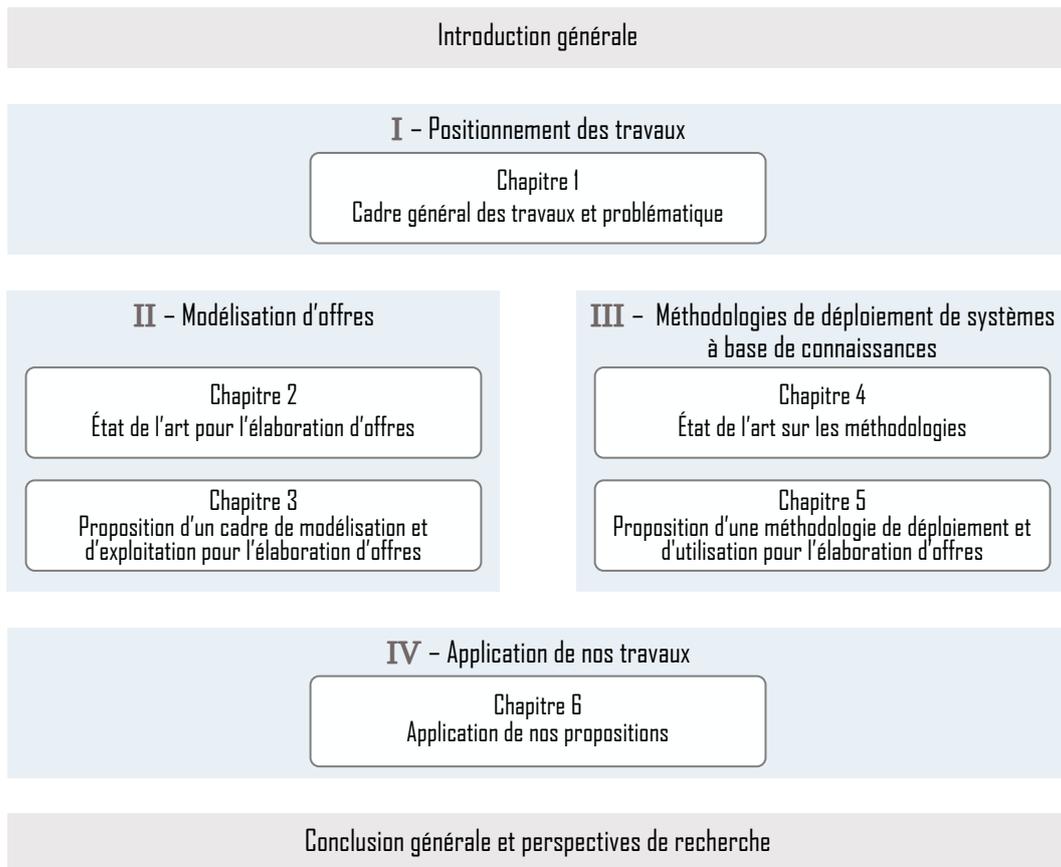


Figure 1.14 – Structure du mémoire

La deuxième partie est consacrée à notre première contribution : la modélisation et l'exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres, ces offres concernant des produits, des services ou des systèmes produit-service (PSS). Elle est composée de deux chapitres.

Le **chapitre 2** est consacré à un premier état de l'art concernant l'élaboration d'offres. Deux points sont abordés : la modélisation des offres pour les produits, services et PSS, ainsi que l'exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres.

Le **chapitre 3** présente notre première contribution : la proposition d'un cadre de modélisation et d'exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres. Ce modèle d'offre permet la modélisation de produits, services et PSS, intègre le processus de réalisation et prend également en compte les risques et des indicateurs d'évaluation.

La troisième partie est consacrée à notre deuxième contribution : les méthodologies de déploiement de systèmes d'aide à base de connaissances. Elle est composée de deux chapitres.

Le **chapitre 4** est consacré à un deuxième état de l'art, concernant cette fois-ci les méthodologies liées au déploiement de systèmes d'aide à base de connaissances : déploiement de systèmes à base de connaissances et de systèmes d'informations pour la conception .

Le **chapitre 5** présente notre deuxième contribution : la proposition de méthodologie de déploiement et d'utilisation du cadre proposé dans le chapitre 3.

La quatrième partie est consacrée à la mise en application de nos deux propositions. Elle est composé d'un unique chapitre.

Le **chapitre 6** présente un cas d'étude issu du projet OPERA, sur lequel l'applicabilité de notre modèle et de notre méthode est démontrée.

Enfin, une conclusion générale résume les apports de nos travaux de recherche et clôt ce mémoire de thèse. Les limites de ces travaux sont indiquées et des perspectives de recherche sont introduites.

Citations originales du chapitre 1

- (1.a) *Competitive bidding and the negotiation of prices are common practices in business, government, and institutional markets.* (Boughton, 1987, p. 87) cité p. 6
- (1.b) *Most businesses are involved in bidding in one form or another : bidding for contracts, for concessions, for licenses to use a patent, and so on.* (Friedman, 1956, p. 104) cité p. 6
- (1.c) *The business of many organisations is based on performing contract work obtained by submitting winning bids to client organisations in competition with other contractors.* (Chapman et al., 2000, p. 337) cité p. 6
- (1.d) *The bidding process can be expensive, involving direct costs for information specifications, subcontractor solicitation, and proposal preparation. Therefore, only those opportunities that satisfy key criteria should be targeted for proposal development.* (Boughton, 1987, p. 90) .. cité p. 6
- (1.e) *Competitive bid pricing for most firms is essentially a process of estimating the cost of doing the job, and adding a markup to provide for profit. The lower the bid, the greater the likelihood of winning the job, but at a sacrifice to profit.* (Boughton, 1987, p. 93) cité p. 7
- (1.f) *The cost calculation has to be performed precisely in order to ensure the optimal balance between a competitive offer and a profitable price* (Krömker et al., 1997, p. 201) cité p. 11
- (1.g) *No consideration of bidding strategy would be complete without an assessment of risk and its impact upon the bid price.* (Boughton, 1987, p. 93) cité p. 15
- (1.h) *The main question of designing is to find what structures are needed and adequate (or even best) so that the product and/or process is suitable for the intended purpose.* (Hubka et al., 1996, p. 9) cité p. 15
- (1.i) *The drivers in our economy are changing from production of material goods to product-service offers based on knowledge and information.* (Roy et al., 2009, p. 327) cité p. 16
- (1.j) *In order to win economically interesting contracts and to be competitive in the ever growing market, it is necessary to prepare competitive, convincing, attractive and reliable bids.* (Krömker et al., 1997) cité p. 17

II

Modélisation d'offres du produit au service

2

État de l'art pour l'élaboration d'offres

"When in doubt, go to the library."

J.K. Rowling, *Harry Potter and the Chamber of Secrets*

2.1	Introduction à la gestion des connaissances	30
2.1.1	Donnée, information et connaissance	30
2.1.2	Typologies de connaissances	31
2.1.3	Synthèse intermédiaire	32
2.2	Modélisation de la structure d'une offre	33
2.2.1	Définition et modélisation de produits	33
2.2.2	Définition et modélisation de services	36
2.2.3	Définition et modélisation de systèmes produit-service	40
2.2.4	Modélisation de processus et de risques	44
2.2.5	Évaluation de solutions à l'aide d'indicateurs	46
2.2.6	Synthèse intermédiaire	47
2.3	Formalisation et exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres	48
2.3.1	Modèles et approches de formalisation et d'exploitation de la connaissance	48
2.3.2	Ontologies et taxonomies	50
2.3.3	Formalisation des règles métier et raisonnement	50
2.3.4	Formalisation et réutilisation des cas passés	53
2.3.5	Synthèse intermédiaire	55
2.4	Synthèse du chapitre 2	55
	Citations originales du chapitre 2	56

Suite à la détection d'un besoin formalisé par un client potentiel, les entreprises soumissionnaires élaborent chacune des offres pour montrer leur capacité à répondre au besoin du client et essayer de remporter le marché. Nous avons montré dans le chapitre 1 le besoin de systèmes d'aide à l'élaboration d'offres pour aider les entreprises soumissionnaires en réponse à appel d'offres. Toujours dans le chapitre 1, nous avons choisi une approche centrée connaissances. Ce chapitre est consacré à un état de l'art lié au premier axe de recherche « Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre ? ». Ainsi, la section 2.1 est consacrée à quelques rappels de définitions et concepts méthodologiques liés aux approches à base de connaissance.

D'autre part, cet axe de recherche nécessite d'identifier et de caractériser la connaissance nécessaire à l'élaboration d'offres, conformément à l'axe de recherche 1.1 « Quels sont les éléments nécessaires à l'élaboration d'une offre ? ». Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, une offre est composée de :

- (1.1) une partie technique, qui peut être un produit, un service ou bien une combinaison des deux (facteur n° 4),
- (1.2) un processus de réalisation (facteur n° 2), afin d'évaluer au mieux une date de livraison, de prendre en compte les coûts liés au processus et d'anticiper les risques (facteur n° 3).

Ainsi, la section 2.2 est dédiée à un état de l'art sur la modélisation des différents éléments constitutifs d'une offre : modélisation de produits, services, PSS, processus et risques. De plus, des indicateurs devront permettre d'évaluer et comparer des offres sur un même cahier des charges (facteur n° 1). Ainsi, un bref état de l'art sur la modélisation d'indicateurs sera également mené.

Enfin, il ne suffit pas de modéliser une offre, qui n'est que le résultat issu des activités réalisées par le processus d'élaboration d'offres. Il faut également aider les acteurs à savoir comment élaborer une offre, en capitalisant les règles métiers qui permettront d'exploiter la connaissance identifiée précédemment, conformément à l'axe de recherche 1.2 « Comment formaliser et exploiter la connaissance liée aux éléments précédents ? ». La section 2.3 est donc consacrée à une revue de littérature dédiée à la formalisation et l'exploitation de la connaissance pour l'aide à l'élaboration d'offres. Enfin, la section 2.4 fait la synthèse des éléments présentés dans ce chapitre.

La figure 2.1 illustre les contributions ciblées, ainsi que les questionnements liés à la bibliographie pour savoir comment structurer et caractériser ce cadre cible.

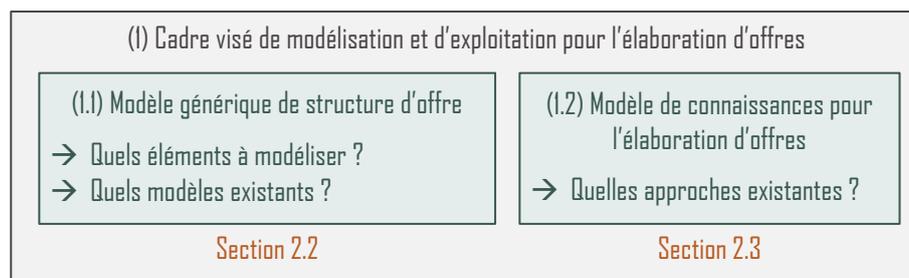


Figure 2.1 – Plan du chapitre 2 : cadre visé de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres

2.1 Introduction à la gestion des connaissances

« Dans une économie où l'incertitude est la seule certitude, la connaissance est la seule source d'un avantage concurrentiel durable » (Nonaka, 1991)¹. Cette section aborde le concept de connaissance pour mieux le caractériser.

2.1.1 Donnée, information et connaissance

Davenport et al. (1998) distinguent donnée, information et connaissance (figure 2.2).

Donnée – « Une donnée est un ensemble de faits discrets et objectifs à propos d'évènements » (Davenport et al., 1998)². Par exemple, 41° est une donnée. Cette température seule, sans contexte, est inutilisable car elle n'apporte aucune information. Est-ce la température d'un four? D'une personne? Aucun diagnostic n'est possible sans cet ajout de sens.

1. [traduction libre] voir citation originale 2.a p. 56

2. [traduction libre] voir citation originale 2.b p. 56

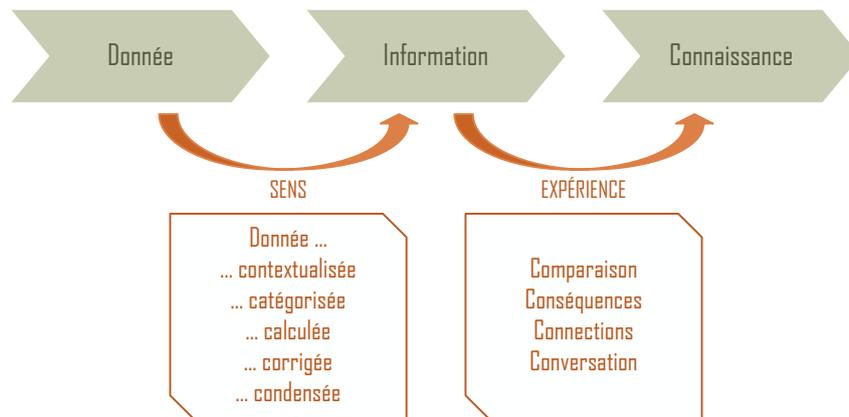


Figure 2.2 – Donnée, Information et Connaissance

Information – « Une information, contrairement à une donnée, a une signification » (Davenport et al., 1998)³. Par exemple, en ajoutant un contexte à la donnée précédente, celle-ci devient une information. S'il s'agit de la température d'un four, celui-ci est loin d'être assez chaud pour faire cuire un gâteau, il faut attendre. S'il s'agit de la température d'une personne, celle-ci a beaucoup de fièvre, elle doit voir un médecin.

Connaissance – « La connaissance vient de l'esprit qui travaille » (Davenport et al., 1998)⁴. Si les informations sont externes à un individu, une connaissance appartient à celui-ci et résulte d'un processus d'assimilation de plusieurs informations pour leur donner un sens global et pouvoir ultérieurement les utiliser. Par exemple un cuisinier apprend une recette, comportant des ingrédients et plusieurs étapes, dont une étape de préchauffage du four à 180°.

« La conception est définie comme la transformation d'informations (relatives aux besoins, demandes, exigences et contraintes, y compris les fonctions demandées), en description d'une structure capable de répondre à ces demandes » (Hubka et al., 1996)⁵. Afin de manipuler des informations, et pas uniquement des données, nous devons donc prendre en compte des éléments de contexte dans notre modélisation.

2.1.2 Typologies de connaissances

Une connaissance peut être représentée sous plusieurs formes. Dans cette section, nous présentons plusieurs typologies de connaissances issues de la littérature.

Connaissance tacite et connaissance explicite

Suite aux travaux de Polanyi, de nombreux auteurs distinguent deux types de connaissances : la connaissance tacite et la connaissance explicite (Nonaka et al., 1997).

Connaissance tacite – La connaissance tacite est associée à des compétences (innées et acquises), du savoir-faire et des expériences. Cette connaissance est difficile à formaliser et à transmettre, par opposition aux connaissances explicites.

Connaissance explicite – La connaissance explicite est une connaissance formalisée. Il peut s'agir par exemple de lois de la physique, de procédures, de règles, etc.



Dans nos travaux, nous nous intéresserons à la connaissance explicitable, c'est-à-dire la connaissance qui peut être identifiée, extraite, formalisée et réutilisée.

3. [traduction libre] voir citation originale 2.c p. 56

4. [traduction libre] voir citation originale 2.d p. 56

5. [traduction libre] voir citation originale 2.e p. 56

Complexité de la connaissance

Plusieurs auteurs proposent différentes typologies basées sur la complexité de la connaissance.

Dans le cadre de la méthodologie CommonKADS (*Common Knowledge Acquisition and Design System*)⁶, différents niveaux, appelés *four-layer framework*, sont proposés pour la modélisation de l'expertise (Wielinga et al., 1992) :

Connaissance du domaine (domain knowledge) – La connaissance du domaine est statique et comprend les concepts, les relations et les faits nécessaires pour raisonner sur un domaine d'application donné (Schreiber et al., 1994b). Cette connaissance est souvent représentée à l'aide d'ontologies.

Connaissance des inférences (inference knowledge) – La connaissance des inférences décrit comment utiliser la connaissance de domaine dans des étapes de raisonnement élémentaire (inférences) (Schreiber et al., 1994b).

Connaissance des tâches (task knowledge) – La connaissance des tâches explique comment décomposer l'activité de raisonnement de niveau supérieur et comment imposer le contrôle de cette décomposition (Schreiber et al., 1994b).

Connaissance stratégique (strategic knowledge) – La connaissance stratégique formalise « comment atteindre les objectifs fixés par l'entreprise » (Schreiber et al., 1994b)⁷.

Schreiber et al. (1994b) regroupent la connaissance des inférences et la connaissance des tâches sous le terme de connaissance de contrôle. Un langage de modélisation conceptuel, appelé CML (*Conceptual Modelling Language*), est utilisé pour décrire les trois niveaux de connaissance les plus bas (hors stratégique) (Schreiber et al., 1994a).

S'inspirant de ces travaux, Merlo (2003) propose de hiérarchiser la connaissance en trois niveaux (opérationnel, tactique et stratégique) selon leur complexité :

Connaissance élémentaire – Ce premier niveau, ayant un caractère opérationnel, est composé des connaissances élémentaires créées ou exploitées par les acteurs pour atteindre leurs objectifs.

Connaissances de transformation – Ce second niveau, ayant un caractère tactique, est composé des connaissances qui expliquent comment les connaissances précédentes ont été obtenues, soit en détaillant leur évolution, soit en précisant les mécanismes mathématiques, logiques ou procéduraux appliqués.

Connaissances d'expertise – Ce troisième niveau, ayant un caractère stratégique, correspond aux connaissances qui spécifient les méthodologies et les principes à suivre, pour résoudre un problème donné et conditionnant la mise en œuvre de connaissances de transformation.

Dans le cadre de nos travaux, nous souhaitons modéliser la connaissance élémentaire, c'est-à-dire les concepts et éléments manipulés par les acteurs, ainsi que la connaissance de transformation, c'est-à-dire les règles liant ces éléments. La modélisation du premier type de connaissance, c'est-à-dire les différentes parties d'une offre (un produit, un service, un système produit-service (PSS), un processus de réalisation), est explorée dans la section 2.2. La section 2.3 est dédiée à la modélisation du deuxième type de connaissance, c'est-à-dire l'exploitation des éléments identifiés précédemment, par exemple à l'aide de la formalisation de règles métiers.



2.1.3 Synthèse intermédiaire

Dans le cadre de nos travaux, nous souhaitons proposer un système à base de connaissances (*Knowledge-based system* – KBS) pour l'aide à l'élaboration d'offres. Dans la littérature, plusieurs auteurs ont proposé différentes typologies de connaissances. Dans nos travaux, nous cherchons à formaliser la connaissance explicitable élémentaire et de transformation. De plus, nous proposons un outil d'aide au décideur, mais qui lui laissera le choix. En laissant ce choix à l'humain, nous considérons qu'il détient seul les connaissances de niveau stratégique (d'expertise) que nous ne modélisons donc pas.

6. Cette méthodologie est présentée plus en détails section 4.1.2 page 96.

7. [traduction libre] voir citation originale 2.f p. 56

2.2 Modélisation de la structure d'une offre

Un formalisme de modélisation est un moyen de représenter des éléments de connaissance qui doivent être transmis sans ambiguïté (Bernus et al., 1996). Il permet de construire des modèles selon un ensemble de concepts associés. Les formalismes de modélisation utilisés pour modéliser les systèmes de production sont souvent associés à des outils graphiques (Bernus et al., 1996).

Cette section est donc consacrée aux travaux liés à la modélisation des éléments constitutifs d'une offre, correspondant à ce que l'entreprise soumissionnaire propose de vendre au client (figure 2.3). Une première sous-section introduit la notion de modélisation. Les sous-sections 2 à 4 sont consacrées à la modélisation de la solution technique, qui peut être un produit (section 2.2.1), un service (section 2.2.2) ou un système produit-service (section 2.2.3). La section 2.2.4 est consacrée à la modélisation du processus de réalisation et la section 2.2.5 aux indicateurs permettant d'évaluer une offre. Enfin, la section 2.2.6 fait la synthèse de cette section.

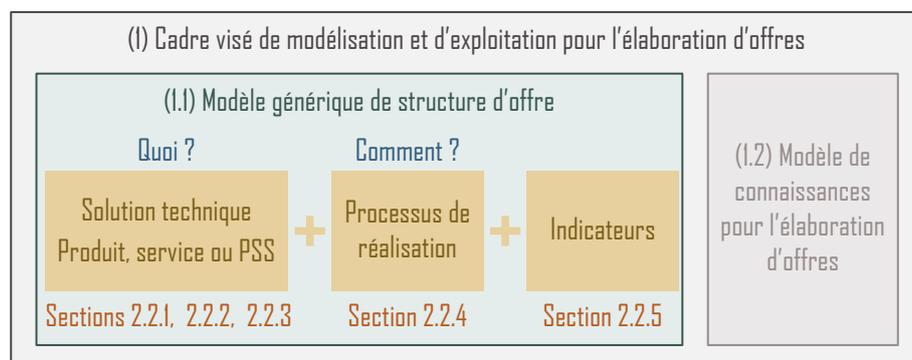


Figure 2.3 – Plan de la section 2.2 sur la modélisation d'offres

2.2.1 Définition et modélisation de produits

La solution technique d'une offre peut correspondre à un produit. C'est le cas par exemple de Mécanuméric, partenaire industriel du projet OPERA, qui fabrique des machines de découpe numérique. La conception de produits est une problématique qui a été largement étudiée depuis de nombreuses années, ce qui a permis un consensus de la communauté sur une définition et des représentations communes. De nombreux modèles de produits ont été proposés afin de formaliser et structurer les informations relatives au produit. Ainsi, après avoir rapidement rappelé la définition du produit, nous présentons les modèles produits en lien avec nos travaux.

Définition et caractéristiques du produit

Nous nous intéressons ici au produit en tant que solution technique physique (ou tangible), par opposition au service (cf. section 2.2.2). Attention, nous n'utiliserons donc pas le terme produit au sens de « ce qui est produit et peut être vendu » mais bien produit au sens de système tangible. Nous utilisons la définition de tangibilité donnée par Shostack (1982) : « qui peut être touché ».

Définition n° 4 : Produit

Un produit est une solution technique tangible répondant à un besoin.

En ingénierie système (IS), un système est défini comme « un ensemble d'éléments dont la synergie est organisée pour répondre à une finalité dans un environnement donné » (Fiorèse et al., 2012). L'IS distingue le « système à faire » (système objet du processus de conception) et le « système pour faire » (projet de conception). Cependant, dans l'état actuel de l'ingénierie système, ces « systèmes à faire » sont plutôt à dominante technologique, et c'est-à-dire des systèmes tangibles. Ainsi, un produit tel que nous l'entendons est appelé « système » dans la communauté d'ingénierie système.

Modélisation du produit

Les modèles de produits peuvent être classés en fonction de l'objectif du modèle. S'inspirant des catégories proposées pour les modèles de processus dans (Browning et al., 2007)⁸, une extension aux modèles produit est proposée par Eckert et al. (2017). Les auteurs distinguent ainsi les modèles dédiés à :

- (i) la visualisation de produit (*product visualisation*),
- (ii) la définition de produit (*product synthesis*),
- (iii) l'analyse et l'évaluation de produit (*product analysis and evaluation*),
- (iv) la gestion du cycle de vie du produit (*product life cycle support*).



Nos travaux concernent les premières phases du cycle de vie d'un produit. Ainsi, les modèles dédiés à la gestion de l'ensemble du cycle de vie du produit ne sont pas nécessaires. D'autre part, nos travaux s'intéressent uniquement à une pré conception du produit (hypothèse n° 5 page 16). Ne faisant pas une conception détaillée, les modèles dédiés à l'analyse et l'évaluation de produit ne sont donc pas nécessaires. Ainsi, dans le cadre de nos travaux, nous nous intéresserons aux modèles dédiés à la visualisation et à la définition de produits.

Par visualisation, Eckert et al. (2017) entendent la visualisation des composants, leurs interfaces, contraintes et exigences, ainsi que la génération de vues mettant en valeur les informations produits les plus pertinentes pour des groupes d'utilisateurs spécifiques.



La visualisation de ces éléments en fonction du profil de l'utilisateur peut être pertinente en réponse à appel d'offres, par exemple pour adapter la vue produit en fonction d'un utilisateur plus orienté commercial ou technique. Cependant, cet aspect concerne plus les spécifications d'un outil logiciel que la modélisation à proprement parler du produit. Nous ne prendrons donc pas en compte cet aspect dans nos travaux.

D'autre part, pour Eckert et al. (2017), les modèles de définition de produit comprennent la spécification et la négociation des exigences, ainsi que la planification et la synthèse des fonctions, comportements et structures du produit. Or les approches telles FBS⁹ (Gero, 1990; Gero et al., 2014) et l'ingénierie système (Fiorèse et al., 2012) combinent ces trois vues en fonction de l'avancement du développement du produit (aussi appelé « système à faire »). Dans le cadre du projet IPPOP¹⁰ (décembre 2001 à juin 2005), un modèle de conduite de projet, appelé modèle PPO (produit, processus et organisation), a été proposé (Noël, 2006). L'objectif du projet était de concevoir et prototyper un système d'information collaboratif pour l'ensemble des acteurs de la conception, synthétisant les trois dimensions produit, processus et organisation.

Modélisation de la vue fonctionnelle du produit La représentation de la vue fonctionnelle du produit sert à définir les fonctions que devra remplir le produit développé. La vue fonctionnelle du produit peut être représentée selon deux approches : l'analyse fonctionnelle externe et l'analyse fonctionnelle interne. L'analyse fonctionnelle externe s'intéresse aux fonctions que doit remplir le produit dans son environnement. L'outil le plus utilisé dans le monde professionnel est le diagramme pieuvre. L'analyse fonctionnelle interne décompose la fonction principale que doit remplir le produit en sous-fonctions, par exemple à l'aide d'un diagramme FAST¹¹. L'approche fonctionnelle descendante IDEFO¹², aussi connue sous le nom SADT¹³, permet de représenter l'enchaînement des fonctions que le système doit réaliser, en indiquant pour chaque fonction les entrées, sorties, contraintes et ressources. En IS, le diagramme de bloc fonctionnel (formalisme SysML¹⁴) montre l'ensemble des fonctions que le produit à concevoir doit remplir (Fiorèse et al., 2012). Ces fonctions sont décomposées en sous-fonctions, sur plusieurs niveaux si besoin. Plus de

8. cf. section 2.2.4

9. acronyme de *Functional - Behaviour - Structure*

10. acronyme de *Intégration Produit-Processus- Organisation pour l'amélioration de la Performance en ingénierie*

11. acronyme de *Functional Analysis System Technique*

12. acronyme de *Integration Definition for Function Modeling*

13. acronyme de *Structured Analysis and Design Technics*

14. acronyme de *Systems Modeling Language*

détails sur l'expression fonctionnelle du besoin peuvent être trouvés dans la norme NF EN 16271 (2013).



Dans le cadre de la réponse à appel d'offres, bien qu'une analyse fonctionnelle (externe et/ou interne) puisse être menée, nous choisissons de ne pas effectuer de modélisation formelle spécifique car l'objectif premier de l'entreprise lors de l'élaboration d'une offre est d'identifier les composants clés et de les chiffrer (hypothèse n° 5). Une telle modélisation pourrait cependant servir d'entrée à l'activité de conception de produit en réponse à appel d'offres.

Modélisation de la vue comportementale du produit La représentation de la vue comportementale du produit sert à prédire comment réagira le produit lors de son utilisation, et à vérifier que les fonctions identifiées précédemment et demandées par le client sont bien remplies. En mécanique, physique, science des matériaux ou autres domaines, des simulations permettent de prévoir le comportement futur du produit. Ces modèles s'appuient sur des calculs mathématiques. La vue comportementale du produit peut également simuler des comportements utilisateurs face à une IHM (Interface Homme Machine) donnée. En IS, il existe quatre diagrammes de comportement formalisés dans le langage SysML : le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de séquence, le diagramme d'activité et le diagramme d'état.



La modélisation de la vue comportementale du produit est particulièrement pertinente lors de la conception complète du produit, si l'offre est acceptée par le client. Nous faisons l'hypothèse qu'en réponse à appel d'offres l'entreprise soumissionnaire se limite à une pré-conception (hypothèse n° 5). Ce type de modélisation n'est donc pas retenu.

Modélisation de la vue structurelle du produit La représentation de la vue structurelle du produit permet de définir de quoi est composé le produit. La représentation la plus connue de la vue structurelle du produit est la nomenclature, ou *bill-of-material* (BOM) en anglais (Hegge et al., 1991). Ainsi, un produit est décomposé en sous-ensembles et composants sur plusieurs niveaux. La BOM indique la quantité de chaque composant nécessaire pour assembler le sous-ensemble du niveau supérieur. Chaque composant peut être caractérisé par un à plusieurs paramètres prenant une valeur. En IS, le diagramme de bloc physique (formalisme SysML) montre la structure interne du bloc, c'est-à-dire sa décomposition en composants physiques. En PLM, l'aspect structurel est central car c'est justement la vue sur les composants tout au long du cycle de vie du produit qui intéresse l'utilisateur.



En réponse à appel d'offres, l'entreprise soumissionnaire cherche essentiellement à identifier et caractériser les composants clés du produit proposé au client dans l'offre. Nous intégrerons donc la modélisation structurelle du produit dans notre modèle. De plus, l'identification des composants permet également de chiffrer ces composants et donc de chiffrer la solution proposée.

Synthèse intermédiaire sur les produits

De nombreux modèles ont été développés pour la conception complète de produits (et pas la pré-conception). Ces modèles s'intéressent aux aspects fonctionnel, comportemental et/ou structurel du produit. Comme expliqué page 16 (hypothèse n° 5), nos travaux concernent les entreprises qui choisissent de se limiter à une pré-conception. Ainsi, dans le cadre choisi de la réponse à appel d'offres, l'entreprise soumissionnaire cherche essentiellement à :

- (1) définir les aspects techniques clés qui intéresseront le client,
- (2) chiffrer la solution technique proposée.

Ainsi, les aspects techniques et le calcul du coût étant tous deux liés aux éléments structurels, nous nous intéresserons dans notre modèle uniquement à la vue structurelle du produit. Nous utiliserons une nomenclature telle que définie dans les travaux de Hegge et al. (1991), dans laquelle des paramètres viennent caractériser les différents sous-ensembles et composants du produit. Les aspects fonctionnels et comportementaux permettront de valider certains sous-ensembles et composants, mais aucune analyse complète ne sera conduite. Pour formaliser la connaissance

liée à un produit, le modèle proposé doit donc prendre en compte deux facteurs qui se rapportent au facteur n° 4 page 16.

Facteur n° 4.1

Le modèle proposé doit permettre la décomposition d'un produit en sous-ensembles et composants tangibles sur plusieurs niveaux.

Facteur n° 4.2

Le modèle proposé doit permettre d'associer des paramètres descriptifs à chaque composant sur chaque niveau.

2.2.2 Définition et modélisation de services

Les offres peuvent également concerner des services (figure 2.3 page 33). C'est le cas par exemple des offres proposées par Altran et Axsens, deux entreprises de conseil partenaires du projet OPERA. Bien que les services aient été très largement étudiés dans la littérature, ce travail est plus récent que pour les produits et nous n'avons pas identifié de consensus quant à la définition et la modélisation de services. Cette section est donc consacrée à une présentation des différentes approches pour la définition et la modélisation de services.

Définitions et caractéristiques du service

Au cours des quarante dernières années, « les services sont devenus la part la plus importante dans l'économie de la plupart des pays industrialisés » (Spohrer et al., 2007)¹⁵. Cependant, Spohrer et al. notent également qu'aucune définition du service n'est largement acceptée. Ainsi, nous présentons ici quelques-unes des définitions issues de la littérature.

Le service comme un processus Un service peut être défini comme un « processus constitué de plusieurs activités plus ou moins intangibles, qui sont fournies comme solutions aux problèmes du client » (Grönroos, 2015)¹⁶. Ces activités « résultent souvent d'interactions entre le client, les employés, des ressources physiques, des biens et/ou des systèmes du fournisseur de service ».

Le service comme une performance Les services sont également parfois définis comme des performances (Parasuraman et al., 1985) : « les services sont des performances, plutôt que des objets » (Zeithaml et al., 1985)¹⁷.

Le service comme une capacité L'INSEE¹⁸ définit un service de la façon suivante : « Une activité de services se caractérise essentiellement par la mise à disposition d'une capacité/prestation technique ou intellectuelle. À la différence d'une activité industrielle, elle ne peut pas être décrite par les seules caractéristiques d'un bien matériel acquis par le client » (INSEE, 2019).

Ainsi, de nombreuses définitions du service ont été proposées dans la littérature. Si aucune définition ne fait l'unanimité, plusieurs auteurs proposent de lister les caractéristiques qui font le service.

15. [traduction libre] voir citation originale 2.g p. 56

16. [traduction libre] voir citation originale 2.h p. 56

17. [traduction libre] voir citation originale 2.i p. 57

18. <https://www.insee.fr/fr/accueil>

Les caractéristiques IHIP Dans la littérature, et notamment en marketing et management, les services sont souvent définis par opposition au produit (Edvardsson et al., 2005). S'il est si difficile de définir ce qu'est un service, il est possible de lister ses principales caractéristiques, souvent opposées à celles des produits. Historiquement, quatre caractéristiques ont été identifiées : intangibilité (*Intangibility*), hétérogénéité (*Heterogeneity*), non séparabilité de la production et de la consommation (*Inseparability*) et périssabilité (*Perishability*). Ces quatre caractéristiques sont parfois regroupées sous le terme IHIP (Edvardsson et al., 2005; Felfernig et al., 2014; Lovelock et al., 2004). Chacune de ces caractéristiques est définie en détails en annexe B page 195. Nous avons proposé une discussion sur l'applicabilité de ces caractéristiques à l'ensemble des services en conférence dans Guillon et al. (2018) et Guillon et al. (2019c).

L'absence de transfert de propriété Lovelock et al. (2004) proposent de définir un service par l'absence de transfert de propriété. Cette caractéristique est définie là encore par opposition aux produits, pour lesquels il y a un transfert de propriété, absent dans une transaction de service. Cette caractéristique est également citée par Edvardsson et al. (2005), Grönroos (2015) et Heiskala et al. (2005).

Dimensions d'un service D'après Bullinger et al. (2003), un service type peut être caractérisé par trois dimensions :

une dimension structure – La dimension structure détermine la capacité et la volonté de l'entreprise à fournir le service en question. Elle représente l'organisation des ressources et répond à la question « Quels moyens sont mis en place? »

une dimension processus – La dimension processus répond à la question « Comment? » En effet, un service est accompli avec des facteurs extérieurs intégrés dans les processus.

une dimension résultat – La dimension résultat répond à la question « Quoi? » Elle comprend une définition du contenu du service et un plan structuré des services.

Ainsi, nous proposons la définition suivante :

Définition n° 5 : Service

Un service est une solution intangible s'appuyant sur des processus et des ressources pour répondre à un besoin client.

S'appuyant sur l'une ou l'autre de ces définitions, plusieurs modélisations de services ont été proposées dans la littérature.

Modélisation du service

Plusieurs auteurs proposent des modélisations de services qui permettent d'identifier les concepts clefs d'un service.

Dimensions d'un service Dans Bullinger et al. (2003), en lien avec les caractéristiques identifiées précédemment, trois modèles sont utilisés pour modéliser chacune des dimensions du service :

- la dimension structure peut être représentée à l'aide de modèles de ressources (*resource models*), c'est-à-dire l'identification et la planification des ressources nécessaires pour exécuter le service.
- la dimension processus est représentée à l'aide de modèles de processus (*process models*), tels que ceux décrits dans la section 2.2.4.
- la dimension résultat peut être représentée au moyen de modèles produits (*product models*), tels que les modèles de décomposition arborescents décrivant la structure d'un produit présentés dans la section précédente. Attention, bien que le terme *product* soit utilisé, il s'agit bien ici de service, et de définir comment un service peut être décomposé en sous-ensembles intangibles.

Bullinger et al. proposent également un modèle élémentaire de service (*basic service model*), dans lequel l'intégration et l'interaction de ces trois modèles est représentée en notation UML (cf. annexe B page 197). En plus des éléments décrits précédemment, sont introduits des éléments liés au client (*Customer*) et à l'aspect commercial d'une offre (*Customer segment* et *Sales channel*).

Ontologie de services Dong et al. (2011) proposent de configurer des services en se basant sur une ontologie. Ils utilisent la définition de Grönroos (page 36) pour définir un service¹⁹. Les auteurs proposent donc une méta-ontologie de services, dans laquelle il est possible de décomposer un service en composants intangibles : un *service element* peut être soit un *service bundle*, soit un *elementary service bundle*. Ainsi, un *service bundle* peut être décomposé en plusieurs *elementary service bundle*.

D'autres auteurs ne se limitent pas à l'identification des concepts clés d'un méta modèle, mais proposent des représentations qui permettent de visualiser et comprendre le contenu d'un service donné, comme la représentation *blueprint*.

Représentation blueprinting Shostack propose une modélisation moléculaire (*molecular modeling*) permettant de représenter produits et services, ainsi que le lien entre les deux. Un code visuel permet de distinguer les produits (tangibles), des services (intangibles), tout d'abord à l'aide d'un code couleur (Shostack, 1977), puis à l'aide d'une distinction carrés (représentant les produits) / cercles (représentant les services) (Shostack, 1982). Puis il propose, une fois cette représentation simple faite, d'examiner la structure de chaque élément. Pour les produits, cela ne présente pas de difficultés particulières, cela a largement été étudié (cf. section 2.2.1). D'après Shostack, c'est beaucoup plus complexe pour les services. C'est ainsi que la notation *service blueprinting* est proposée. Kingman-Brundage et al. (1995) ont repris cette modélisation sous le terme de *service logic model*. L'objectif d'un *service blueprint* est de rendre plus concret un service complexe et immatériel en décrivant visuellement toutes les étapes, acteurs, processus et preuves matérielles du service. La caractéristique clé de ces représentations est leur focalisation sur le client : l'expérience du client est caractérisée avant même qu'un quelconque processus interne ne soit déterminé (Zeithaml et al., 2010). Cette représentation *blueprint*, non seulement visuelle mais surtout axée sur l'expérience client, a peut-être plus d'intérêt pour les services en B2C que les services en B2B. En effet, cette modélisation est proposée pour la conception détaillée de services, avec une vision orientée processus. Bien qu'il puisse y avoir des interactions avec le client lors d'un service en B2B, lors d'une pré-conception pour la réponse à appel d'offres, cette modélisation n'est pas adaptée.

Décomposition d'un service en éléments Plusieurs auteurs traitent de la décomposition d'un service en « éléments physiques et non physiques », ces éléments étant « intégrés selon des configurations spécifiques à chaque client » (Carlborg et al., 2014)²⁰. Goldstein et al. considèrent également que « concevoir un service signifie définir une combinaison appropriée de composants physiques et non physiques, où les composants d'un service sont souvent des éléments non physiques » (Goldstein et al., 2002)²¹. Un service est alors « une combinaison de processus, compétences humaines et matériels ».

Ki Moon et al. (2009) explorent la notion de familles de services, proposant d'étendre les méthodes utilisées sur les familles de produits aux familles de services. Une famille de services est définie comme un ensemble de services basés sur un ensemble de processus, activités, objets et caractéristiques communes. Pour délivrer un service, un ensemble de modules de services, eux-même composés d'un ensemble de composants de services, seront assemblés.

Modularité des services Bullinger et al. (2003) conseillent, pour la dimension résultat d'un service, si celui-ci est complexe, de le diviser en services partiels. De plus, il serait alors préférable que ces services soient structurés de façon modulaire. Pour Løkkegaard et al. (2016), les services modulaires ont les mêmes avantages que les produits modulaires. Böttcher et al. (2011) proposent une méthode pour décomposer un service B2B en modules, et définissent un module de service de la façon suivante : un *service module* offre une fonctionnalité bien définie via des interfaces décrites précisément. Un *service module* peut être utilisé pour décomposer et peut donc être lui-même une partie d'un *service module* de plus haut niveau. Cette définition est très proche de celle des composants pour un produit. De plus, les auteurs précisent que cette décomposition permet une

19. Les auteurs utilisent le terme *service product*, que nous traduisons simplement par *service*.

20. [traduction libre] voir citation originale 2.j p. 57

21. [traduction libre] voir citation originale 2.k p. 57

configuration spécifique pour un client donné, car le client peut assembler une offre de service à partir d'un ensemble de modules de services donnés. Cette définition est donc similaire à ce qui se fait en configuration de produits, où un client peut assembler son produit à partir d'un ensemble de composants donnés.



Cependant, ce modèle n'est pas directement applicable à notre cas d'étude. Nous ne cherchons pas exactement à modulariser des services, mais plutôt à les modéliser pour les configurer et les réutiliser, qu'ils soient modulaires ou non. Nous ne voulons pas modifier des services existants pour les faire rentrer dans un modèle de « nomenclature de services », mais plutôt trouver un modèle pour les services existants. Un produit, modulaire ou non, peut être décomposé en composants, liés entre eux par une architecture, appelée nomenclature. Nous cherchons à identifier si l'on peut faire de même pour les services.

Synthèse intermédiaire sur les services

L'étude de la conception des services étant plus récente que celle des produits, aucune définition commune à l'ensemble de la communauté n'a encore émergé. Plusieurs auteurs ont donc proposé des définitions qui font ressortir différents aspects du service. Tour à tour défini comme un processus, une performance ou une capacité, la difficulté de la communauté à se mettre d'accord sur une définition simple et unanime a conduit à l'identification des caractéristiques clés d'un service. Pour Grönroos (2015), un service est un processus durant lequel le service est produit et consommé simultanément, et pour lequel le client intervient dans la production. D'autres auteurs ont identifié les caractéristiques IHIP pour caractériser les services. Mais après plusieurs critiques de ces caractéristiques, Lovelock et al. (2004) propose de définir un service par l'absence de transfert de propriété.

Pour modéliser les services, plusieurs approches ont été utilisées. Bullinger et al. (2003) distingue trois dimensions dans un service : les ressources, le processus et le résultat. Dans la sous-section 2.2.2, nous citons plusieurs auteurs qui se sont intéressés à la configuration et la modularisation de services. Ainsi, il ressort des travaux cités qu'un service peut être considéré comme un ensemble d'éléments intangibles. La représentation blueprinting, elle, permet de visualiser un service. Enfin, la sous-section 2.2.2 liste les représentations de services sous forme d'ontologies issues de la littérature. Les approches de décompositions du service en éléments (modulaires ou non) laissent supposer qu'un service pourrait être représenté par une structure arborescente. Plusieurs des modélisations étudiées mélangent la partie structure du service, c'est-à-dire sa décomposition en éléments intangibles, et l'aspect processus lié au service. Dans nos travaux, nous modélisons dans tous les cas le processus de réalisation lié à la solution technique proposée (ici, un service). Nous distinguerons donc la modélisation du service, qui consistera uniquement en une décomposition en éléments intangibles, de la modélisation du processus associé.

Pour formaliser la connaissance liée à un service, le modèle proposé devra donc prendre en compte les facteurs suivants, se rapportant également au facteur n° 4 identifié page 16.

Facteur n° 4.3

Le modèle proposé doit permettre la décomposition d'un service en composants intangibles sur plusieurs niveaux.

Facteur n° 4.4

Le modèle proposé doit permettre de représenter des activités et des ressources.

Facteur n° 4.5

Le modèle proposé doit permettre de faire le lien entre des composants intangibles, des activités et des ressources, certaines pouvant être un produit.

Les facteurs n° 4.4 et 4.5 sont dûs au fait que de nombreux auteurs définissent le service comme un processus.

D'autre part, le facteur n° 4.2 identifié pour les produits est également valable pour les services : le modèle proposé doit permettre d'associer des paramètres à chaque composant sur chaque niveau.

2.2.3 Définition et modélisation de systèmes produit-service

La solution technique d'une offre peut également être composée à la fois de produits et de services. En effet, « la production industrielle évolue vers des modèles qui répondent de manière plus adéquate aux besoins liés aux changements d'époque : passage d'une consommation de masse à des comportements individuels et à des besoins hautement personnalisés. Une telle évolution est souvent facilitée par la refonte de l'offre industrielle, de la production de biens à la fourniture de solutions composées de produits et de services » (Morelli, 2006)²². De telles solutions sont appelées *Product Service Systems* (PSS).

Le terme *Product Service System* apparaît pour la première fois dans un rapport de plus de 100 pages, commandé conjointement par les ministères néerlandais de l'environnement et des affaires économiques (Goedkoop et al., 1999). Ce sont les problématiques environnementales et économiques qui vont faire apparaître les PSS. Pour « augmenter la valeur perçue des transactions sans augmenter la charge environnementale des produits », les auteurs proposent de « dématérialiser l'économie », c'est-à-dire de « passer d'une économie basée sur la production et la consommation de produits physiques à une économie basée sur les services » (Goedkoop et al., 1999)²³.

Ce passage d'une économie de vente de produits purs à des offres combinées produit-service est appelée servicisation. Dès 1988, Vandermerwe et al. écrivent : « les meilleures entreprises du futur seront celles qui développeront des services pour créer et fidéliser les clients, et ainsi maintenir un avantage concurrentiel » (Vandermerwe et al., 1988)²⁴. Le lecteur intéressé par la servicisation pourra se référer à Baines et al. (2009), qui présentent un état de l'art conséquent sur les travaux liés à la servicisation.

Définitions et caractéristiques d'un PSS

Goedkoop et al. (1999) définissent un système produit service comme un ensemble de produits et de services capable de répondre conjointement aux besoins d'un utilisateur. Il peut s'agir d'un produit auquel on a ajouté un à plusieurs services, ou l'inverse, ou encore « un ensemble dans lequel produits et services sont aussi nécessaires l'un que l'autre » (Goedkoop et al., 1999)²⁵.

Cette définition est intéressante car elle met produits et services sur un pied d'égalité au sein du système. Notons que les auteurs utilisent les définitions suivantes :

- un produit est une marchandise tangible fabriquée pour être vendue,
- un service est une activité (*work*) réalisée pour des personnes extérieures et ayant une valeur économique,
- un système est un ensemble d'éléments comprenant leurs relations.

S'inspirant de ces travaux, Mont propose de définir un PSS comme un « système composé de produits, services, réseaux de support et infrastructures conçu pour être compétitif, satisfaire les besoins du client et avoir un impact environnemental inférieur à celui des *business models* traditionnels » (Mont, 2002)²⁶.

Cependant, d'autres auteurs s'intéressent davantage au PSS uniquement comme un moyen d'ajouter de la valeur et de réduire l'impact du produit. C'est le cas par exemple dans Tan et al. (2007)

22. [traduction libre] voir citation originale 2.1 p. 57

23. [traduction libre] voir citation originale 2.m p. 57

24. [traduction libre] voir citation originale 2.n p. 57

25. [traduction libre] voir citation originale 2.o p. 57

26. [traduction libre] voir citation originale 2.p p. 57

et Maussang-Detaille (2008) (citations n° 2.q et n° 2.r page 57). Dans nos travaux, nous nous intéressons aux PSS comme une entité dans laquelle produits et services peuvent se compléter mutuellement, et non uniquement dans laquelle le service viendrait compléter le produit. Nous ne retiendrons donc pas ces définitions.

Nous ne retiendrons pas l'aspect environnemental lié aux PSS. En effet, les problématiques de réduction d'impact des offres sur l'environnement sont hors de notre périmètre de travail car nous nous plaçons en conception routinière (hypothèse 1.2.3). L'entreprise ne cherche donc pas à modifier son modèle économique, mais à concevoir des systèmes mixtes produit-service, tels qu'elle a pu en concevoir déjà par le passé. De même, si de nombreux travaux s'intéressent au cycle de vie, nous considérons ces travaux comme hors de notre domaine d'étude, car non pertinent en pré conception routinière. Ainsi, nous retiendrons la définition proposée dans Tukker et al. (2006), qui met en avant l'intangibilité des services, par opposition aux produits tangibles.

Définition n° 6 : Système Produit-Service (PSS – *Product Service System*)

« Un système produit-service est un ensemble de produits (tangibles) et services (intangibles) conçus et combinés de manière à ce qu'ensemble, ils soient capables de répondre aux besoins du client »²⁷.

Tukker (2004) propose de classer les PSS en trois catégories elles-mêmes subdivisées en huit types, allant du pur produit au pur service (figure 2.4 page suivante).

A : Services orientés produit Dans cette catégorie de PSS, un produit est vendu et il y a bien un transfert de propriété du fournisseur vers le client. Une partie service, appelée *Product Extension Service* (PES) par Shen et al. (2012), est ajoutée au produit pour augmenter la valeur de l'offre proposée. Thoben et al. (2001) parlent alors de produit étendu (*Extended Product*) pour ce type d'association produit-service. Tukker (2004) distingue les deux types de services orientés produit suivants :

1. *Relatif au produit* – Le client achète non seulement un produit, mais également des services qui seront utiles durant la phase d'utilisation du produit. Il peut s'agir par exemple d'un contrat de maintenance ou d'approvisionnement de consommables. Lenfle et al. (2009) utilisent le terme *Product-related service* (PRS).
2. *Conseil et consulting* – Le client achète, avec le produit, des conseils liés à l'utilisation de ce produit. Il peut s'agir par exemple de conseil sur la structure organisationnelle de l'équipe utilisant le produit ou de l'optimisation de la logistique dans une usine où le produit est utilisé comme unité de production. Notons que cette catégorie concerne donc plutôt des produits complexes, des systèmes.

B : Services orientés usage Dans cette catégorie de PSS, le *business model* passe vers une économie de service ou économie de fonctionnalité (Stahel, 1997). Il n'y a plus de transfert de propriété. Le client achète l'utilisation d'un produit, et cette location peut couvrir plusieurs réalités :

3. *Leasing de produit* – L'utilisateur a un accès illimité et individuel au produit.
4. *Location et partage de produit* – Le même produit peut être utilisé par différents utilisateurs les uns après les autres.
5. *Mise à disposition multiple* – Le même produit peut être utilisé simultanément par différents utilisateurs.

C : Services orientés résultat Dans cette catégorie de PSS, là encore le *business model* est modifié et il n'y a pas de transfert de propriété du fournisseur vers le client.

27. [traduction libre] voir citation originale 2.s p. 57

6. *Sous-traitance* – Une partie de l'activité d'une entreprise est sous-traitée à un tiers. Étant donné que la plupart des contrats de sous-traitance incluent des indicateurs de performance permettant de contrôler la qualité du service, ils sont regroupés dans cette catégorie. Il peut s'agir par exemple de service de cantine ou de ménage.
7. *Paiement à l'unité de service* – Ce type de PSS est basé sur l'utilisation d'un produit. L'utilisateur n'achète plus le produit, mais uniquement la sortie du processus d'utilisation du produit en fonction du niveau d'utilisation. Parmi les exemples bien connus de cette catégorie figure l'imprimante pour laquelle l'utilisateur paie en fonction du nombre de copies imprimées. Le fournisseur gère alors toutes les activités nécessaires au bon fonctionnement de l'impression : fourniture de papier et d'encre, maintenance de l'imprimante, etc.
8. *Résultat fonctionnel* – Ici, le fournisseur et le client se mettent d'accord sur un résultat. Dans ce type de PSS, contrairement à la sous-traitance, le résultat fonctionnel est défini en termes plutôt abstraits, c'est-à-dire que le contrat passé entre le fournisseur et le client n'est pas lié à un système technologique spécifique. Le fournisseur est, en principe, totalement libre quant à la manière d'obtenir ce résultat. Il peut s'agir par exemple d'entreprises qui proposent de fournir un "climat agréable" dans des bureaux plutôt qu'une climatisation.

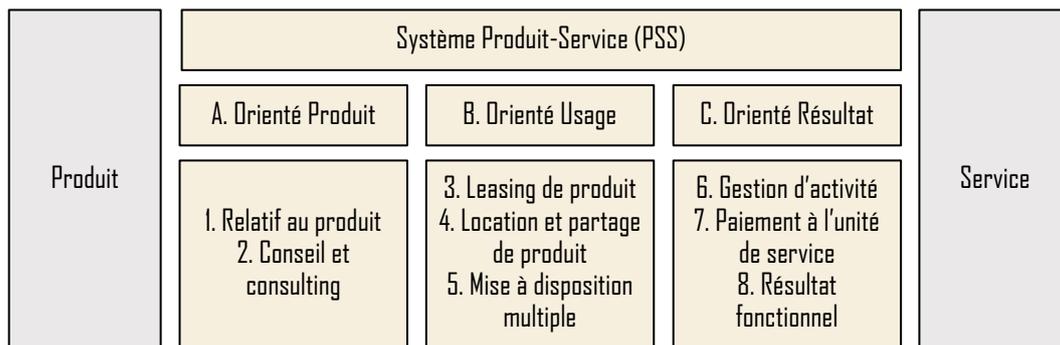


Figure 2.4 – Les principales sous-catégories de PSS, adapté et traduit de Tukker (2004)

En s'inspirant de la typologie proposée par Tukker (2004), nous retiendrons les caractéristiques synthétisées dans la table 2.1.

Table 2.1 – Synthèse des caractéristiques des PSS

	Produit	Système Produit-service (PSS)			Service
		Service orienté produit	Service orienté usage	Service orienté résultat	
Transfert de propriété...	oui	oui	non	non	non
Le client achète...	Un produit.	Un produit. Un service ajoute de la valeur à l'ensemble.	L'utilisation d'un produit.	Un service qui nécessite l'utilisation d'un produit.	Un service.

Modélisation de PSS

Configuration de PES Shen et al. (2012) proposent un modèle de configuration de PES (*Product Extension Service*) dans le cas de la servicisation. La configuration est portée par un modèle appelé PESCO (*Product Extension Services Configuration Ontologies*) composé de trois sous-ontologies :

- une sous-ontologie consacrée au service (*Service sub-ontology* – SO),
- une sous-ontologie consacrée au produit (*Product sub-ontology* – PO),
- une sous-ontologie consacrée au client (*Customer sub-ontology* – CO).

Le détail de ces trois ontologies est présenté en annexe B page 198.

Nous retenons les éléments suivants :

Concernant SO – un service est décomposé en sous-services, appelés *elementary component*.

Concernant PO – un produit est décomposé en composants de façon très classique, en lien avec le travail présenté dans la section 2.2.1.

Concernant CO – les auteurs intègrent une partie liée au client, à ses caractéristiques et aux besoins qu'il exprime.

Maussang-Detaille (2008) insiste également sur la nécessité de prendre également en compte les exigences du client dans l'élaboration d'offres qui ne se limitent pas à un produit, et plus spécifiquement des PSS²⁸.

Synthèse intermédiaire sur les PSS

Un système produit service (PSS) est une solution dans laquelle éléments tangibles (produits) et intangibles (services) sont associés pour répondre à un besoin client.

Dans nos travaux, nous nous inspirerons du travail effectué par Shen et al. (2012) :

- La sous-ontologie *Service* (SO) sera comparée avec les modèles de services étudiés précédemment pour proposer notre propre modèle.
- La sous-ontologie *Client* (CO) nous servira, non pas pour modéliser un service ou un PSS, mais pour modéliser le contexte dans le cadre duquel l'offre est élaborée, ainsi que les exigences du client. Les auteurs se restreignent ici au client. Mais d'autres éléments influent également sur la solution proposée (Boughton, 1987). Nous nous inspirerons donc de cette ontologie pour prendre en compte non seulement le client et ses exigences, mais aussi l'ensemble du contexte.

Ce deuxième point fait apparaître un nouveau facteur qui devra être pris en compte dans notre propre modélisation.

Facteur n° 5

Le modèle proposé doit permettre de prendre en compte des éléments liés au client et aux exigences dans la modélisation de l'offre.

Pour formaliser la connaissance liée à un PSS, le modèle proposé devra donc prendre en compte les facteurs suivants, toujours se rapportant au facteur n° 4 de la présente page :

Facteur n° 4.6

Le modèle proposé doit permettre la décomposition d'un PSS en composants tangibles et intangibles sur plusieurs niveaux.

28. voir la citation 2.t page 57

Facteur n° 4.7

Le modèle proposé doit permettre d'identifier pour un composant tangible s'il y a transfert de propriété ou non.

D'autre part, certains des facteurs identifiés précédemment sont également valables pour les PSS, notamment car les PSS comprennent une partie service :

Facteur 4.2 Permettre d'associer des paramètres à chaque composant sur chaque niveau.

Facteur 4.4 Permettre de représenter des activités et ressources associées.

Facteur 4.5 Permettre de faire le lien entre des composants intangibles, des activités et des ressources.

2.2.4 Modélisation de processus et de risques

Quel que soit le type de solution technique (produit, service ou PSS), afin de proposer une date de livraison pertinente, prendre en compte les coûts liés aux processus et intégrer les risques encourus, le processus de réalisation associé à cette solution doit être étudié dès la phase de réponse à appel d'offres (facteur n° 2 page 15).

Définition du processus de réalisation

Un processus est un ensemble d'activités transformant des entrées (consommées) en sorties (productions) à l'aide de ressources (matérielles, humaines, méthodologiques, réglementaires, connaissances, etc). La définition du cas particulier du « processus de réalisation » a été donnée dans le chapitre 1 page 14. Nous proposons ici d'affiner cette définition en fonction du type de solution technique.

Dans le cas d'un produit Dans le cas d'un processus de réalisation associé à un produit, le processus est composé de l'ensemble des activités nécessaires à la fabrication et à la livraison du produit au client. Par exemple, ces processus est constitué des activités de finalisation de la conception, approvisionnement, fabrication, assemblage, tests, livraison et mise en service.

Dans le cas d'un service ou d'un PSS Dans le cas d'un processus de réalisation associé à un service, la distinction entre le service et le processus de réalisation associé peut être floue. En effet, le fait de considérer un service comme un processus peut porter à confusion. Autant il est facile de distinguer un produit de son processus de réalisation, autant service et processus de réalisation associé sont entremêlés. Un choix devra donc être effectué sur la modélisation du service : le service sera-t-il modélisé comme un processus? Comment garder la distinction service-processus dans ce cas? Notre contribution devra permettre d'éclaircir ce point. Il en est de même pour les PSS, puisqu'ils comportent une partie service.

Modélisation de processus

Comme indiqué page 34, Browning et al. (2007) ont distingué quatre objectifs à la modélisation de processus liés au développement de produit (*Product Development* – PD) :

- (i) la visualisation de projet
- (ii) la planification de projet
- (iii) l'exécution et le contrôle de projet
- (iv) le développement de projet



Dans le cadre de nos travaux, nous cherchons essentiellement à identifier les activités clés, structurer le processus, estimer et optimiser les indicateurs pertinents, et éventuellement identifier les ressources pertinentes, afin de s'engager sur un processus réalisable. Toutes ces activités correspondent à la définition de planification de projet issue de Browning et al. (2007).

Vision gestion de projet Les diagrammes de Gantt permettent de représenter des activités en indiquant des contraintes de séquençement. Ce sont des outils de gestion populaires, même si leur origine remonte à plus d'un siècle. En gestion de projets, ils fournissent un moyen efficace d'afficher des informations importantes (Wilson, 2003). La représentation PERT²⁹ permet également de représenter des activités ainsi que les liens définissant le séquençement. L'affichage des dates de début et de durée de chaque activité permet de calculer le chemin le plus court.



Dans le cadre de nos travaux, nous nous intéresserons principalement à l'identification et la caractérisation des activités et ressources associées. Bien que ces éléments correspondent à la définition que Browning et al. (2007) donnent à la planification de projet, les représentations telles que Gantt ou PERT ne sont donc pas adaptées. En effet, nous ne cherchons pas à planifier de façon détaillée le processus de réalisation.

Représentation BPMN La représentation BPMN (*Business Process Modeling Notation*) comprend un ensemble d'éléments graphiques afin de modéliser des processus d'entreprises. « L'objectif principal lors de l'élaboration de BPMN était de fournir une notation facilement compréhensible par tous les utilisateurs, des analystes métier qui créent les brouillons initiaux des processus aux développeurs techniques chargés de mettre en œuvre la technologie qui les exécutera, en passant par les personnes qui vont gérer et surveiller ces processus » (White, 2004)³⁰.



En proposant un langage de modélisation de processus largement connu du monde industriel, BPMN pourra être utilisé dans nos travaux.

Synthèse intermédiaire sur les processus

Ainsi, le facteur de succès n°2 relatif à la prise en compte du processus de réalisation lors de l'élaboration d'offres peut être détaillé de la façon suivante :

Facteur n° 2.1

Le modèle proposé doit permettre de décomposer un processus en activités.

Facteur n° 2.2

Le modèle proposé doit permettre d'associer des ressources aux activités.

Définition et modélisation des risques

Nous avons vu dans le chapitre 1 section 1.2.2 que, concernant la réponse à appel d'offres, Botero Lopez (2014) identifie le macro risque R3 « s'engager sur un processus pénalisant », c'est-à-dire proposer au client une offre qui ne pourra pas être réalisée dans les conditions annoncées (solution technique irréalisable, impossibilité de tenir les délais annoncés, dépassement des coûts, etc.). Nous avons décidé de prendre en compte ce macro risque dans nos travaux, ce qui a donné lieu au facteur de succès n°3 : le risque de ne pas parvenir à fournir au client la solution technique dans les conditions annoncées dans l'offre doit être évalué.

De nombreux travaux existent dans le domaine de la gestion des risques. L'aspect *risques* n'étant pas au cœur de nos travaux³¹, nous présentons ici uniquement les travaux liés à la gestion des risques en réponse à appel d'offres, et comment nous exploiterons ces travaux pour répondre à notre problématique.

Un risque est un évènement pouvant survenir sur l'une des activités du processus de réalisation (Marmier et al., 2013). Un risque peut être caractérisé par :

29. acronyme de *Program Evaluation and Review Technique*

30. [traduction libre] voir citation originale 2.11 p. 57

31. En effet, comme expliqué page 12, une autre thèse ayant pour sujet la gestion des risques en réponse à appel d'offres est également financée dans le cadre du projet OPERA (R. Ayachi, 2017-2020).

- l'activité du processus de réalisation sur laquelle l'évènement a lieu,
- une probabilité d'occurrence,
- des impacts tels que le coût ou le délai.

Marmier et al. (2013) identifient également des stratégies de gestion des risques, prenant en compte des activités préventives et/ou correctives pour mitiger les risques identifiés.



Dans le cadre de nos travaux, nous utiliserons la définition du risque telle que définie dans (Marmier et al., 2013). L'approche de gestion des risques détaillée dans (Ayachi et al., 2018) sera utilisée dans le cadre du projet OPERA. Dans nos travaux, nous nous limiterons à l'identification et la caractérisation des risques, sans élaborer de stratégies.

Facteur n° 3.1

Le modèle proposé doit permettre de prendre en compte les risques liés au macro risque « Ne pas parvenir à fournir au client la solution technique dans les conditions annoncées dans l'offre ». Pour ce faire, le modèle proposé doit permettre d'identifier et caractériser des risques en termes de probabilité et impacts.

2.2.5 Évaluation de solutions à l'aide d'indicateurs

Nous avons vu dans le chapitre 1 que l'entreprise soumissionnaire élabore une offre qui doit être à la fois compétitive, convaincante, attractive et fiable (Krömker et al., 1997). L'ensemble de ces points porte à la fois sur l'aspect technique de l'offre, mais également sur des indicateurs tels que le prix et le délai de livraison. Nous nous devons donc de prendre en compte de tels indicateurs dans notre modèle d'offre. De plus, comme expliqué dans les travaux de Sylla (2018), l'entreprise soumissionnaire peut élaborer plusieurs offres pour répondre à un même appel d'offres, portant sur le même cahier des charges. Afin de pouvoir comparer ces offres et choisir celle qui sera soumise au client, là encore des indicateurs sont nécessaires (facteur n° 1 page 14).



Des indicateurs économiques tels que le coût et prix de l'offre devront donc être pris en compte. L'indicateur de *coût* permettra d'évaluer l'aspect « réalisable » de l'offre, tandis que l'indicateur de *prix* permettra d'évaluer les aspects « compétitif » et « attractif ». Des indicateurs de durée pour les activités du processus de réalisation permettront également d'évaluer à la fois les aspects « compétitif », « attractif » et « réalisable ».

Sylla et al. (2017) proposent un indicateur de confiance, permettant de prendre en compte la confiance de l'entreprise soumissionnaire dans sa capacité à délivrer la solution technique dans les conditions annoncées dans l'offre. Cet indicateur se base à la fois sur des indicateurs factuels ainsi que des indicateurs subjectifs. Ces indicateurs permettent d'évaluer la confiance dans la solution technique, mais également dans le processus de réalisation.



Dans le cadre de nos travaux, l'utilisation d'un indicateur de confiance pour évaluer les offres est particulièrement pertinent et pourra être utilisé.

D'autre part, il serait également intéressant de mettre en place des indicateurs prenant en compte l'impact de modifications réglementaires sur la solution proposée.

Ainsi, le facteur de succès n° 1 identifié dans le chapitre 1 peut être détaillé de la façon suivante :

Facteur n° 1.1

Le modèle proposé doit permettre d'évaluer les offres à l'aide d'indicateurs économiques, d'indicateurs de durée et d'indicateurs de confiance.

2.2.6 Synthèse intermédiaire

Une offre est constituée de deux parties :

une solution technique – le « quoi? », c'est-à-dire la solution que l'entreprise soumissionnaire propose de vendre au client. La solution technique peut être un produit, un service, ou bien un système produit-service (PSS).

un processus de réalisation – le « comment? », c'est-à-dire comment l'entreprise va faire pour délivrer la solution technique proposée.

La revue des travaux existants sur la modélisation de produits nous laisse penser qu'une vue structurelle modélisant les composants du produits et leurs paramètres est suffisante pour répondre à la question « quoi? ». Nous utiliserons donc une approche de type nomenclature avec paramètres. Concernant les services, l'absence de consensus de la communauté sur une définition et des modélisations communes rend le travail plus complexe. Cependant, l'ensemble des travaux insistant sur l'intangibilité du service, et sa possible décomposition en éléments non physiques laisse à penser qu'une approche de type nomenclature, intangible cette fois, est possible. Enfin, ces dernières années ont vu émerger de nombreux travaux sur les systèmes produit service (PSS). Ces systèmes hybrides comprenant une partie produit et un partie service ont vu leur origine dans les problématiques environnementales liées à la réduction de l'impact des solutions proposées sur l'environnement. Si de nombreux travaux s'intéressent à ces systèmes, peu proposent un modèle conceptuel pour la conception.

Pour formaliser la connaissance liée à une offre, le modèle proposé doit donc prendre en compte les facteurs suivants qui se rapportent au facteur n° 4 page 16.

- Facteur 4.1 Permettre la décomposition d'un produit en composants tangibles sur plusieurs niveaux,
- Facteur 4.2 Permettre d'associer des paramètres descriptifs à chaque composant sur chaque niveau.
- Facteur 4.3 Permettre la décomposition d'un service en composants intangibles sur plusieurs niveaux,
- Facteur 4.4 Permettre de représenter des activités et des ressources,
- Facteur 4.5 Permettre de faire le lien entre des composants intangibles, des activités et des ressources,
- Facteur 4.6 Permettre la décomposition d'un PSS en composants tangibles et intangibles sur plusieurs niveaux,
- Facteur 4.7 Permettre d'identifier pour un composant tangible s'il y a transfert de propriété ou non,
- Facteur 4.8 Permettre de prendre en compte des éléments liés au client dans la modélisation de l'offre.

Les facteurs suivants, relatifs au facteur n° 2 « prise en compte du processus de réalisation », ont également été identifiés :

- Facteur 2.1 Le modèle proposé doit permettre de décomposer un processus en activités.
- Facteur 2.2 Le modèle proposé doit permettre d'associer des ressources aux activités.

Les facteurs n° 3, relatif à la prise en compte des risques, et n° 1, relatif à la prise en compte d'indicateurs d'évaluation des offres, ont également été détaillés :

- Facteur 3.1 Le modèle proposé doit permettre de prendre en compte les risques liés au macro risque « Ne pas parvenir à fournir au client la solution technique dans les conditions annoncées dans l'offre ». Pour ce faire, le modèle proposé doit permettre d'identifier et caractériser des risques en termes de probabilité et impacts.

Facteur 1.1 Le modèle proposé doit permettre d'évaluer les offres à l'aide d'indicateurs économiques, d'indicateurs de durée et d'indicateurs de confiance.

D'autre part, nous avons vu que d'autres éléments, tels que le contexte (page 31), et notamment le client (page 43), mais aussi les exigences (page 43), doivent être pris en compte, ce qui a donné lieu à l'identification du facteur n° 5. Cependant, nous nous limiterons à l'identification des exigences clefs, et choisissons de ne pas faire d'ingénierie des exigences.

Facteur 5 Le modèle proposé doit permettre de prendre en compte des éléments liés au client et aux exigences dans la modélisation de l'offre.

2.3 Formalisation et exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres

La section précédente a permis de questionner la modélisation des objets à manipuler (éléments constitutifs d'une offre). Dans la typologie liée à la complexité de la connaissance proposée par Merlo (2003)³², ces éléments correspondent aux connaissances de niveau élémentaire. Cette section est consacrée à la modélisation des règles métiers pour l'aide à l'élaboration d'offres, ce qui correspond aux connaissances du niveau transformation. Nous nous intéressons donc ici à la formalisation et l'exploitation de la connaissance pour l'aide à l'élaboration d'offres (figure 2.5).

Après avoir introduit les deux types de connaissances que nous souhaitons exploiter, nous présentons les approches d'exploitation des connaissances choisies (sous-section 2.3.1). Ensuite, chacun des outils choisis est présenté : ontologies (sous-section 2.3.2), problème de satisfaction de contraintes (sous-section 2.3.3), et raisonnement à base de cas (sous-section 2.3.4). Enfin, une synthèse conclut cette section (sous-section 2.3.5).

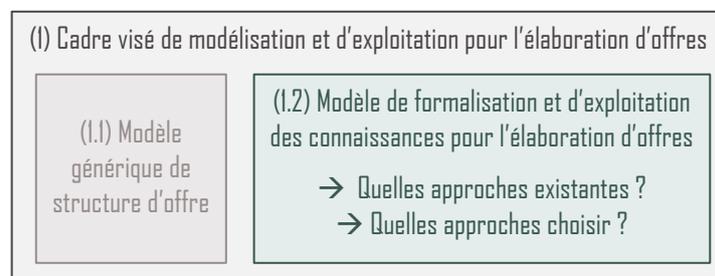


Figure 2.5 – Positionnement de la section 2.3 pour l'élaboration d'offres

2.3.1 Modèles et approches de formalisation et d'exploitation de la connaissance

Connaissance générale et connaissance contextuelle

Deux types de connaissance peuvent être distingués : la connaissance générale et la connaissance contextuelle (Codet de Boisse, 2013 ; Vareilles, 2015).

Connaissance générale – La connaissance générale est une connaissance explicite valide pour un grand nombre de situations variées.

32. cf. page 32

Connaissance contextuelle – Les connaissances contextuelles sont non nécessairement explicites et sont spécifiques au contexte dans lequel des événements peuvent se produire au sein d'activités humaines (Brézillon, 2007). Contrairement aux connaissances générales, les connaissances contextuelles sont pertinentes et exploitables uniquement dans des situations spécifiques, ce qui rend ce nombre de situations plus réduit. De plus, ces connaissances sont moins stables dans le temps (Vareilles, 2015).



Dans nos travaux, nous prendrons en compte ces deux types de connaissances complémentaires afin de fournir à l'utilisateur une aide complète pour l'élaboration d'offres. Nous nous plaçons en situation routinière (hypothèse n° 4 du chapitre 1), ce qui a un impact sur ces deux types de connaissances. Dans ce contexte routinier, ou majoritairement routinier, l'entreprise soumissionnaire doit choisir, parmi un ensemble de composants connus, caractérisés et chiffrés, ceux qui correspondent aux besoins du client. On parle alors de configuration (Mittal et al., 1989). La connaissance générale correspond donc dans notre cas à la connaissance utilisée pour configurer une offre, c'est-à-dire les règles métiers valables pour la configuration de toutes les offres. De plus, du fait de cette situation routinière, des offres contenant des éléments pertinents ont également pu être élaborées par le passé. Il serait intéressant d'exploiter la connaissance contenue dans ces cas passés, tout en évaluant leurs limites par rapport au contexte de l'offre en cours. Cette connaissance est une connaissance contextuelle, valable uniquement pour certaines offres.

Pour élaborer notre modèle de formalisation et d'exploitation des connaissances pour l'aide à l'élaboration d'offres, le facteur de succès suivant devra donc être pris en compte :

Facteur n° 6

Le système à base de connaissances proposé devra permettre d'exploiter les règles métiers explicites pour l'élaboration d'offres. Il devra également permettre d'exploiter les cas passés, qui peuvent contenir de la connaissance intéressante lors de l'élaboration de nouvelles offres.

L'exploitation des connaissances générales pour l'élaboration d'offres permet de détailler ce facteur de la façon suivante :

Facteur n° 6.1

Le système à base de connaissances proposé devra permettre de formaliser des règles métiers explicites et de les propager sans ordre particulier.

L'exploitation des connaissances contextuelles via les cas passés permet également de détailler le facteur n° 6 :

Facteur n° 6.2

Le système à base de connaissances proposé devra permettre de formaliser et réutiliser tout ou partie d'offres passées, similaires à l'offre en cours d'élaboration.

Modèles et approches pour l'élaboration d'offres

Les problèmes de satisfaction des contraintes (CSP) sont très souvent utilisés dans les problèmes de configuration pour la modélisation et l'exploitation des connaissances (Felfernig et al., 2014). Cette approche permet à la fois de formaliser des règles métiers explicites et de les propager sans ordre particulier. Nous utiliserons donc l'approche par propagation de contraintes pour formaliser et exploiter la connaissance générale liée à l'élaboration d'offres. Le facteur n° 6.1 est ainsi pris en compte.

La réutilisation des cas passés, ou retour d'expérience, permet d'exploiter la connaissance contenue dans les cas de l'entreprise. La connaissance contextuelle sera donc formalisée sous forme de

cas et exploitée par du raisonnement à partir de cas (CBR). En effet, il est délicat de formaliser la connaissance contextuelle sous forme de CSP à cause du contexte changeant de ces connaissances et de la nécessité de mise à jour régulière pour rester valide (Vareilles, 2015). Le facteur n° 6.2 est ainsi également pris en compte.

D'autre part, afin de faciliter l'exploitation des connaissances dans des situations moins routinières et pour faciliter l'actualisation des modèles, il est nécessaire de structurer les connaissances. De façon plus transversale, nous ferons donc aussi appel à des ontologies.

Les sections suivantes sont donc dédiées à chacun des modèles choisis.

2.3.2 Ontologies et taxonomies

Nous choisissons de structurer la connaissance à l'aide d'une taxonomie.

Une ontologie est « une spécification explicite d'une conceptualisation », une conceptualisation étant « une vue simplifiée du monde qui est représentée dans un but donné » (Gruber, 1993)³³. Ainsi, une ontologie permet de représenter « l'ensemble des objets, concepts et autres entités » d'un domaine donné, ainsi que les relations entre ces entités. De cette façon, une ontologie permet de structurer, partager et réutiliser la connaissance d'un domaine.

En général, les ontologies sont organisées en classifications d'éléments, sous forme d'arborescence ou de graphe, dont le principe le plus commun est la généralisation/ spécialisation. Plus un élément est proche de la racine, plus il est général, plus il s'en éloigne, plus il est spécialisé (Coudert, 2014). Ainsi, les concepts de bas niveaux ont les mêmes propriétés que les concepts de haut niveaux dont ils héritent. Plus d'informations sur les ontologies peuvent être trouvées dans (Staab et al., 2009).

Deux types d'ontologies peuvent être distinguées : avec expression de règles, ou sans expression de règles (taxonomie). Nous choisissons de formaliser les règles à l'aide d'un CSP, et utiliserons donc simplement une taxonomie.

Définition n° 7 : Concept - Taxonomie

Un concept est une entité d'un domaine.

Une taxonomie est une ontologie structurée de concepts sans règles.

2.3.3 Formalisation des règles métier et raisonnement

La formalisation des règles métier et le raisonnement sur celles-ci se fera à l'aide de problèmes de satisfaction de contraintes (*Constraint Satisfaction Problems*, CSP). Les premiers CSP ont été définis par Montanari (1974).

Définition n° 8 : Problème de satisfaction de contraintes

Un CSP peut être défini comme un triplet $(\mathcal{V}, \mathcal{D}, \mathcal{C})$ où :

- \mathcal{V} est un ensemble de variables,
- \mathcal{D} est l'ensemble des domaines de définition des variables \mathcal{V} ,
- \mathcal{C} est un ensemble de contraintes liant ces variables.

Une solution d'un CSP est une instantiation de toutes les variables respectant toutes les contraintes.

Variables et domaines de définition

Les variables \mathcal{V} peuvent être symboliques ou numériques, discrètes ou continues (figure 2.6).

33. [traduction libre] voir citation originale 2.v p. 58

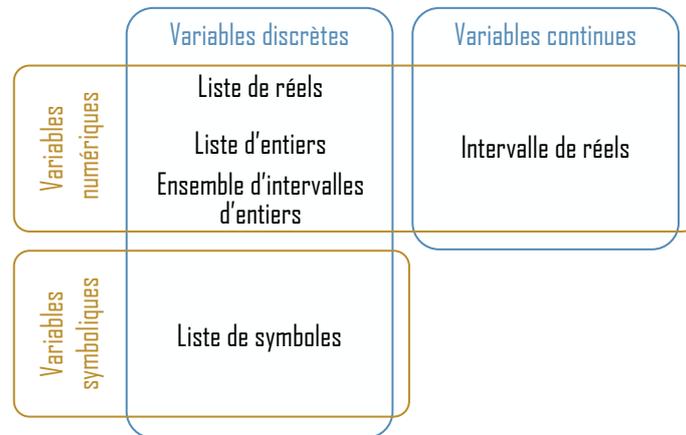


Figure 2.6 – Classification des variables d'un CSP, adapté de Vareilles (2005)

Variables symboliques Les variables symboliques ont pour domaine de définition une liste de symboles. Ce sont donc des variables discrètes, puisqu'ayant un domaine de définition fini.

Exemple

Couleur du vélo = [jaune, vert, bleu]

Variables numériques Les variables numériques peuvent être discrètes (ayant un domaine de définition fini ou un ensemble d'intervalles discontinues), ou continues.

Exemple

Diamètre des roues = [12, 29] pouces

Contraintes

Dans un CSP, les contraintes de compatibilité et les contraintes d'activation peuvent être distinguées.

Contraintes de compatibilité Les contraintes de compatibilité définissent les combinaisons de valeurs possibles entre plusieurs variables. Elles peuvent être formalisées sous forme de tables ou de fonctions mathématiques.

Exemple de contrainte de compatibilité sous forme de table

Le service marketing indique que seuls les vélos dont le diamètre des roues est inférieur à 20 pouces sont disponibles en jaune, et seuls les vélos dont le diamètre des roues est supérieur à 20 pouces sont disponibles en vert. Les vélos bleus sont disponibles dans toutes les tailles. La table 2.2 illustre ces contraintes.

Table 2.2 – Exemple de contrainte de compatibilité sous forme de table

Couleur du vélo	Diamètre des roues
jaune	[12, 19]
vert	[20, 29]
bleu	[12, 29]

Exemple de contrainte de compatibilité sous forme de fonction mathématique

$e = mc^2$

Contraintes d'activation Les CSP conditionnels sont caractérisés par la possibilité d'activer des variables via des contraintes d'activation (caractère optionnel de certains éléments). Ainsi, dans un CSP conditionnel, la taille du problème change : le nombre de variables et contraintes à respecter varie en fonction des choix effectués par l'utilisateur.

Exemple de contrainte d'activation

Soit la variable Client connu = [oui, non] et la variable Confiance client = [1, 2, 3] où 1 est une note de confiance basse et 3 une confiance élevée. La variable Confiance client est inactive. Si Client connu = oui, alors la variable Confiance client est activée.

Les règles métiers seront donc formalisées à l'aide d'un problème de satisfaction de contraintes.

Les CSP appliqués aux produits et processus de réalisation associé

Dans la littérature, la configuration de produits et des processus de réalisation associés a largement été étudiée (Mittal et al., 1989; Pitiot et al., 2013; Schierholt, 2001; Zhang et al., 2013). Les variables \mathcal{V} sont alors :

- pour la partie produit* – des descripteurs des composants (comme la puissance d'un moteur), des quantités de composant (un nombre de moteur par exemple), ou des indicateurs de performance (comme un prix),
- pour la partie processus de réalisation* – des descripteurs des activités (comme des ressources), ou des indicateurs de performance (comme des durées).

Aldanondo et al. (2008) proposent également de configurer les exigences du client. Certaines variables sont alors des descripteurs des exigences client. Ainsi, trois types de variables peuvent être distinguées :

1. celles caractérisant les exigences,
2. celles caractérisant le produit,
3. et celles caractérisant le processus de réalisation.

La figure 2.7 illustre ce problème de satisfaction de contraintes pour la configuration des exigences / produit / processus de réalisation. Deux types de contraintes peuvent être distinguées :

1. les contraintes internes à une entité (exigences/produit/processus), qui lient des variables au sein de la même entité exigences/produit/processus (en **bleu** sur la figure 2.7),
2. les contraintes externes, liant des variables caractérisant des entités différentes (en **jaune** sur la figure 2.7).

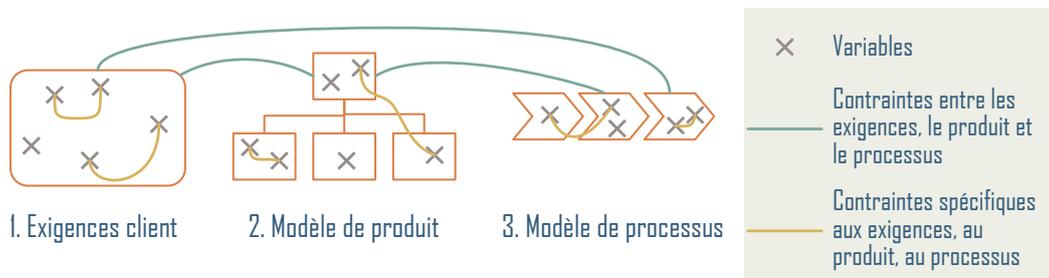


Figure 2.7 – Problème de satisfaction de contraintes appliqué à la configuration d'offres produit

Les CSP appliqués aux services et PSS

La configuration de services a moins été étudiée que la configuration de produits. « Les résultats de la personnalisation de masse pour les produits peuvent ne pas être directement applicables aux services, à cause des caractéristiques IHIP et de l'aspect processus du service » (Tiihonen et al., 2014)³⁴. Cependant, l'intérêt de la configuration de services est le même que pour la configuration de produits : trouver l'équilibre entre la personnalisation pour répondre aux besoins variés des clients, et les bénéfices de la standardisation (Felfernig et al., 2014). Gérer à la fois personnalisation et standardisation pour les entreprises de service est donc réellement un défi (Løkkegaard et al., 2016). À notre connaissance, peu de travaux concernent l'application de CSP à la configuration de services ou de PSS.

CSP et raisonnement

Des techniques de filtrage ou résolution permettent de raisonner sur les CSP. Ainsi, lorsqu'un choix est effectué sur une variable (choix d'une unique valeur ou restriction du domaine de définition), les contraintes dans lesquelles cette variable est présente sont propagées vers les autres variables, ce qui peut induire une réduction des domaines de définition de ces variables. Dans le cas de contraintes d'activation, de nouvelles variables peuvent être activées. Dans le cas de contraintes de compatibilité, les domaines de définition d'autres variables sont réduits.

Couplage des CSP avec des taxonomies

Les problèmes de satisfaction de contraintes peuvent être couplés avec des ontologies, et plus précisément des taxonomies, afin de faciliter la réutilisation des connaissances et l'actualisation des modèles (Vareilles, 2015). À chaque concept est associé de la connaissances formalisée sous forme de CSP.



Dans nos travaux, nous formaliserons donc la connaissance explicitable de l'entreprise sous forme de problème de satisfaction de contraintes. Cette approche sera couplée avec une taxonomie. Pour utiliser une telle approche, nous devons donc identifier les variables descriptives du problème, leurs domaines de définitions, ainsi que les contraintes liant ces variables. Les variables, domaines de définition et contraintes portent donc la connaissance des concepts identifiés dans la taxonomie.

2.3.4 Formalisation et réutilisation des cas passés

Afin de formaliser et réutiliser la connaissance contenue dans les cas passés, nous utiliserons une approche de type retour d'expériences.

Les outils les plus utilisés pour faire du retour d'expérience sont le raisonnement à partir de cas (*Case-based reasoning* – CBR), et le Data Mining. Le Data Mining nécessite un volume important de données, et permet de mettre en évidence des corrélations non identifiées entre certains types de données. Dans le cadre de nos travaux, ces conditions ne sont pas réunies. En effet, nous sommes dans une première phase de formalisation des connaissances métiers auprès des experts, et ne disposons donc pas de grandes quantités de données. Nous utiliserons donc une approche de type CBR.

Raisonnement à partir de cas

Dans nos travaux, nous formalisons la connaissance contextuelle sous forme de bases de cas exploitables à l'aide de techniques de raisonnement à partir de cas, tel que défini dans les travaux de Kolodner (1993). Les raisonnements à partir de cas exploitent des connaissances contextuelles regroupées dans des instances du problème appelées « cas ».

34. [traduction libre] voir citation originale 2.w p. 58

Définition n° 9 : Cas

Chaque cas \mathcal{C} est décrit par un ensemble de variables valuées \mathcal{V} dont on a préalablement fixé le domaine de définition \mathcal{D}_v (Kolodner, 1993). L'ensemble des variables d'un cas permet de décrire le problème rencontré et la solution proposée. Lorsqu'un cas est stocké en base de données, chacune de ses variables doit être renseignée et évaluée à une valeur unique.



Dans le cadre de nos travaux, les variables utilisées devront être cohérentes avec celles utilisées pour le CSP. Ces variables décriront les paramètres descriptifs des différentes parties de l'offre (Codet de Boisse, 2013).

Définition n° 10 : Similarité

Une mesure de distance permet de classer les différents cas de la base (cas source) par rapport à leur similitude avec le problème soumis (cas cible) (Kolodner, 1993). Cette mesure de distance est appelée similarité.

Deux types de mesures de similarité doivent être exploitées :

Mesure de similarité locale sim_v – Cette similarité est liée aux valeurs v des variables \mathcal{V} (Bergmann, 2002). Elle définit la similitude entre les valeurs des domaines \mathcal{D}_v des variables prises deux à deux. Cette mesure de similarité est soit booléenne (0 si différent et 1 si semblable), soit une formule mathématique, soit une matrice carrée dont les coefficients $\in [0, 1]$.

Mesure de similarité globale sim_g – Cette similarité, liée aux cas \mathcal{C} , agrège les similarités locales sim_v afin de déterminer la similarité globale entre deux cas. Elle est exprimée sous forme de formule mathématique indiquant comment considérer les similarités locales.

Exemple de mesure de similarité locale sous forme de matrice

La table 2.3 illustre un exemple de mesure de similarité. D'après l'expert, les couleurs *bleu* et *vert* sont assez similaires, par contre la couleur *jaune* est très différente.

Table 2.3 – Exemple de mesure de similarité locale sous forme de matrice

Couleur du vélo	jaune	vert	bleu
jaune	1	0	0
vert	0	1	0.5
bleu	0	0.5	1

Il existe deux types d'utilisation pour le raisonnement à partir de cas : (1) l'interprétation et (2) la résolution de problèmes (Marling et al., 2002). L'interprétation implique l'utilisation de cas passés, généralement appelés précédents, pour créer une analyse et une justification de l'interprétation d'un nouveau cas. La résolution de problèmes implique l'adaptation d'une solution à un problème passé, généralement une conception ou une planification, pour répondre aux exigences de la nouvelle situation. Nous nous intéressons plus particulièrement au deuxième cas, la résolution de problèmes.

La figure 2.8 page suivante illustre le cycle de raisonnement à partir de cas. Lorsqu'un nouveau cas doit être élaboré, l'outil recherche dans la base de connaissance des cas similaires. La connaissance contenue dans le cas retrouvé permet d'élaborer un nouveau cas. Ce cas est testé et corrigé, puis vient alimenter la base de cas.

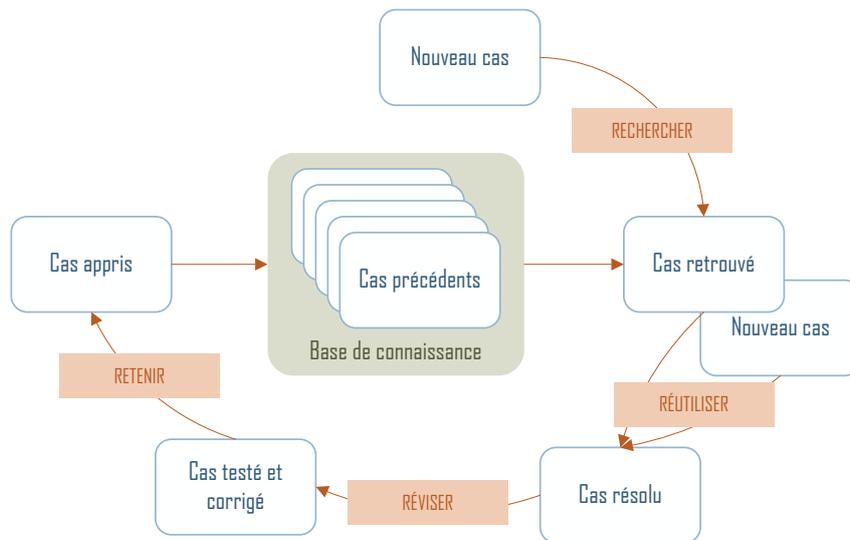


Figure 2.8 – Cycle du CBR, traduit et adapté de Aamodt et al. (1994), avec la permission d'IOS Press

Cette méthode de raisonnement à partir de cas est particulièrement pertinente pour exploiter la connaissance contenue dans les offres passées. En effet, lors de l'élaboration d'une nouvelle offre, il est rare que l'entreprise soumissionnaire parte de zéro. Elle peut avoir, par le passé, élaboré des offres semblables à la nouvelle offre à élaborer. Dans nos travaux, nous utiliserons donc le CBR pour faire des recommandations à l'utilisateur lors de l'élaboration d'offres, c'est-à-dire que nous proposerons des cas similaires à l'utilisateur, qui pourra les adapter pour élaborer l'offre en cours.

Couplage du CBR avec un autre paradigme

Marling et al. (2002) étudient les approches et techniques de couplage du CBR avec d'autres modalités de raisonnement et paradigmes informatiques : le raisonnement à partir de règles (*Rule-based reasoning* – RBR), les CSP, et d'autres techniques telles que le raisonnement à partir de modèle (*Model-based reasoning* – MBR), les algorithmes génétiques, ou *information retrieval*.

Comme dans les travaux de Vareilles (2015), nous proposons d'exploiter conjointement les connaissances générales et les connaissances contextuelles, formalisées et exploitées respectivement par un CSP et du CBR, et structurées par une taxonomie.

2.3.5 Synthèse intermédiaire

Dans cette section, nous avons présenté les approches qui seront utilisés pour construire un système à base de connaissances (KBS) pour assister l'élaboration d'offres.

Ainsi, nous avons choisi d'utiliser une taxonomie pour structurer les concepts qui portent la connaissance. Les lois physiques et règles métier explicites sont formalisées sous la forme d'un problème de satisfaction de contraintes. Les contraintes sont portées par les concepts de la taxonomie. Une base de cas contenant les cas passés permet d'extraire une partie de la connaissance implicite portée par le retour d'expérience.

2.4 Synthèse du chapitre 2

Suite à la détection d'un appel d'offres, les entreprises qui décident de répondre élaborent des offres commerciales qui satisfont les exigences client au plus juste et au meilleur coût pour essayer

de gagner le contrat. Nous proposons d'outiller ces entreprises soumissionnaires pour les aider à élaborer des telles offres. Le système d'aide à la décision proposé devra comporter un modèle intégré d'offre, c'est à dire un modèle générique d'offre ainsi que des approches permettant de formaliser et exploiter la connaissance. Après une introduction à la gestion des connaissances (section 2.1), nous nous intéressons donc aux travaux issus de la littérature qui pourraient nous aider à construire un modèle générique d'offre (section 2.2).

L'essor des services et des systèmes produit-service au cours des dernières années nous fait considérer de telles offres dans notre modèle. De nombreux travaux ont été menés et nous font considérer principalement produits, services et PSS comme des solutions pouvant être décomposées en éléments tangibles (pour les produits), intangibles (pour les services) ou les deux (pour les PSS). D'autre part, si des modèles ont été proposés pour la conception de produits, de services ou de PSS, aucun modèle générique conceptuel n'a été proposé. De plus, l'aspect processus de réalisation doit également être pris en compte afin de proposer une date de livraison pertinente, d'identifier les coûts liés aux activités et d'anticiper les risques pouvant survenir lors de la réalisation de l'affaire. Nous choisirons une modélisation assez simple, c'est-à-dire une décomposition en activités avec des ressources associées. D'autre part, des indicateurs tels que le coût, le délai ou la confiance permettront de comparer et d'évaluer les offres. Enfin, nous avons vu que d'autres éléments, tels que le contexte, et notamment le client, ou encore les besoins doivent être pris en compte.

La section 2.3 est consacrée à la formalisation et l'exploitation des connaissances. Nous souhaitons prendre en compte dans nos travaux deux types de connaissance : la connaissance générale et la connaissance contextuelle. La connaissance générale sera formalisée sous forme de problème de satisfaction de contraintes (CSP), tandis que la connaissance contextuelle sera formalisée sous forme de cas et exploitée grâce à du raisonnement à partir de cas (CBR). Enfin, la combinaison de ces deux approches laisse la main à l'utilisateur, qui est assisté dans ses choix mais l'outil ne décide pas à sa place. Dans les deux cas, la connaissance sera structurée sous forme d'une taxonomie.

Le chapitre suivant est dédié à la synthèse et l'application de tous ces éléments afin de proposer un cadre de modélisation et d'exploitation des connaissances pour l'aide à l'élaboration d'offres.

Citations originales du chapitre 2

Concernant la gestion des connaissances

(2.a) *In an economy where the only certainty is uncertainty, the one sure source of lasting competitive advantage is knowledge.* (Nonaka, 1991) cité p. 30

(2.b) *Data is a set of discrete, objective facts about events.* (Davenport et al., 1998) cité p. 30

(2.c) *Think of information as data that make a difference. Unlike data, information has meaning.* (Davenport et al., 1998) cité p. 31

(2.d) *Knowledge derives from minds at work.* (Davenport et al., 1998) cité p. 31

(2.e) *Designing is defined as the transformation of information from the condition of needs, demands, requirements and constraints (including the demanded functions) into the description of a structure which is capable of fulfilling these demands.* (Hubka et al., 1996) cité p. 31

(2.f) *additional knowledge about how to achieve goals.* (Schreiber et al., 1994b, p. 34) cité p. 32

Concernant les services

(2.g) *Over the past three decades, services have become the largest part of most industrialized nations' economies.* (Spohrer et al., 2007, p. 71) cité p. 36

- (2.h) *A service is a process consisting of a series of more or less intangible activities that normally, but not necessarily always, take place in interactions between the customer and service employees and/or physical resources or goods and/or systems of the service provider, which are provided as solutions to customer problems* (Grönroos, 2015, p. 48) cité p. 36
- (2.i) *services are performances, rather than objects* (Zeithaml et al., 1985, p. 33) cité p. 36
- (2.j) *(...) with service typically consisting of a combination of physical and non-physical elements integrated into various customer-specific configuration* (Carlborg et al., 2014) cité p. 38
- (2.k) *From the service organizations perspective, designing a service means defining an appropriate mix of physical and non-physical components. (...) Service components are often not physical entities, but rather are a combination of processes, people skills, and materials.* (Goldstein et al., 2002) cité p. 38

Concernant les PSS

- (2.l) *Industrial production is evolving towards models that more adequately address an epochal shift from mass consumption to individual behaviours and highly personalised needs. Such an evolution is often facilitated by rethinking the industrial offering, from the production of goods to the provision of systemic solutions consisting of products and services* (Morelli, 2006) .. cité p. 40
- (2.m) *We have to find ways to increase the perceived value of all transactions without increasing the environmental load of products involved. The solution could be to dematerialise economy. One strategy for this seems a shift from an economy based on production and consumption of physical products to a services-based economy.* (Goedkoop et al., 1999) cité p. 40
- (2.n) *The best companies of the future will be those who find ways of developing services to create and keep customers and thereby sustain a competitive advantage.* (Vandermerwe et al., 1988) cité p. 40
- (2.o) *A Product Service system (PS system) is a marketable set of products and services capable of jointly fulfilling a user's need. The PS system is provided by either a single company or by an alliance of companies. It can enclose products (or just one) plus additional services. It can enclose a service plus an additional product. And product and service can be equally important for the function fulfilment.* (Goedkoop et al., 1999) cité p. 40
- (2.p) *A PSS should be defined as a system of products, services, supporting networks and infrastructure that is designed to be : competitive, satisfy customer needs and have a lower environmental impact than traditional business models* (Mont, 2002) cité p. 40
- (2.q) *Product/service-systems (PSS) are innovation strategies where instead of focusing on the value of selling physical products, one focuses on the value of the utility of products and services throughout the product's life period.* (Tan et al., 2007) cité p. 41
- (2.r) *Les systèmes produits-services soulignent bien le fait qu'il ne faut plus penser uniquement produit physique mais bien fonction, utilisation, résultat réalisés par l'intermédiaire d'un système global.* (Maussang-Detaille, 2008) cité p. 41
- (2.s) *PSS consists of a mix of tangible products and intangible services designed and combined so that they jointly are capable of fulfilling final customer needs.* (Tukker et al., 2006) cité p. 41

Concernant les exigences et autres éléments de l'offre

- (2.t) *Il est tout d'abord essentiel d'identifier les besoins du client. Ces besoins se traduisent la plupart du temps en utilisation, résultat ou fonction. Pour satisfaire ces besoins, le concepteur peut alors envisager différentes solutions basées sur des produits, des services ou bien un système produits-services. Le concepteur ne doit pas se limiter à des solutions orientées produit.* (Maussang-Detaille, 2008) cité p. 43

(2.u) *The primary goal of the BPMN effort was to provide a notation that is readily understandable by all business users, from the business analysts who create the initial drafts of the processes, to the technical developers responsible for implementing the technology that will perform those processes, and, finally, to the business people who will manage and monitor those processes.* (White, 2004, p. 1) cité p. 45

Concernant les approches à base de connaissances

(2.v) *A body of formally represented knowledge is based on a conceptualization : the objects, concepts, and other entities that are presumed to exist in some area of interest and the relationships that hold among them. A conceptualization is an abstract, simplified view of the world that we wish to represent for some purpose. (...) An ontology is an explicit specification of a conceptualization.* (Gruber, 1993, p. 199) cité p. 50

(2.w) *Due to the IHIP characteristics and process nature of services, the results of mass customization of goods may not be directly applicable.* (Tiihonen et al., 2014, p. 251) cité p. 53

3

Proposition d'un cadre centré connaissances pour l'élaboration d'offres

3.1	Modèle de Système Produit Υ Service	61
3.1.1	Définition du terme $P\Upsilon SS$	61
3.1.2	Typologie de $P\Upsilon SS$	62
3.1.3	Modèle de $P\Upsilon SS$	64
3.1.4	Synthèse intermédiaire	65
3.2	Modèle générique de structure d'offre	65
3.2.1	Contexte	66
3.2.2	Exigences	67
3.2.3	Solution technique : le système produit Υ service	69
3.2.4	Processus de réalisation	69
3.2.5	Indicateurs d'évaluation des offres	72
3.2.6	Synthèse intermédiaire	73
3.3	Exemples d'instanciations de la solution technique et du processus de réalisation	74
3.3.1	Du produit au $P\Upsilon SS_{DP}^M$	74
3.3.2	Du service au $P\Upsilon SS_{TS}^M$	77
3.3.3	Synthèse intermédiaire	82
3.4	Modèle d'exploitation des connaissances	82
3.4.1	Structuration de la connaissance à l'aide d'une taxonomie	82
3.4.2	Expression des règles métiers sous forme d'un CSP	83
3.4.3	Exploitation de la connaissance contextuelle à l'aide de CBR	87
3.4.4	Synthèse intermédiaire	87
3.5	Synthèse du chapitre 3	87
	Citations originales du chapitre 3	89

Lors d'une réponse à appel d'offres, les entreprises soumissionnaires ont peu de temps pour élaborer des offres pertinentes et concurrentielles. Au travers de cette thèse, notre objectif est d'aider ces entreprises à maîtriser le processus d'élaboration d'offres pour leur permettre de proposer plus rapidement des offres pertinentes, attractives et faisables.

La deuxième partie de ce mémoire est consacrée à la question de recherche suivante : « Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre ? » (axe de recherche n° 1). Nous avons vu

dans le chapitre 1 que les offres peuvent porter sur des produits, des services ou des systèmes produit-service (PSS). Le modèle proposé devra donc permettre de modéliser l'ensemble de ces possibilités (facteur 4 page 16). Dans le chapitre 2, nous avons vu que de nombreux modèles existent, que ce soit pour la conception de produits, de services, ou de PSS. Cependant, cette revue de littérature a mis en évidence l'absence de modèle générique capable de modéliser toutes les combinaisons de systèmes produits et/ou services. Nous proposons donc dans ce chapitre un tel modèle (section 3.1).

De plus, nous avons également vu dans le chapitre 1 qu'il est nécessaire de modéliser la solution technique objet de l'appel d'offres, mais également le processus de réalisation permettant de fournir une telle solution au client (facteur 2 page 15). Nous avons donc dans le chapitre 2 mené un état de l'art sur la modélisation de processus. Nous avons conclu sur la nécessité de pouvoir modéliser un ensemble d'activités, sur lesquelles interviennent des ressources et sur lesquelles peuvent survenir des risques. Un modèle générique de structure d'offre intégrant le processus de réalisation est donc proposé dans la section 3.2. Il répond à l'axe de recherche 1.1 « Quels sont les éléments nécessaires à l'élaboration d'une offre ? » et correspond à la première partie du cadre de modélisation et d'exploitation de notre première contribution (encadré (1) de la figure 3.1).

D'autre part, nous proposons de formaliser les règles métier nécessaires à l'élaboration d'offres : axe de recherche 1.2 « Comment formaliser et exploiter la connaissance liée aux éléments précédents ? » Dans le chapitre 2, après avoir mené une revue de littérature sur les approches de formalisation et d'exploitation des connaissances existantes, nous avons conclu sur le choix de combiner trois approches de formalisation et exploitation des connaissances :

1. la connaissance sera structurée à l'aide d'une taxonomie¹,
2. les règles métier explicites seront formalisées et exploitées sous la forme d'un problème de satisfaction de contraintes²,
3. la connaissance contenue dans les cas passés sera exploitée à l'aide d'une approche de raisonnement à partir de cas³.

Un modèle d'exploitation du modèle proposé dans la section 3.2 intégrant ces trois approches de formalisation des connaissances est donc détaillé dans la section 3.4. Ce modèle d'exploitation répond à l'axe de recherche n° 2 « Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ? » et correspond à la deuxième partie du cadre de modélisation et d'exploitation de notre première contribution (encadré (2) de la figure 3.1).

Ensuite, nous proposons d'instancier une partie du modèle proposé sur plusieurs exemples d'offres, allant du pur produit au pur service en explorant plusieurs combinaisons de PSS (section 3.3). Enfin, la section 3.5 fait une synthèse des apports de ce chapitre.

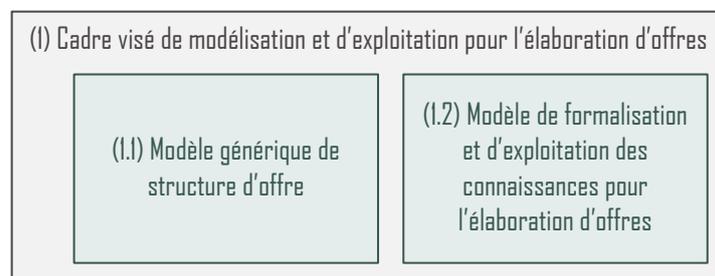


Figure 3.1 – Rappel de la structure du cadre de modélisation et d'exploitation proposé

1. cf. section 2.3.2 page 50
2. cf. section 2.3.3 page 50
3. cf. section 2.3.4 page 53

3.1 Modèle de Système Produit Υ Service

Une offre peut concerner des produits, des services, mais aussi des systèmes produit-service (PSS). Dans le chapitre 2, après un état de l'art sur la modélisation de produits, services et PSS, nous avons conclu qu'aucun modèle existant n'est assez générique pour modéliser toute la diversité des offres. Nous proposons donc dans cette section un tel modèle.

3.1.1 Définition du terme $P\Upsilon SS$

Au terme de notre état de l'art, plusieurs dénominations sont utilisées à propos des solutions techniques sur lesquelles portent les offres : produits, services, systèmes produit service. Notre objectif étant de modéliser toute la diversité de ces solutions techniques, nous introduisons ici deux termes que nous utiliserons dans la suite de nos travaux.

Tout d'abord, nous définissons le terme « artefact ». Nous utilisons la définition d'artefact de Hilpinen (2004), utilisée dans les travaux de Crilly (2010) pour parler indifféremment de produits ou de services : « un artefact peut être défini comme un objet fabriqué ou produit intentionnellement dans un certain but » (Hilpinen, 2004)⁴. Ce terme fait le plus souvent référence à des objets fabriqués à la main qui représentent une culture particulière (Hilpinen, 2004), c'est-à-dire des produits. Cependant, les services étant également des produits issus de l'activité humaine, nous considérons qu'ils sont aussi des artefacts. D'autre part, pour garder la distinction produit *vs* service indispensable due à la différence des deux concepts, nous nous basons sur la caractéristique d'intangibilité proposée par Shostack (1977)⁵. Nous posons donc les définitions d'artefact tangible et d'artefact intangible.

Définition n° 11 : Artefact tangible – Artefact intangible

Le terme artefact désigne un résultat issu de l'activité humaine. Nous distinguons les artefacts tangibles (produits et composants tangibles d'un produit) des artefacts intangibles (services et composants intangibles d'un service).

Ces définitions étant posées, nous introduisons ici le terme de système produit Υ service ($P\Upsilon SS$), permettant de prendre en compte toute la diversité des offres.

Définition n° 12 : Système produit Υ service ($P\Upsilon SS$)

Un système produit Υ service (*Product Υ Service System* – $P\Upsilon SS$) est composé d'un ensemble d'artefacts tangibles et intangibles. Nous utilisons l'opérateur logique Υ qui est un *ou inclusif* pour signifier que le $P\Upsilon SS$ peut être composé indifféremment de produits et/ou de services.

Un système produit Υ service est donc composé de 0 à plusieurs produits et 0 à plusieurs services. Ainsi, un système produit Υ service peut être un produit, un service, ou bien un PSS, quel que soit son type. La table 3.1 détaille le nombre d'artefacts tangibles et intangibles en fonction du type de $P\Upsilon SS$.

Table 3.1 – Nombre de produits et services en fonction du type de $P\Upsilon SS$

Type de $P\Upsilon SS$	Nombre d'artefacts tangibles	Nombre d'artefacts intangibles
Produit	[1 .. *]	0
Service	0	[1 .. *]
PSS	[1 .. *]	[1 .. *]

4. [traduction libre] voir citation originale 3.a p. 89

5. Définition introduite dans la section 2.2.2 puis plus en détails en annexe B page 195.

3.1.2 Typologie de P γ SS

Afin de montrer l'étendue des formes que peut prendre un P γ SS, et d'illustrer nos propositions, nous proposons une typologie de P γ SS, prenant en compte les deux critères suivants :

- (1) la proportion d'artefacts tangibles dans le P γ SS,
- (2) le poids du coût de la solution technique dans le coût total du P γ SS. Ainsi, nous considérons deux types de coûts :
 - $Coût_{TS}$ le coût de la solution technique (*technical solution* – TS), correspondant au coût des matières premières et des composants tangibles. En effet, nous considérons que les composants intangibles n'ont pas de coût propre. Les coûts des services sont portés par la partie processus, car ce sont des coûts liés à l'utilisation de ressources.
 - $Coût_{DP}$ le coût du processus de réalisation (*delivery process* – DP), correspondant au coût de l'ensemble des activités et ressources nécessaires à l'élaboration et la livraison de la solution technique.

Nous proposons donc la typologie illustrée figure 3.2, dans laquelle nous utilisons la notation :

$$P\gamma SS_{indice}^{exposant}$$

- où *exposant* correspond à la proportion de tangibilité du P γ SS, avec
 - *T* pour les solutions 100% tangibles (c'est-à-dire les produits),
 - *I* pour les solutions 100% intangibles (c'est-à-dire les services),
 - *M* pour les solutions mixtes tangibles-intangibles (c'est-à-dire les PSS).
- *indice* correspond au principal poste de coût lié au P γ SS, avec
 - *TS* si le coût de la solution technique (*technical solution*) est plus élevé que le coût du processus de réalisation (équation 1),

$$Coût_{DP} \leq Coût_{TS} \tag{1}$$

- *DP* si le coût du processus de réalisation (*delivery process*) est plus élevé que le coût de la solution technique (équation 2).

$$Coût_{DP} \geq Coût_{TS} \tag{2}$$

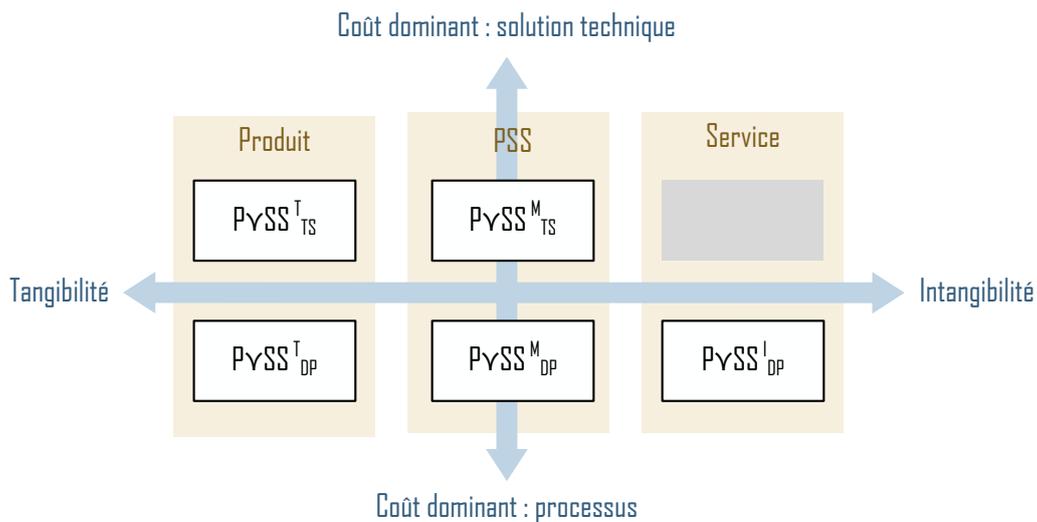


Figure 3.2 – Typologie de P γ SS

L'axe vertical *Coût dominant* permet à l'entreprise soumissionnaire d'identifier le principal poste de coût, pour pouvoir éventuellement diminuer celui-ci : modification d'un composant dans le cas d'un coût porté par la solution technique, ou modification du processus de réalisation (affectation d'une ressource moins chère par exemple), dans le cas d'un coût porté principalement par le processus de réalisation. L'axe horizontal permet d'identifier la tangibilité de la solution technique, ce qui permet de classifier des catalogues de solutions, pour éventuellement passer d'offres produit à des offres PSS.

$P\gamma SS_{TS}^T$ Ce type de P γ SS est composé uniquement d'artefacts tangibles (c'est un produit). Le coût de la solution technique (matières premières, sous-systèmes et composants) est plus élevé que le coût du processus de réalisation associé (ressources et activités pour le produire). Ce type de P γ SS correspond par exemple aux produits en situation routinière, de type *Assemble-to-order* (ATO), où les sous-systèmes composants le produit sont assemblés suite à une commande du client (Argelo et al., 1992).

$P\gamma SS_{DP}^T$ Ce type de P γ SS est là encore composé uniquement d'artefacts tangibles (c'est toujours un produit). Cependant, le coût de la solution technique (matières premières, sous-systèmes et composants) est ici inférieur au coût du processus de réalisation associé (ressources et activités pour le produire). Ce type de P γ SS correspond par exemple aux produits conçus en situation de type *Engineer-to-order* (ETO), où l'ensemble du produit et des sous-systèmes le composant est étudié et fabriqué suite à une commande du client.

Dans les deux cas, il s'agit de produits. Ces deux types de P γ SS diffèrent seulement par l'allocation des coûts. Pour le client, la différence importe peu, puisque la solution proposée est la même. Cependant, cette distinction permet à l'entreprise de distinguer les situations ATO et ETO. En ATO, la confiance dans l'offre est généralement plus élevée car l'entreprise maîtrise son produit.

$P\gamma SS_{TS}^M$ Ce type de P γ SS est composé à la fois d'artefacts tangibles et intangibles (c'est un PSS). Le coût de la solution technique (matières premières, sous-systèmes et composants) est plus élevé que le coût du processus de réalisation associé (ressources et activités pour le produire). Les PSS conçus en ATO font par exemple partie de cette catégorie.

$P\gamma SS_{DP}^M$ Ce type de P γ SS est là encore composé à la fois d'artefacts tangibles et intangibles (c'est un PSS). Cependant, le coût de la solution technique (matières premières, sous-systèmes et composants) est ici inférieur au coût du processus de réalisation associé (ressources et activités pour le produire). Les PSS conçus en ETO font par exemple partie de cette catégorie.

$P\gamma SS_{TS}^I$ Cette notation n'a pas de sens au vu de notre définition car ce type de P γ SS serait composé uniquement d'artefacts intangibles, mais le coût serait porté par ces artefacts composant la solution technique.

Table 3.2 – Typologie de P γ SS

Type de P γ SS	Type de la littérature	Nombre d'artefacts tangibles	Nombre d'artefacts intangibles	Principal poste de coût (coût dominant)
$P\gamma SS_{TS}^T$	Produit	[1 .. *]	0	Solution technique
$P\gamma SS_{DP}^T$	Produit	[1 .. *]	0	Processus de réalisation
$P\gamma SS_{TS}^M$	PSS	[1 .. *]	[1 .. *]	Solution technique
$P\gamma SS_{DP}^M$	PSS	[1 .. *]	[1 .. *]	Processus de réalisation
$P\gamma SS_{TS}^I$	Service	0	[1 .. *]	Solution technique Non applicable
$P\gamma SS_{DP}^I$	Service	0	[1 .. *]	Processus de réalisation

$P\gamma SS_{DP}^I$ Ce type de P γ SS est composé entièrement d'artefacts intangibles (c'est un service). Son coût repose uniquement sur le processus de réalisation (ressources et activités pour le réaliser).

La table 3.2 synthétise les principales caractéristiques des types de P γ SS proposés.

Des exemples de chacun des P γ SS sont illustrés dans la section 3.3.

3.1.3 Modèle de P γ SS

Cette section est consacrée à la modélisation de systèmes produit γ service. Ce modèle est donc suffisamment générique pour s'appliquer aux produits ou aux services, ainsi qu'à toutes les déclinaisons entre ces deux systèmes, c'est-à-dire les systèmes produit-service (PSS).

La figure 3.3 illustre le modèle choisi pour formaliser la connaissance liée aux P γ SS. Un P γ SS est un ensemble d'artefacts, qui peuvent être tangibles (produits) ou intangibles (services). Conformément aux conclusions que nous avons tirées de l'état de l'art, un artefact peut être décomposé sur plusieurs niveaux : un artefact de haut niveau peut être décomposé en sous-artefacts de plus bas niveau. La tangibilité de l'artefact de haut niveau n'a aucune incidence sur la tangibilité ou l'intangibilité des artefacts de bas niveaux : la nomenclature est ainsi complètement mixte.

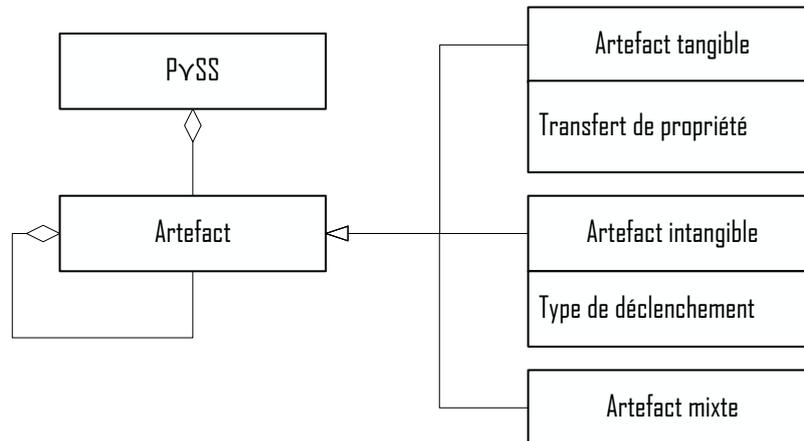


Figure 3.3 – Modèle de P γ SS

Cas des artefacts tangibles

Un artefact tangible a des caractéristiques liées à sa tangibilité, comme son poids par exemple. D'autre part, pour tous ces artefacts tangibles, la question du transfert de propriété⁶ se pose. Dans le cas de la vente de produits, il y a bien transfert de propriété, alors que dans le cas d'une location, il n'y a pas de transfert de propriété. Cette caractéristique est donc particulièrement utile pour distinguer les offres de vente des offres de location (PSS de type *Services orientés usage* dans la typologie proposée par Tukker (2004)⁷).

Cas des artefacts intangibles

Un artefact intangible a des caractéristiques liées à la définition « processus » du service⁸. Par exemple, des ressources ou liens de précedence peuvent être nécessaires pour caractériser le service. C'est pourquoi nous considérons le processus de réalisation à part entière en parallèle

6. cf. définition page 37

7. cf. définition page 41

8. cf. définition page 36

de la définition de la solution technique (section 3.2.4). D'autre part, il nous semble important d'identifier le « type de déclenchement » de l'artefact intangible. Cette caractéristique est particulièrement utile dans le cas de la maintenance par exemple. Trois types de déclenchement peuvent être distingués :

Toujours – le composant de service est toujours présent. *Par exemple, pour un P γ SS Formation, les composants de service Cours en amphithéâtre et Travaux dirigés sont toujours présents.*

Sur déclenchement événementiel – le composant de service sera déclenché à la condition d'un événement, voire à une alternative entre deux conditions, pendant une période de temps donnée. *Par exemple, pour un P γ SS Vente d'une voiture avec assurance, le composant de service Maintenance liée à l'assurance n'est valable que pendant une période donnée (5 ans) ou quand X km sont atteints.*

Récurrent – le composant de service sera déclenché de manière récurrente, mais également à une certaine condition, pendant une période de temps donnée. *Par exemple, pour un P γ SS Vente d'une voiture avec entretien annuel, le composant de service Entretien annuel est déclenché une fois par an pendant une période donnée, par exemple 5 ans.*

Dans les cas *Sur déclenchement événementiel* et *Récurrent*, il faudra également identifier combien de fois le composant de service sera déclenché.

3.1.4 Synthèse intermédiaire

Dans cette section, nous avons introduit un nouveau terme : le système produit γ service (P γ SS). Nous proposons une typologie complémentaire à celle proposée par Tukker (2004), prenant en compte la proportion d'artefacts tangibles et intangibles dans la solution technique, ainsi que la répartition des coûts de l'offre entre la solution technique et le processus de réalisation. Avec un tel modèle générique, la différence entre produits, services et PSS n'importe plus. La solution technique est décomposée en artefacts, qui peuvent eux-mêmes être décomposés en d'autres artefacts, qu'ils soient tangibles ou intangibles. Ce choix de modélisation prend bien en compte l'ensemble des facteurs identifiés dans le chapitre précédent page 47 :

Concernant les produits – Ils peuvent être décomposés en composants tangibles, appelés *artefacts tangibles*, sur plusieurs niveaux (facteur n° 4.1). Il est également possible d'identifier pour un artefact tangible s'il y a un transfert de propriété ou non (facteur n° 4.7).

Concernant les services – Ils peuvent être décomposés en composants intangibles, appelés *artefacts intangibles*, sur plusieurs niveaux (facteur n° 4.3).

Concernant les PSS – Ils peuvent être décomposés en composants tangibles et intangibles, appelés *artefacts*, sur plusieurs niveaux (facteur n° 4.6).

De plus, quel que soit le type d'artefact (tangible ou intangible), des paramètres descriptifs permettent de décrire les artefacts à tous les niveaux de la nomenclature (facteur n° 4.2).

Comme mentionné ci-dessus, la modélisation du processus de réalisation ne peut pas être décorrélée de celle de la solution technique. Les deux parties de l'offre sont étroitement liées et doivent être conçues en même temps. Un P γ SS est donc défini en même temps que le processus de réalisation associé. Le lien entre P γ SS et processus de réalisation est détaillé dans la section suivante.

3.2 Modèle générique de structure d'offre

Cette section est consacrée à la modélisation complète d'une offre, c'est-à-dire que le modèle de système produit γ service proposé dans la section précédente est inclus dans un modèle plus large qui intègre les spécificités liées à une offre. Ce modèle est une contribution qui vient en réponse à l'axe de recherche n° 1.1 « Quels sont les éléments nécessaires à l'élaboration d'une offre ? ». Suite aux travaux présentés dans les chapitres 1 et 2, nous avons identifié que pour élaborer une offre pertinente et faire du retour d'expérience sur les cas similaires, l'entreprise soumissionnaire doit :

1. caractériser le contexte de l'offre,
2. identifier les exigences du client,
3. définir la nomenclature de la solution technique proposée (P γ SS),
4. définir le processus d'élaboration associé, incluant les risques,
5. associer des indicateurs de performance pour évaluer et comparer les offres.

Pour construire ce modèle, nous nous sommes inspirés du travail de Shen et al. (2012), complété d'autres d'éléments issus de la littérature et de travaux issus du projet OPERA. Rappelons que Shen et al. (2012) proposent un modèle appelé PESCO⁹ pour configurer des PES, c'est-à-dire des services associés à des produits dans un PSS. Trois sous-ontologies constituent le modèle PESCO : une sous-ontologie service, une sous-ontologie produit et une sous-ontologie client. De la sous-ontologie client proposée par Shen et al., nous choisissons de retenir les éléments suivants :

- les caractéristiques du client, que nous avons étendu à l'ensemble du contexte (cf. section 3.2.1),
- les exigences du client, que nous avons séparées pour les faire apparaître de façon plus explicites (cf. section 3.2.2). En effet, étant donné que notre travail se situe en réponse à appel d'offres, la réponse aux exigences du client est clef.

De plus, nous distinguons la modélisation de la structure de la solution technique proposée, de la modélisation du processus de réalisation associé à cette solution. La solution technique correspond à la description de ce que l'entreprise soumissionnaire propose de faire (un produit, un service ou un PSS), c'est le *Quoi?*, alors que le processus correspond à la description de *comment* l'entreprise soumissionnaire va le faire.

Le modèle que nous proposons et que nous allons décrire à présent est donc structuré en un contexte (section 3.2.1), des exigences (section 3.2.2), une solution technique (section 3.2.3), un processus de réalisation (section 3.2.4) et des indicateurs de performance (section 3.2.5).

3.2.1 Contexte

« Lors de l'élaboration d'une offre, un certain nombre d'informations sont évaluées afin de déterminer les coûts, les risques et l'opportunité du travail » (Boughton, 1987)¹⁰. Boughton regroupe ces données en quatre domaines principaux qui, ensemble, « déterminent la valeur de l'opportunité de soumission. Ces quatre domaines sont spécifiques à l'entreprise, au client, à l'environnement et à la concurrence ».

Le contexte dans le cadre duquel une offre est développée peut donc avoir un impact plus ou moins important sur l'offre proposée au client potentiel, que ce soit au niveau de la solution technique (P γ SS), ou du processus de réalisation associé. Il est donc important de caractériser le contexte, avec des informations pertinentes relatives :

au client – En lien avec le travail de Boughton (1987), nous proposons de prendre en compte des informations caractérisant le client (*customer specific*). En effet, certaines informations relatives au client potentiel peuvent avoir un impact sur la solution proposée.

Par exemple, est-ce un nouveau client? A-t-on déjà travaillé avec lui? Est-il stratégique? Un marché avec des prix a-t-il déjà été négocié avec ce client? Y a-t-il eu des problèmes par le passé avec ce client?

à l'appel d'offres – Certaines caractéristiques de l'appel d'offres peuvent influencer sur la solution proposée.

Par exemple, est-ce un marché public ou privé? Est-ce un appel d'offres portant sur une unique solution technique ou sur plusieurs? Quel est le périmètre temporel de l'affaire?

9. PES Configuration Ontologies

10. [traduction libre] voir citation originale 3.b p. 89

à l'entreprise soumissionnaire – Toujours en lien avec le travail de Boughton (1987), nous proposons de prendre en compte des informations caractérisant l'entreprise soumissionnaire (*company specific*). Des informations relatives à l'environnement interne de travail dans le cas où l'appel d'offres est gagné peuvent également affecter le choix d'une solution.

Par exemple, l'entreprise soumissionnaire peut ne pas répondre de la même façon si le carnet de commande est plus ou moins rempli, ou si la charge prévue de l'atelier est plus ou moins élevée. La disponibilité des ressources humaines et matérielles pour réaliser l'affaire peut ainsi être prise en compte, ce qui peut par exemple impacter la probabilité d'occurrence de certaines risques.

à l'environnement extérieur – Enfin, des caractéristiques de l'environnement extérieur peuvent également avoir un impact sur les choix de solution. Ces informations regroupent les caractéristiques de l'environnement (*environment specific*) et des concurrents (*competition specific*) identifiées dans les travaux de Boughton (1987). Parmi ces caractéristiques peuvent apparaître des éléments relatifs aux réglementations

Par exemple, la présence d'un concurrent important sur le marché peut influencer la manière de répondre à l'appel d'offres.

Toutes sortes d'informations peuvent impacter la solution technique élaborée et le processus de réalisation associé. Nous nous intéressons ici uniquement aux informations qui influent véritablement sur l'offre. Ces quatre types d'informations caractérisant le contexte de l'offre sont modélisées sur la figure 3.4.

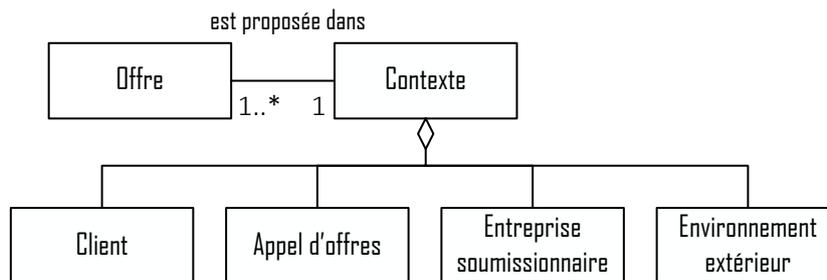


Figure 3.4 – Modèle de contexte d'offre

3.2.2 Exigences

Il est bien évidemment indispensable de connaître les exigences du client pour élaborer une solution pertinente. Là encore nous nous sommes inspirés du travail de Shen et al. (2012), qui propose une ontologie *Client* dans son modèle. Y apparaît le coût acceptable (*Acceptable Cost*) que le client est prêt à mettre pour la solution proposée. Y apparaissent également les exigences client (*Customer Requirements*), qui peuvent être :

- soit des exigences liées à un attribut (*Attribute Requirement*),
- soit des exigences sur un composant (*Component requirement*),
- soit des exigences fonctionnelles (*Functional Requirement*),
- soit des exigences sur la performance (*Performance Requirement*).

Nous avons ainsi élaboré le modèle d'exigences proposé figure 3.5, qui permet d'identifier les descripteurs des exigences du client, c'est-à-dire les éléments clés du cahier des charges si l'appel d'offres est formalisé. Il peut s'agir d'exigences techniques ou d'exigences fonctionnelles. Le terme *exigence technique* peut ne pas être clair dans le cas d'un service ou d'un PSS. Nous le définissons de la façon suivante :

Exigence technique Pour un produit, une exigence technique correspond à une exigence portant sur l'aspect tangible du produit : présence d'un composant particulier, exigence sur un paramètre (diamètre d'une roue par exemple), ou exigence fonctionnelle. Dans le cas d'un service, c'est exactement la même chose sauf que le terme *technique* se rapporte aux composants intangibles du service. Par exemple, le sujet de la formation, la langue d'intervention, etc. sont qualifiés de critères techniques. De la même façon, les composants peuvent être des composants intangibles. Dans le cas d'un PSS, ces exigences techniques peuvent se reporter indépendamment à des composants tangibles ou intangibles.

Ainsi, nous distinguons les exigences suivantes :

Exigences techniques – c'est-à-dire de contraintes techniques imposées par le client. Trois types peuvent être distingués :

- les exigences liées à un paramètre, correspondant aux *Attribute Requirements* proposés dans les travaux de Shen et al. (2012).
Exemple : le client souhaite un vélo dont le diamètre des roues fait 26 pouces.
- les exigences sur un composant, correspondant aux *Component requirements* proposés dans les travaux de Shen et al. (2012).
Exemple : le client désire un vélo avec le cadre de la référence X258B.
- les exigences fonctionnelles, correspondant aux *Functional Requirements* proposés dans les travaux de Shen et al. (2012).
Exemple : le client désire un vélo pour faire des balades en forêt le week-end.

Exigences liées aux indicateurs – Trois types peuvent être distingués :

- le coût acceptable, correspondant à l'*Acceptable Cost* proposé dans les travaux de Shen et al. (2012).
Exemple : Le prix maximal que le client est prêt à payer pour le vélo est 1 500 €.
- le délai acceptable.
Exemple : Le client veut son vélo dans un délai maximal de 4 semaines.
- les exigences liées à un indicateur, pouvant être un indicateur original (hors prix et délai), ou pouvant découler des besoins techniques (flèche orange sur la figure 3.5). Des indicateurs en lien avec les réglementations peuvent également être utilisés.
Exemple : le client souhaite un vélo le plus léger possible, dont le poids est inférieur à 12 kg.

Nous faisons l'hypothèse que seuls les indicateurs de *coût* et de *délai* ne découlent pas des exigences techniques. Tous les autres indicateurs sont issus de ces exigences (par exemple une empreinte carbone ou un poids). Concernant les attentes liées aux indicateurs, le client peut à la fois poser une contrainte (seuil maximal ou minimal sur une valeur) mais aussi un objectif d'optimisation (moins c'est cher/lourd, mieux c'est par exemple).

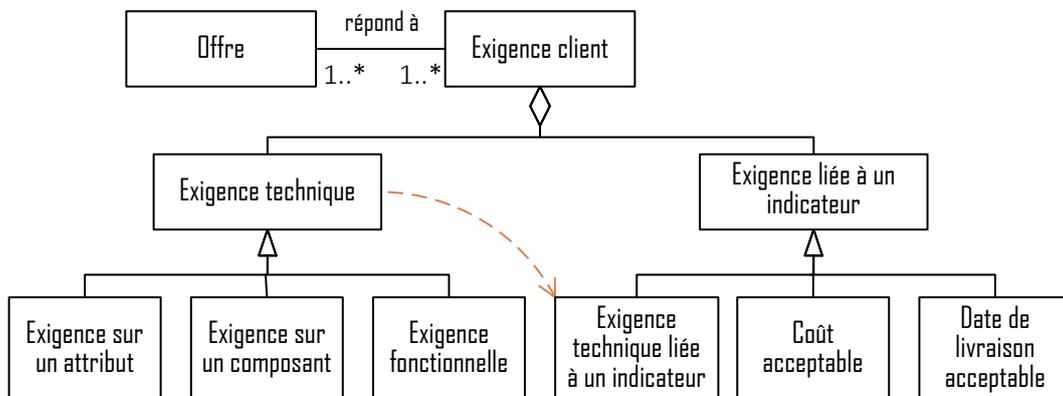


Figure 3.5 – Modèle d'exigences clients en réponse à appel d'offres

Là encore, le terme *date de livraison* peut ne pas être clair dans le cas d'un service ou d'un PSS. Nous le définissons donc de la façon suivante :

Date de livraison Pour un produit, la date de livraison correspond à la date à laquelle le client peut utiliser le produit qui lui a été livré. Dans le cas d'un service, la date de livraison correspond à la date à laquelle le service est délivré. Nous pouvons distinguer deux cas :

- soit il y a effectivement interactions entre le client et le fournisseur pour que le service puisse avoir lieu¹¹. La date de livraison correspond donc, en fonction des besoins de l'entreprise, à la date à laquelle cette interaction débute ou se termine. Éventuellement, deux dates de livraisons différentes pourraient être prises en compte : la date de début de l'interaction, ainsi que la date de la fin de la prestation.
- soit il n'y a pas d'interactions entre le client et le fournisseur. La date de livraison correspond donc à la date à laquelle le service est fourni au client, comme dans le cas d'un produit.

Exemple de date de livraison pour un service

Dans le cas d'une formation, où il y a interactions entre le fournisseur et le client, la date de livraison correspond plutôt à la date à laquelle cette formation se termine, car l'exigence du client porte sur la date à laquelle le personnel doit être formé.

Dans le cas d'une étude de simulation mécanique sur une pièce d'avion, il n'y a pas d'interactions entre le client et le fournisseur. La date de livraison correspond à la date à laquelle le rapport d'étude est rendu (comme pour un produit).

Dans le cas d'un PSS, en fonction de son type, la définition de cette date de livraison doit également être ajustée. Dans le cas d'un service orienté produit ou usage¹², la date de livraison correspond plutôt à la date à laquelle la partie produit du PSS est délivrée, date à laquelle le client a l'usage du produit vendu ou loué.

Exemple de date de livraison pour un PSS

Dans le cas d'un produit vendu avec une maintenance sur 10 ans, la date de livraison correspond plutôt à la date à laquelle le produit est livré au client (date à laquelle le client a l'usage du produit).

3.2.3 Solution technique : le système produit γ service

En réponse à appel d'offres, nous devons prendre en compte le fait que l'entreprise soumissionnaire peut être amenée à proposer plusieurs solutions techniques, en réponse à plusieurs types de besoins de la part du client. Dans ce cas, chaque solution technique, alors appelée P γ SS, est considérée comme un livrable. Par conséquent, nous proposons de modéliser la solution technique de la façon suivante (figure 3.6) : la solution technique est représentée par un P γ SS, un P γ SS étant modélisé tel que nous l'avons défini précédemment dans la section 3.1.3.

3.2.4 Processus de réalisation

Nous avons vu précédemment que lors de l'élaboration d'offres l'entreprise soumissionnaire doit élaborer à la fois la solution technique objet de l'appel d'offres mais également le processus de réalisation associé¹³ (facteur n° 1.2.2. Ce processus n'est pas défini de façon très détaillée car l'étude se fait en avant-vente et ne requiert donc pas d'approfondir ce point. L'objectif est ici d'identifier les activités clefs pour évaluer les coûts liés au processus, fournir une date de livraison pertinente, définir les charges clefs et identifier les risques pouvant survenir lors de la réalisation de l'affaire.

11. cf. deuxième I des caractéristiques IHIP page 37 et en annexe page 195

12. tel que défini dans les travaux de Tukker (2004), cf. page 42.

13. cf. définition 1.2.2 page 14

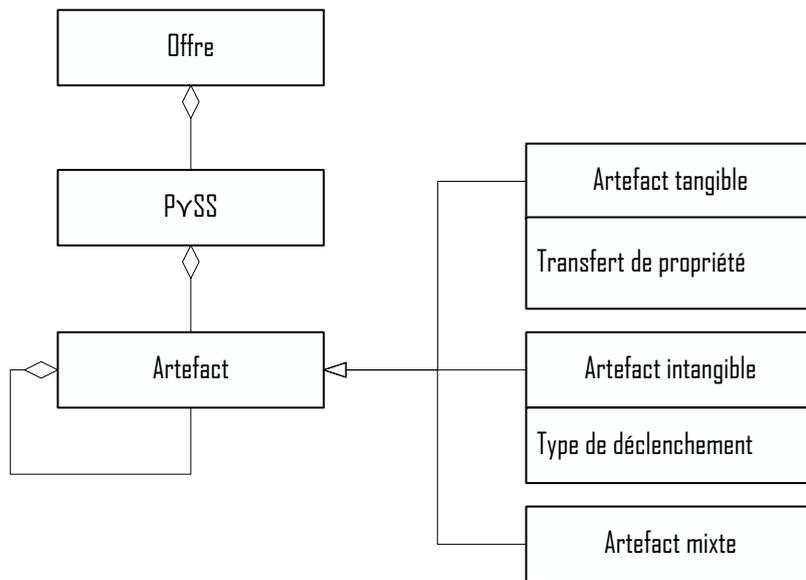


Figure 3.6 – Modèle de solution technique en réponse à appel d'offres

Nous proposons de distinguer deux sous-processus dans le processus de réalisation (figure 3.7), dépendant du PγSS : le processus de préparation et le processus opérationnel.

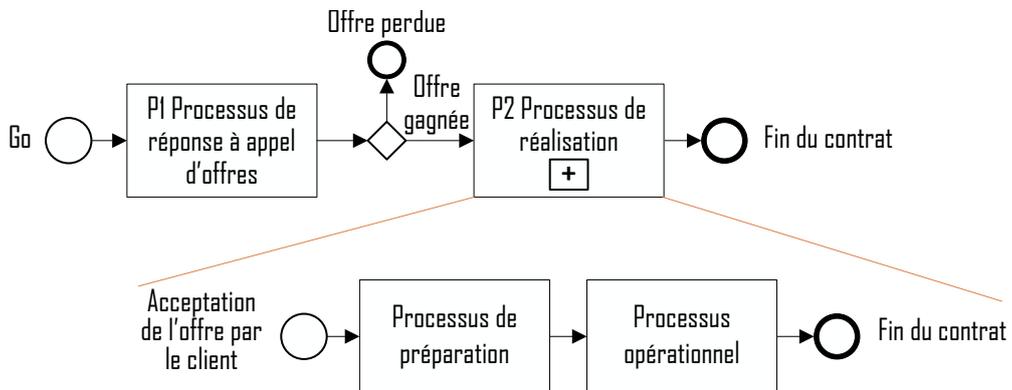


Figure 3.7 – Les deux sous-processus du processus de réalisation

Définition n° 13 : Processus de préparation

Le premier sous-processus est dédié à la conception, la fabrication et la livraison de la solution technique. Ce sous-processus est effectué au sein de l'entreprise soumissionnaire et nécessite une interaction limitée avec le client, sauf pour finaliser la formalisation des exigences le cas échéant.

Le processus de préparation comporte donc un nombre important d'activités (approvisionnement, fabrication, assemblage par exemple) dans le cas d'un PγSS comportant de nombreux artefacts tangibles. Dans le cas d'un PγSS comportant des artefacts intangibles, ce processus comporte également des activités qui doivent être étudiées en réponse à appel d'offres : préparation d'une formation, fabrication d'une machine pour la location, etc.

Définition n° 14 : Processus opérationnel

Le second sous-processus correspond à l'utilisation de la solution technique par le client. Ce sous-processus est réalisé dans les locaux du client avec une implication forte de celui-ci. Il peut donc être assez long si la solution technique contient un artefact avec contrat à long terme, tel qu'une extension de garantie ou de la location longue durée.

Dans le cas d'un P γ SS composé majoritairement d'artefacts tangibles, ce processus comporte peu, voire pas d'activités qui nécessitent d'être détaillées en réponse à appel d'offres. En effet, dans le cas de la vente d'un vélo, s'intéresser à l'utilisation du vélo par l'utilisateur n'apporte rien pour définir un délai de livraison, un prix de vente ou évaluer les risques de ne pas être capable de fournir le vélo dans les conditions annoncées dans l'offre. C'est uniquement dans le cas d'un P γ SS composé d'artefacts intangibles que ce processus est détaillé dès la réponse à appel d'offres car il est important pour définir les éléments cités ci-dessus (délai de livraison, prix, risques). Par exemple, les activités composant un processus de formation, de maintenance ou de location peuvent impacter ces éléments.

Le processus de réalisation se termine lorsque sa dernière activité est effectuée. Cela peut être n'importe quelle activité du sous-processus de préparation ou du sous-processus opérationnel.

Les éléments de modélisation suivants ont été retenus pour formaliser le processus de réalisation :

1. Un processus de réalisation est associé à chaque livrable (P γ SS) de l'offre.
2. Un processus est composé d'un ensemble d'activités clefs.
3. Des ressources, préalablement définies, sont affectées aux activités clefs si nécessaire.
4. Des risques clefs peuvent être associés à certaines activités si nécessaire.

Processus et P γ SS Une agrégation permet de spécifier comment agréger les durées sur des activités. En effet, selon que les processus se déroulent en série ou en parallèle, l'agrégation des durées se calcule différemment.

- Dans le cas de deux livrables à réaliser en parallèle, l'indicateur de durée prendra la valeur maximale des deux durées de réalisation de chaque livrable.
- Dans le cas où les processus se déroulent séquentiellement, par exemple le 2^{ème} livrable ne peut être réalisé qu'après le 1^{er}, la durée totale sera la somme des deux durées de réalisation.

Chaque activité sera associée à une ressource par l'intermédiaire de l'identification d'un type de ressources.

Ressources Pour chaque ressource, nous décrivons :

- le nom de la ressource,
- le type de la ressource (par exemple, pour un consultant : junior, intermédiaire, sénior ou expert),
- le coût horaire de la ressource.

Activités Pour chaque activité, nous décrivons :

- le nom de l'activité,
- les ressources clefs liées à cette activité (parmi celles décrites précédemment ou de nouvelles ressources), avec, pour chaque ressource, la charge affectée sur cette activité,
- les achats liés à cette activité,
- la présence ou non d'une provision pour risques sur cette activité, et le montant associé le cas échéant.

Risques Pour chaque risque, en lien avec les travaux de Ayachi et al. (2018), nous décrirons :

- le nom du risque,
- l'activité sur laquelle l'évènement négatif survient,
- la probabilité d'occurrence du risque, éventuellement modulée par le contexte ou les paramètres de la solution technique et du processus de réalisation,
- les impacts coûts et délais du risque, là encore éventuellement modulés par le contexte ou les paramètres de la solution technique et du processus de réalisation.

La figure 3.8 illustre le modèle de processus de réalisation en réponse à appel d'offres. Le modèle proposé permet donc de prendre en compte les facteurs liés à la présence d'un processus de réalisation : le processus est décomposé en activités (facteur n° 2.1), et des ressources peuvent être affectées aux activités (facteur n° 4.2). De plus, nous choisissons un lien P γ SS-processus sur un seul niveau sans décomposition car nous sommes en pré conception (hypothèse n° 5). Les liens entre artefacts et activités seront portés par des contraintes entre les variables descriptives des concepts.

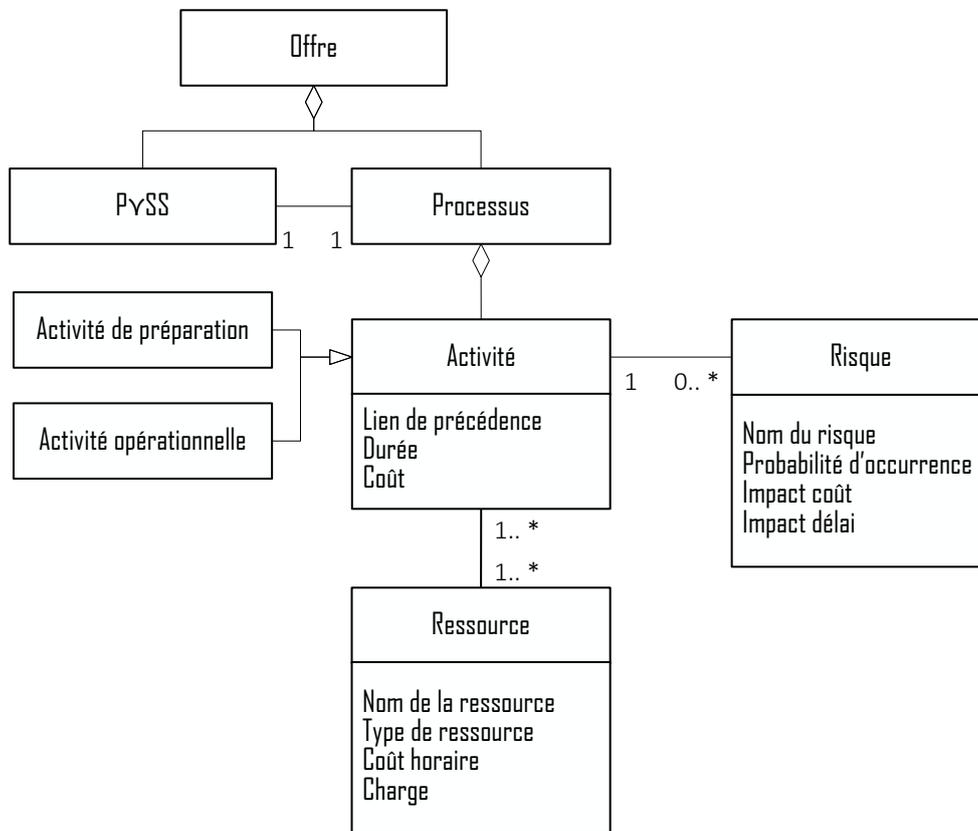


Figure 3.8 – Modèle de processus de réalisation en réponse à appel d'offres

3.2.5 Indicateurs d'évaluation des offres

Des indicateurs permettent de comparer plusieurs offres, définies dans le même contexte, sur le même cahier des charges, qui diffèrent par leur solution technique (P γ SS) et/ou leur processus de réalisation. Nous considérons comme indicateurs de performance pertinents :

des indicateurs économiques – Prenant en compte à la fois le coût de la solution technique et du processus de réalisation, ils permettent d'estimer le coût et de fixer la marge et le prix de l'offre,

des indicateurs de charge et de temps – Ils permettent de tenir compte de la durée des activités, afin de mieux estimer la date de livraison,

des indicateurs de confiance – Ils permettent de tenir compte de la confiance de l'entreprise en sa capacité à fournir la solution technique dans les conditions spécifiées dans l'offre (Sylla et al., 2017).

3.2.6 Synthèse intermédiaire

Dans cette section, nous proposons un modèle générique intégré d'offres.

Nous considérons donc qu'une offre est composée de cinq parties :

- le contexte dans le cadre duquel l'offre est élaborée,
- les exigences émanant du client,
- la ou les solution(s) technique(s) proposée(s) pour répondre aux exigences du client, modélisée(s) sous forme de P γ SS,
- le(s) processus de réalisation associé(s) à chaque P γ SS,
- des indicateurs permettant d'évaluer la solution technique proposée (P γ SS) et le processus de réalisation associé : coût, prix, marge et confiance par exemple.

Le modèle générique de structure d'offre proposé est illustré par la figure 3.9.

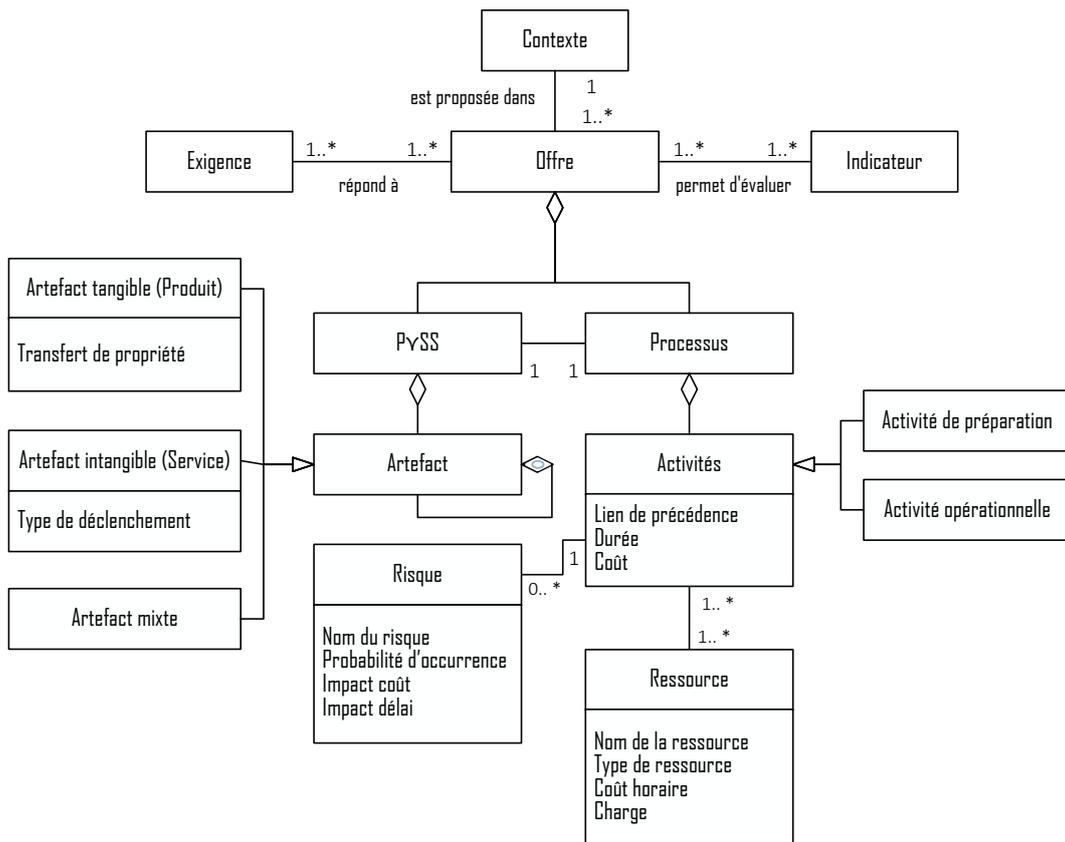


Figure 3.9 – Modèle générique de structure d'offre

La section suivante est dédiée à l'instanciation du modèle de structure d'offre proposé, afin d'illustrer notre proposition.

3.3 Exemples d'instanciations de la solution technique et du processus de réalisation

Dans cette section, nous illustrons une partie du modèle proposé sur 7 exemples, couvrant différents types de P γ SS. Ces 7 exemples illustrant le couple *Solution technique* + *Processus de réalisation* ont pour objectif de montrer la diversité des offres, et de montrer que le modèle proposé permet de toutes les formaliser. Nous avons volontairement choisi un exemple simple que nous modifions à chaque fois pour illustrer la diversité des situations possibles. Il est vrai que nos exemples peuvent sembler exagérés, mais cette continuité entre eux permet une meilleure compréhension.

La figure 3.10 introduit le formalisme utilisé pour représenter les nomenclatures des P γ SS et les processus de réalisation. Pour les P γ SS, les artefacts tangibles sont représentés dans des rectangles et les artefacts intangibles dans des ovales. Les P γ SS mixtes tangibles-intangibles sont représentés dans des rectangles à coins arrondis (figure 3.10a). Concernant le processus de réalisation, les activités du processus de préparation sont en **jaune** et les activités du processus d'exploitation sont en **bleu pointillés** (figure 3.10b).

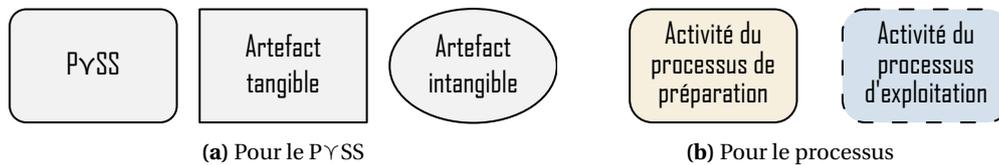


Figure 3.10 – Légende pour les figures de la section 3.3

3.3.1 Du produit au P γ SS $_{DP}^M$

Dans cette section, nous prenons l'exemple d'une machine à découpe numérique, montrant comment une offre peut devenir de moins en moins tangible, allant du P γ SS $_{TS}^T$ (pur produit) au P γ SS $_{DP}^M$ (P γ SS composé à la fois d'artefacts tangibles et d'artefacts intangibles, et dont le coût est porté principalement par le processus de réalisation). Ces exemples sont inspirés par Mécanuméric, partenaire industriel du projet OPERA.

Exemple 1 : Machine à découpe ATO

Commençons tout d'abord avec une offre comportant uniquement un produit, par exemple une machine à découpe numérique. Imaginons que les exigences du client sont les suivantes :

- Besoin d'un outil capable de couper du métal et du PVC,
- Avec une table aspirante,
- Délai de livraison maximal : 6 semaines.

Cette solution est composée uniquement d'artefacts tangibles (composants physiques), et correspond à un modèle de machine de découpe standard de l'entreprise. Nous sommes donc en *Assemble-to Order* (ATO), c'est-à-dire que l'entreprise assemble le produit à la commande du client à partir de composants issus d'un catalogue. Le produit est connu de l'entreprise, sa nomenclature est parfaitement définie et il y a peu de risques que l'entreprise soumissionnaire n'arrive pas à fabriquer ce qu'elle a proposée dans l'offre (la confiance est élevée). Nous pouvons donc légitimement supposer que le coût de la solution technique (coûts de l'ensemble des pièces composants la machine) est supérieur au coût du processus de réalisation (pas de conception à prévoir, ligne d'assemblage existante). Nous nous trouvons dans le cas d'un P γ SS $_{TS}^T$. La figure 3.11 page suivante illustre le modèle proposé pour modéliser un tel P γ SS $_{TS}^T$.

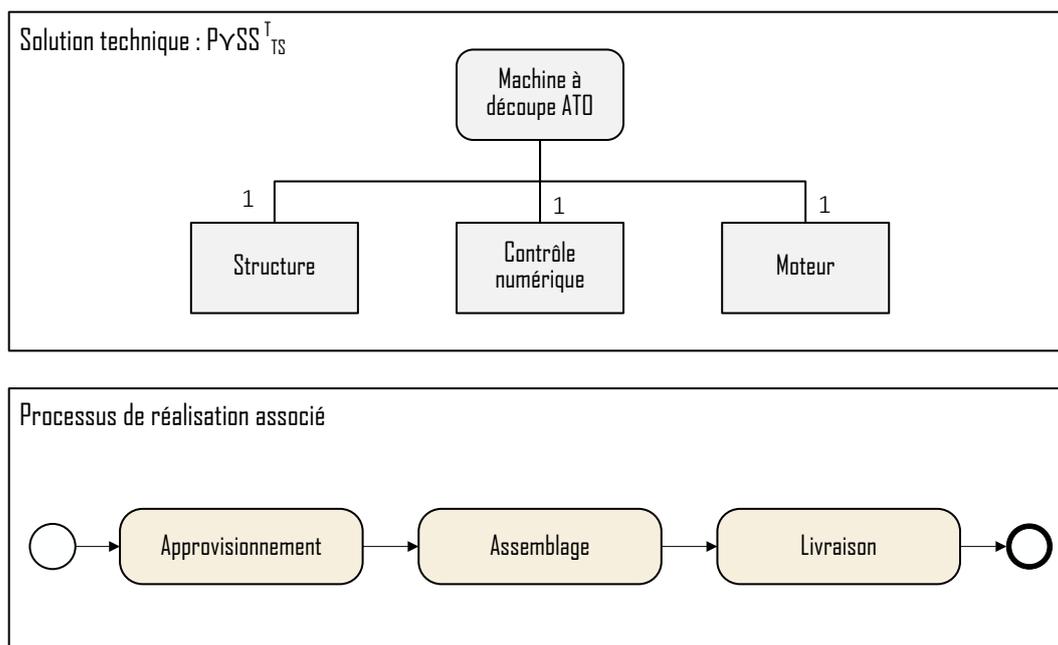


Figure 3.11 – Exemple 1 : Modélisation d'un $P\gamma SS_{TS}^T$ « Machine à découpe en ATO » et du processus de réalisation associé

Exemple 2 : Machine à découpe ETO

Nous reprenons ici l'exemple de la machine à découpe numérique, mais cette fois-ci les exigences du client sont les suivantes :

- Besoin d'un outil capable de couper du métal et du PVC,
- Avec une pompe à vide ayant une température d'aspiration comprise entre 20 et 35° Celsius,
- Délai de livraison maximal : 12 semaines.

La pompe à vide demandée ne figure pas dans le catalogue de la société. La solution est donc toujours composée uniquement d'artefacts tangibles (composants physiques), mais ne correspond plus à un modèle de machine standard. Dans ce cas, la machine est personnalisée, conçue suite à la demande du client : nous sommes en *light Engineer-to Order* (ETO). Le processus de réalisation inclut maintenant une activité de conception spécifique pour le nouveau composant et son intégration. La principale allocation des coûts est donc due à cette activité de conception, où les ingénieurs doivent concevoir, tester et développer les nouveaux composants. Nous sommes donc dans le cas d'un $P\gamma SS$ composé uniquement d'artefacts tangibles, dont le coût de processus de réalisation est supérieur au coût de la solution technique, c'est-à-dire un $P\gamma SS_{DP}^T$. La figure 3.12 page suivante illustre le modèle proposé pour modéliser un tel $P\gamma SS_{DP}^T$.

Exemple 3 : Machine à découpe ATO et formation standard

Nous reprenons encore l'exemple de la machine à découpe numérique, mais avec cette fois-ci les exigences suivantes :

- Besoin d'un outil capable de couper du métal et du PVC,
- Avec une pompe à vide,
- Délai de livraison maximal : 6 semaines,
- Besoin d'une formation pour utiliser la machine de découpe correctement.

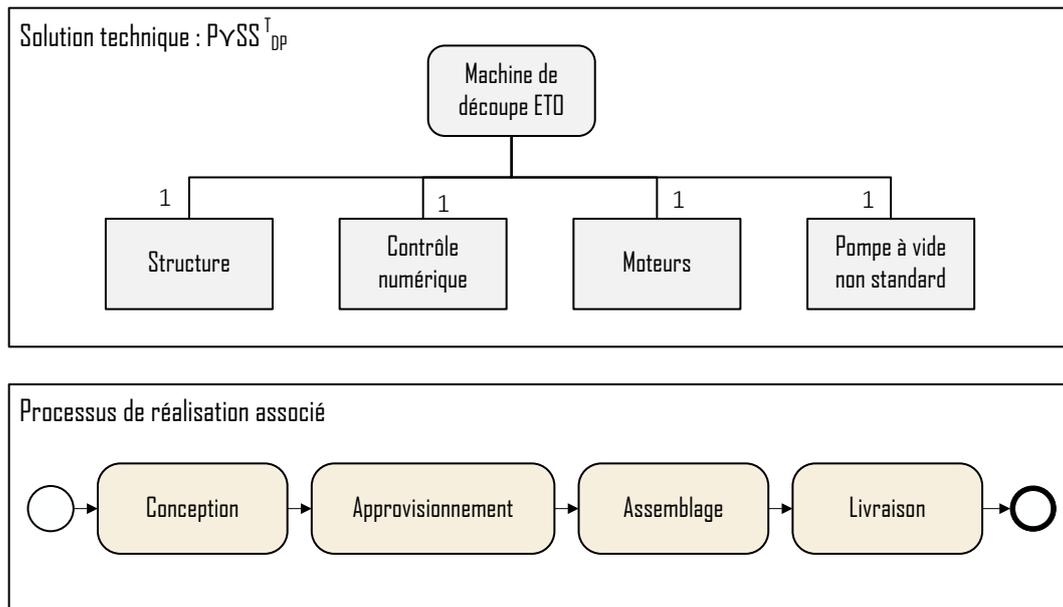


Figure 3.12 – Exemple 2 : Modélisation d'un $PYSST_{DP}^T$ « Machine à découpe en ETO » et du processus de réalisation associé

Le fait que le client demande une formation associée au produit vendu fait passer l'offre du pur produit (100% tangible) au PSS (comportant des parties intangibles). Dans ce cas, la solution technique est composée d'artefacts tangibles (composants physiques et sous-ensembles de la machine de découpe), et d'artefacts intangibles (pour le module de formation). La machine de découpe et la formation demandées figurant dans le catalogue de l'entreprise, tous les artefacts sont standards. Ainsi, nous nous trouvons en situation d'ATO : les composants prédéfinis sont assemblés pour répondre aux exigences du client. La machine de découpe de l'exemple de la section 3.3.1 est associé à un module de formation standard.

Le processus de réalisation comprend maintenant deux parties : le sous-processus de préparation ainsi que le sous-processus opérationnel (comme expliqué dans la section 3.2.4 page 69). Le sous-processus de préparation est dédié à :

- la fabrication et la livraison de la machine de découpe,
- et simultanément, la préparation du module de formation standard.

Il est donc divisé en quatre activités principales : la préparation de la formation, l'approvisionnement en composants, leur montage et la livraison puis l'installation de la machine sur le site du client.

Le sous-processus opérationnel consiste à effectuer la formation et est composé d'une seule activité : la formation des opérateurs chez le client.

Nous considérons donc que la principale source des coûts est due aux artefacts tangibles de la solution technique. En effet, les activités du processus de réalisation ne présentent pas de difficultés particulières et ne sont pas spécialement coûteuses. Nous sommes donc dans le cas d'un $PYSST$ composé à la fois d'artefacts tangibles et intangibles, dont le coût de la solution technique est supérieur au coût de processus de réalisation, c'est-à-dire un $PYSST_{TS}^M$. La figure 3.13 page 78 illustre le modèle proposé pour modéliser un tel $PYSST_{TS}^M$.

Exemple 4 : Machine de découpe ATO et formation personnalisée

Pour ce dernier exemple avec une machine de découpe numérique, nous considérons les exigences suivantes :

- Besoin d'une machine de découpe standard capable de couper le métal et le plastique,
- Sans pompe à vide,
- Délai de livraison maximal : 6 semaines,
- Besoin d'une formation personnalisée pour utiliser la machine de découpe correctement car c'est la première fois que l'entreprise achète ce type de machine.

La solution technique repose sur des artefacts tangibles (composants et sous-ensembles de la machine de découpe) et des artefacts intangibles (pour le module de formation). Certains artefacts sont standard et prédéfinis (ceux composant la machine standard), tandis que certains doivent être conçus pour répondre aux besoins des clients (ceux composant la formation).

Comme précédemment, le processus de réalisation comprend le sous-processus de préparation (fabrication et livraison de la machine de découpe) ainsi que le sous-processus opérationnel (pour former les opérateurs de l'entreprise). Le sous-processus de préparation est divisé en quatre activités principales :

- préparation de la formation (ce qui, dans ce cas, nécessite plus de temps et de ressources que dans l'exemple précédent pour adapter la formation aux besoins spécifiques de l'entreprise),
- approvisionnement en composants,
- assemblage,
- livraison et installation de la machine chez le client.

Le sous-processus opérationnel est composé d'une seule activité, la formation des opérateurs chez le client.

Comme dans le cas d'un $P\gamma SS_{DP}^T$ (exemple de la section 3.3.1), nous pouvons considérer que la source principale de coûts est due au processus de réalisation. En effet, les artefacts intangibles de la solution technique doivent être personnalisés pour répondre aux exigences des clients. L'activité de préparation de la formation devient donc l'activité la plus coûteuse et rend le coût du processus de réalisation supérieur au coût de la solution technique. Nous sommes donc dans le cas d'un $P\gamma SS$ composé à la fois d'artefacts tangibles et intangibles, dont le coût de la solution technique est inférieur au coût de processus de réalisation, c'est-à-dire un $P\gamma SS_{DP}^M$. La figure 3.14 page suivante illustre le modèle proposé pour modéliser un tel $P\gamma SS_{DP}^M$.

Synthèse intermédiaire sur les exemples 1 à 4

Ainsi, cette section nous a permis d'illustrer quatre types d'offres, portant sur quatre types de $P\gamma SS$. Nous avons ainsi montré comment une offre 100% tangible peut voir ses coûts passer de la solution technique au processus, et devenir de plus en plus intangible. De plus, nous avons illustré la distinction faite entre la solution technique (objet de l'appel d'offres) et le processus de réalisation. Le modèle proposé supporte la diversité rencontrée, à la fois sur la solution technique et le processus de réalisation.

3.3.2 Du service au $P\gamma SS_{TS}^M$

Dans cette section, nous prenons l'exemple d'une offre de maintenance, montrant comment une offre peut devenir de plus en plus tangible, allant du service au $P\gamma SS_{TS}^M$. Pour rappel, un $P\gamma SS_{TS}^M$ est composé à la fois d'artefacts tangibles et d'artefacts intangibles. Son coût est porté principalement par la solution technique.

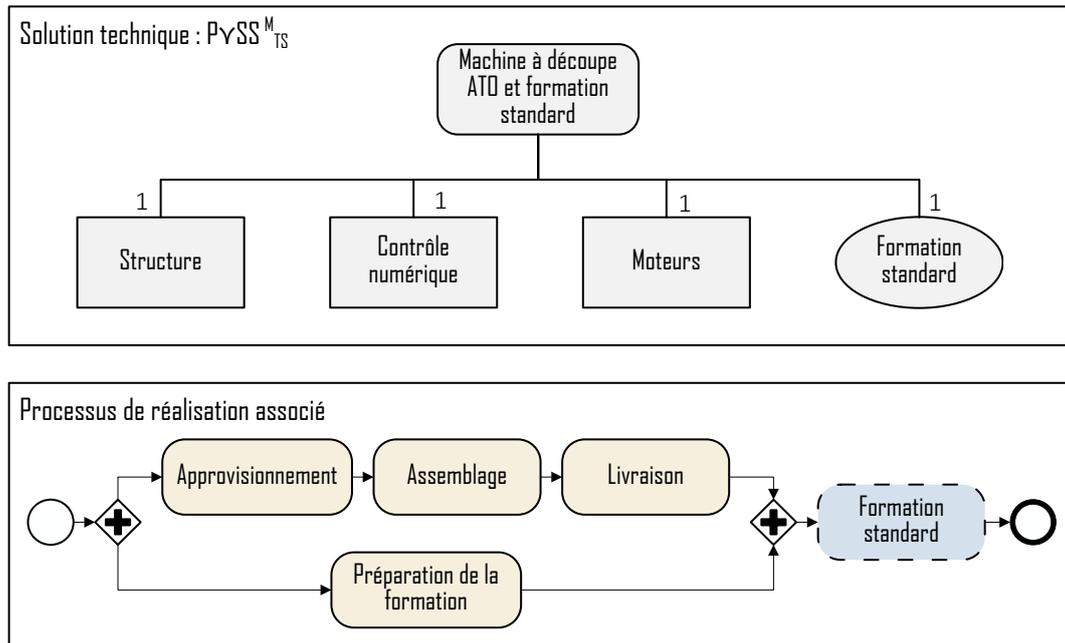


Figure 3.13 – Exemple 3 : Modélisation d'un $PYSS_{TS}^M$ « Machine à découpe en ATO et formation standard » et du processus de réalisation associé

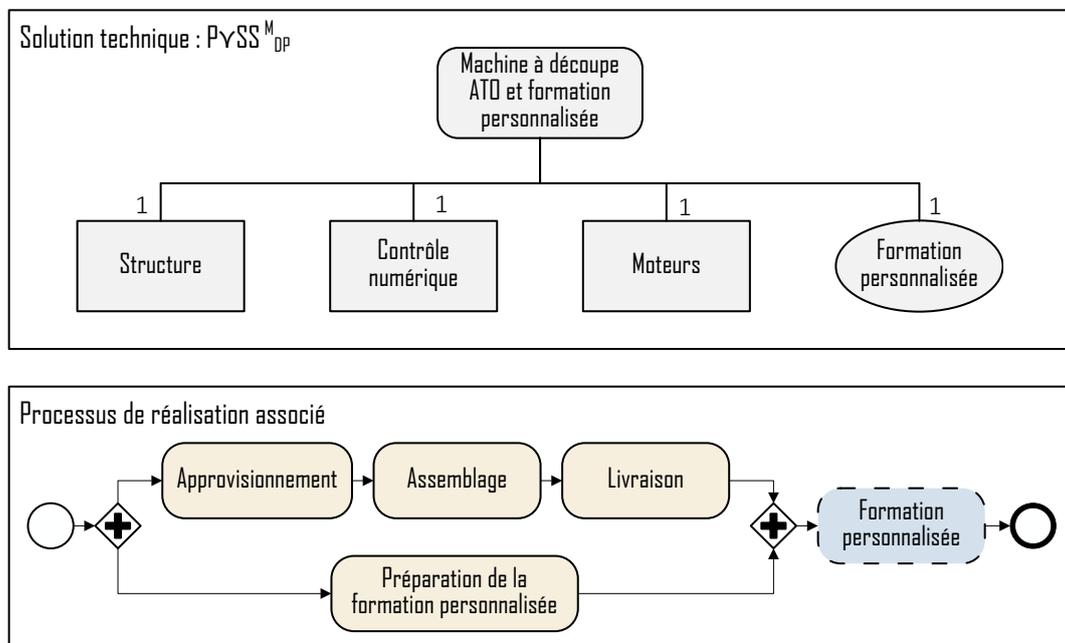


Figure 3.14 – Exemple 4 : Modélisation d'un $PYSS_{DP}^M$ « Machine à découpe en ATO et formation personnalisée » et du processus de réalisation associé

Exemple 5 : Diagnostic

Commençons avec une offre de service, par exemple une demande de devis avant maintenance, sans la maintenance associée.

Par exemple, les exigences du client pourraient être les suivantes :

- Besoin d'un devis avant la maintenance d'une machine de découpe,
- Prix maximal de la prestation : 1 000 €

Dans ce cas, la solution technique est une solution intangible standard, c'est-à-dire composée uniquement d'artefacts intangibles, déjà définis et assemblés pour répondre aux exigences du client. Dans notre exemple, ces modules correspondent à un diagnostic acoustique, un diagnostic de vibration, un diagnostic de pression et un rapport, ainsi qu'un entretien avec la personne responsable de la machine dans l'entreprise cliente.

Le processus de livraison est également standard et comprend les deux sous-processus identifiés dans la section 3.2.4 page 69, qui dans ce cas sont étroitement liés. Le sous-processus de préparation est dédié à la préparation du diagnostic (principalement la procédure administrative, la planification du diagnostic, etc.) et la rédaction du rapport de diagnostic. Le sous-processus opérationnel consiste en la réalisation des différents diagnostics et l'entretien final.

En l'absence d'artefacts tangibles dans la solution technique, le coût est directement lié aux activités du processus de livraison. Nous sommes donc dans le cas d'un P γ SS composé uniquement d'artefacts intangibles, et dont les coûts sont portés uniquement par le processus de réalisation, c'est-à-dire un P γ SS $_{DP}^I$. La figure 3.15 page suivante illustre le modèle proposé pour modéliser un tel P γ SS $_{DP}^I$.

Exemple 6 : Révision légère

Nous prenons ici l'exemple d'une entreprise ayant les exigences client suivantes :

- Besoin d'un devis avant la maintenance d'une machine de découpe,
- Prix maximal de la prestation : 1 500 €
- Si nécessaire et si leur coût est inférieur à 500 €, remplacer les petites pièces défectueuses.

Dans ce cas, la solution technique repose à la fois sur des artefacts tangibles et des artefacts intangibles. Les artefacts intangibles sont standards et correspondent au diagnostic, à la maintenance, au rapport et à l'entretien avec la personne responsable de la machine dans l'entreprise cliente. Les artefacts tangibles sont également standards, et correspondent aux pièces de rechange nécessaires à la réparation de la machine de découpe.

Le sous-processus de préparation est dédié à la préparation du diagnostic, l'approvisionnement en pièces de rechange et la rédaction du rapport de diagnostic. Le sous-processus opérationnel consiste en la réalisation des différents diagnostics, l'exécution de la maintenance l'entretien avec la personne responsable de la machine dans l'entreprise cliente.

Bien qu'il y ait des artefacts tangibles dans la solution technique, la maintenance est légère. On peut donc considérer que le coût des pièces de rechange est négligeable par rapport au coût du processus de réalisation.

Ainsi, ce P γ SS est composé à la fois d'artefacts tangibles et intangibles dont le coût du processus de réalisation est supérieur au coût de la solution technique : c'est un P γ SS $_{DP}^M$. La figure 3.16 page suivante illustre le modèle proposé pour modéliser un tel P γ SS $_{DP}^M$.

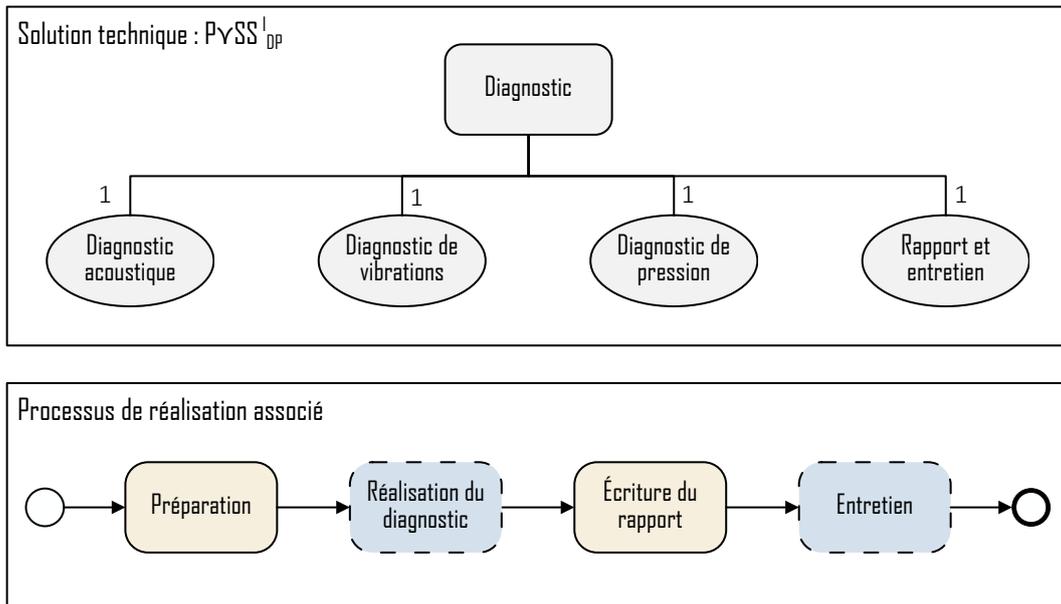


Figure 3.15 – Exemple 5 : Modélisation d'un $P\gamma SS_{DP}^I$ « Diagnostic » et du processus de réalisation associé

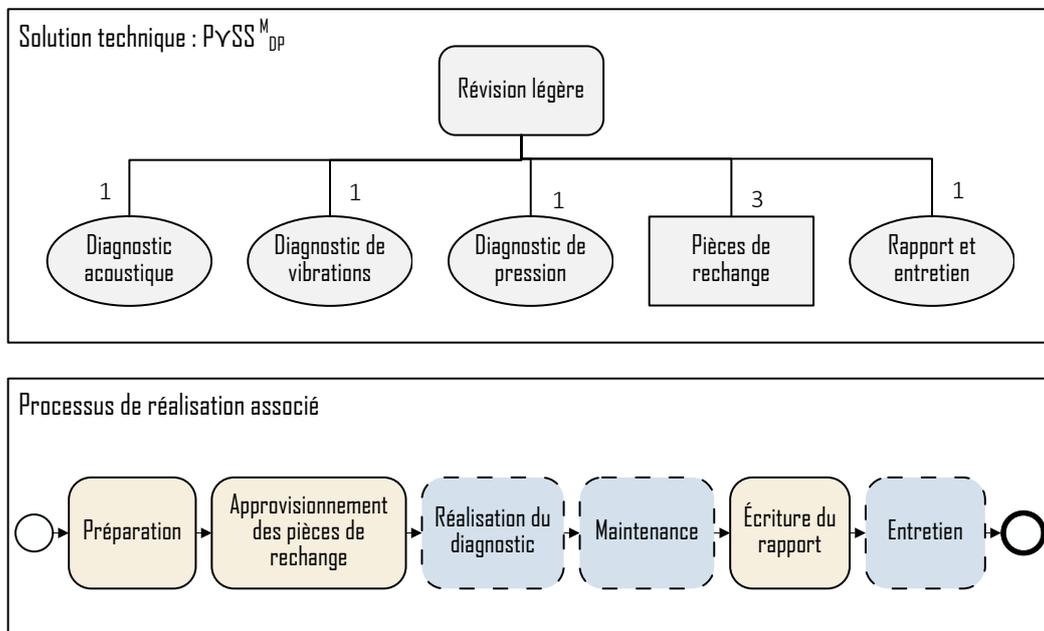


Figure 3.16 – Exemple 6 : Modélisation d'un $P\gamma SS_{DP}^M$ « Révision légère » et du processus de réalisation associé

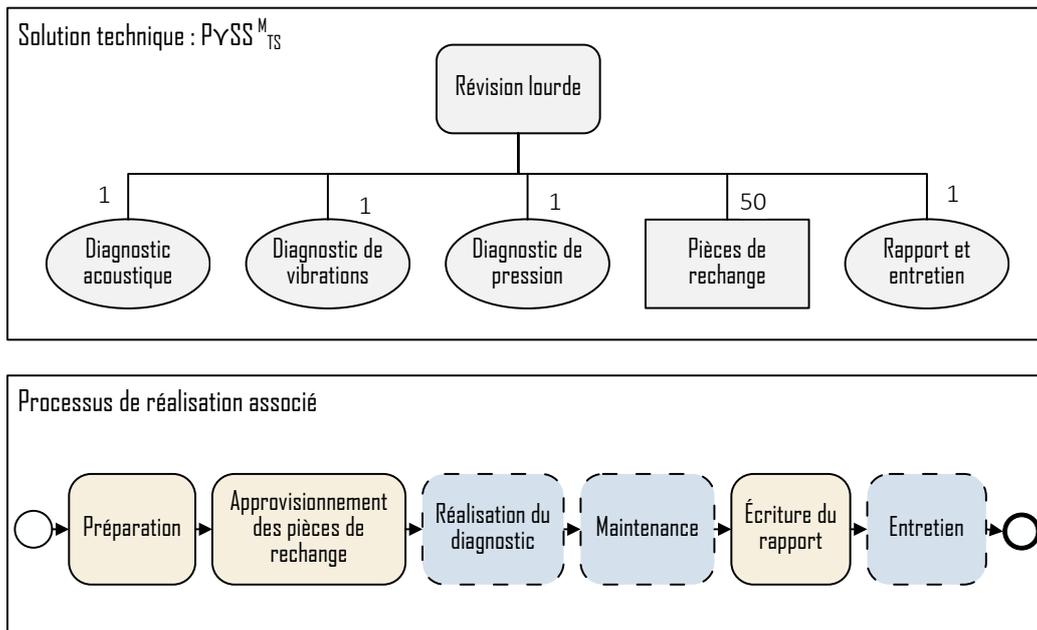


Figure 3.17 – Exemple 7 : Modélisation de $P\Upsilon SS_{TS}^M$ « Révision lourde » et du processus de réalisation associé

Exemple 7 : Révision lourde

Pour ce dernier cas, nous prenons l'exemple des exigences client suivantes :

- Besoin d'un devis avant la maintenance d'une machine de découpe,
- Prix maximal de la prestation : 2 500 €,
- Si nécessaire, changer toutes les pièces défectueuses.

Dans ce cas, la solution technique repose sur des artefacts tangibles standard, qui sont les pièces de rechange nécessaires pour réparer la machine de découpe, et sur des artefacts intangibles standard, correspondant au diagnostic, à la maintenance, au rapport et à l'entretien.

Le processus de réalisation est à peu près le même que dans l'exemple précédent et comprend exactement les mêmes activités.

Lorsqu'une maintenance importante est requise, le prix cumulé de tous les composants, ou celui d'une pièce en particulier peut être très coûteux. Par exemple, les blocs de moteur de découpe peuvent coûter plusieurs milliers d'euros chacun. Ainsi, nous pouvons considérer que la principale allocation des coûts concerne les artefacts tangibles de la solution technique, ce qui rend le coût du processus de réalisation inférieur au coût de la solution technique.

Ainsi, ce $P\Upsilon SS$ est composé d'artefacts tangibles et intangibles, avec une solution technique coûtant plus cher que le coût du processus de réalisation : il s'agit d'un $P\Upsilon SS_{TS}^M$. La figure 3.17 illustre le modèle proposé pour modéliser un tel $P\Upsilon SS_{TS}^M$.

Synthèse intermédiaire sur les exemples 5 à 7

Ainsi, cette section nous a permis d'illustrer trois types de $P\Upsilon SS$, en montrant comment une offre 100% intangible peut voir ses coûts passer du processus de réalisation à la solution technique, et devenir de plus en plus tangible.

3.3.3 Synthèse intermédiaire

Dans cette section, nous proposons sept exemples d'instanciation de PYSS avec les processus de réalisation associés. Ces exemples couvrent différentes situations rencontrées par les entreprises qui conçoivent des offres pour la réponse à appel d'offres. Ainsi, nous montrons qu'une solution technique peut être plus ou moins tangible en fonction des exigences du client et de la nécessité d'utiliser des composants physiques. Le modèle générique proposé dans la section 3.1.3 permet aux entreprises d'élaborer des solutions techniques sans se soucier du caractère tangible des artefacts qui les composent.

En ce qui concerne le processus de réalisation, les sept exemples ont montré différentes combinaisons, allant d'un simple sous-processus de préparation à un processus plus complexe, combinant et mélangeant des activités des sous-processus de préparation et opérationnel. Le modèle générique supportant la définition du processus de réalisation permet aux entreprises de définir le processus de réalisation sans avoir à se préoccuper du type des activités à réaliser.

3.4 Modèle d'exploitation des connaissances

Dans le chapitre 2, nous avons expliqué avoir choisi de combiner trois approches de formalisation et d'exploitation des connaissances pour proposer un système d'assistance à l'élaboration d'offres. Tout d'abord, la connaissance est structurée à l'aide d'une taxonomie. Ensuite, les règles métiers explicites sont formalisées à l'aide d'un problème de satisfaction de contraintes et rattachées à chaque concept de la taxonomie. Enfin, une base de cas et du retour d'expériences permettent d'exploiter la connaissance contextuelle implicite présente dans les cas passés. La structure de la base de cas devra être cohérente avec la taxonomie proposée et les variables descriptives du CSP. Cette section détaille donc comment chacune des approches choisies est utilisée pour exploiter le modèle de structure d'offre proposé dans la section 3.2.

3.4.1 Structuration de la connaissance à l'aide d'une taxonomie

En vue de la mise en œuvre de ce modèle, nous utilisons la notion de « concept » afin de prévoir les différents cas de réutilisation. Chaque partie du modèle est associée à un concept, et une hiérarchie de concepts permet de structurer la connaissance.

Comme expliqué dans la section 2.3.2 page 50, les concepts sont hiérarchisés avec une notion d'héritage : les concepts de bas niveaux héritent des paramètres des concepts de plus haut niveau (Coudert, 2014). Par exemple, dans la figure 3.18 page 84, les concepts **vélo de ville** et **vélo tout terrain** sont des spécialisations du concept **vélo**. Ainsi, si des variables et règles sont associées au concept **vélo**, ces variables et règles seront également valables pour les concepts **vélo de ville** et **vélo tout terrain**.

Rappelons qu'une offre est composée des éléments suivants :

- le contexte dans le cadre duquel l'offre est élaborée,
- les exigences du client,
- la solution technique objet de l'appel d'offres,
- le processus de réalisation, incluant les risques de ne pas parvenir à fournir l'offre dans les conditions annoncées,
- les indicateurs d'évaluation des offres.

Contexte Les variables de contexte sont associées à un concept de contexte. Par défaut, dans le modèle générique proposé, quatre concepts de contexte sont proposés (haut de la figure 3.18) :

- le concept **Client**, auquel sont associées les variables descriptives du client,
- le concept **Affaire**, auquel sont associées les variables descriptives de l'affaire,
- le concept **Environnement interne**, auquel sont associées les variables descriptives de l'entreprise soumissionnaire,
- le concept **Environnement externe**, auquel sont associées les variables descriptives de l'environnement extérieur à l'entreprise (hors client), comme par exemple les concurrents ou la période de l'année.

Exigences Les concepts d'exigences ont été identifiés dans la section 3.2.2 page 67 (figure 3.5) : concepts **exigence sur un attribut**, **exigences sur un composant**, **exigence fonctionnelle**, **exigence technique liée à un indicateur**, **Coût acceptable** et **Date de livraison acceptable**.

Solution technique Un concept est associé à chaque PYSS, ainsi qu'à chaque artefact composant ces PYSS. Une taxonomie d'artefacts tangibles et intangibles complète donc la taxonomie de PYSS.

Processus Un concept est associé à chaque processus, chaque activité, chaque ressource et chaque risque. Une taxonomie existe pour ces concepts de processus, activités, ressources et risques. Le processus de réalisation peut contenir plusieurs types d'activités, telles que des activités de conception, de production, de maintenance, de location, de formation, etc., selon le concept associé. Par conséquent, nous pouvons souligner que l'un des effets secondaires de l'utilisation des PYSS pour la définition de la solution technique est la capacité de prendre en compte tous types d'activité dans le même processus de réalisation grâce à une ontologie d'activité.

Indicateurs Des concepts peuvent être associés aux indicateurs. Par exemple, les concepts **Indicateur économique**, **Indicateur de délai** et **Indicateur de confiance** peuvent être utilisés.

La figure 3.18 page suivante illustre un exemple de taxonomie appliquée au modèle générique de structure d'offre proposé.

3.4.2 Expression des règles métiers sous forme d'un CSP

La connaissance explicite (règles métier) est formalisée sous forme d'un problème de satisfaction de contraintes (CSP – *Constraint Satisfaction Problem*). Cette section détaille comment la connaissance relative au modèle générique proposé dans la section 3.2 est formalisée grâce à un CSP. Les CSP ont été présentés dans le chapitre 2 page 50. Rappelons qu'un CSP est défini par un ensemble de variables \mathcal{V} , ayant un domaine de définition \mathcal{D} , liées entre elles par des contraintes \mathcal{C} qui réduisent les domaines de définition des variables impliquées. Nous montrons donc ici comment identifier les variables et contraintes pour le modèle proposé.

Définition des variables et de leurs domaines de définition

Des variables et leurs domaines de définition sont associés à chacun des éléments du modèle décrit précédemment.

Contexte Un ensemble de variables caractérise le contexte. Les variables de contexte sont essentiellement des variables symboliques ayant un domaine de définition \mathcal{D} fini.

Exemple de variable de contexte

Concept = **Affaire**

Nom de la variable = Type de marché

Type de variable = symbolique

\mathcal{D} = {public, privé}

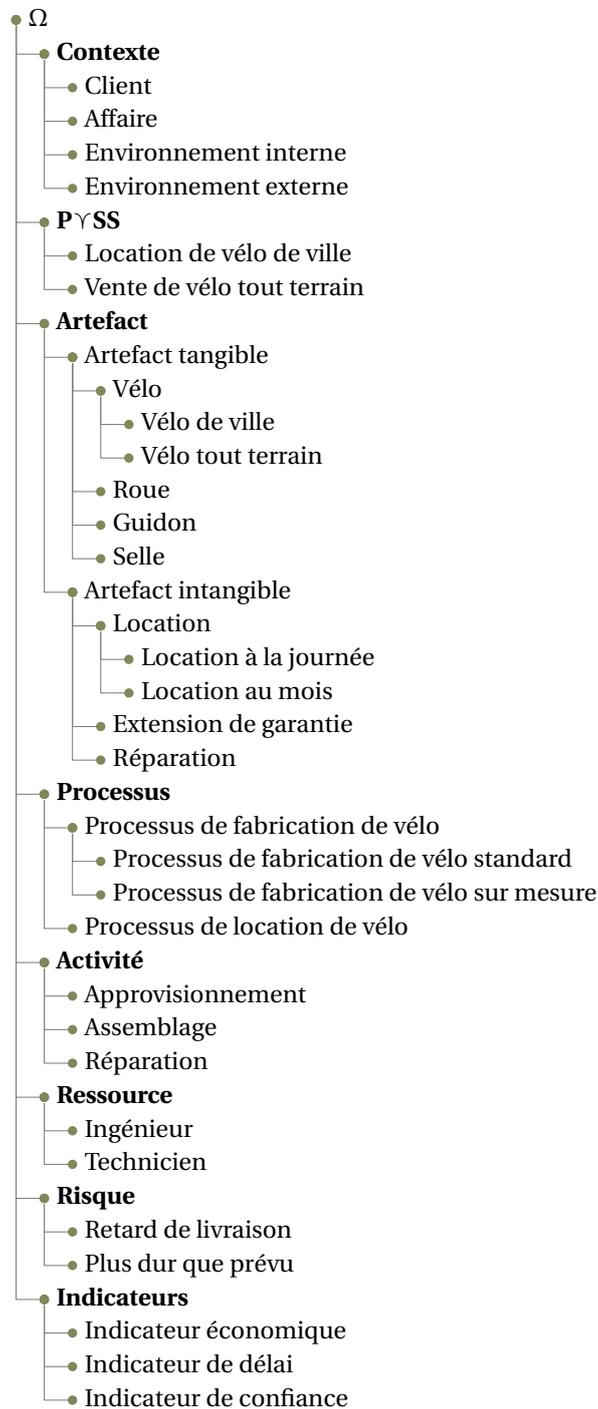


Figure 3.18 – Exemple de taxonomie pour structurer la connaissance nécessaire à l'élaboration d'une offre

Exigences Un ensemble de variables peut caractériser les exigences du client. À moins d'avoir des exigences valables pour toutes les offres de l'entreprise, ces variables sont dépendantes du concept de solution technique. L'exemple ci-dessous est un exemple de variable d'exigence qui est active quand le concept *vélo* est choisi pour le PYS.

Exemple de variable d'exigence

Concept = **Exigence fonctionnelle**

Nom de la variable = Type d'utilisation du vélo

Type de variable = symbolique

$\mathcal{D} = \{\text{Utilisation en ville, Utilisation en forêt, Utilisation tous terrains}\}$

Solution technique Un ensemble de variables indiquent :

- les paramètres descriptifs de la solution technique,
- les quantités de chaque artefact,
- les paramètres caractérisants les artefacts,

Exemple de variable d'artefact tangible

Concept = **Roue de vélo**

Nom de la variable = Diamètre de la roue

Type de variable = numérique

$\mathcal{D} = \{[12, 26] \text{ pouces}\}$

Exemple de variable d'artefact intangible

Concept = **Location de vélo de ville**

Nom de la variable = Nombre de mois de location

Type de variable = numérique

$\mathcal{D} = \{[1, 12]\}$

Processus Plusieurs types de variables sont associées au processus de réalisation. Il peut s'agir de variables indiquant :

- des noms d'activités,
- des ressources,
- d'autres paramètres liés au processus.

Exemple de variable de ressource

Concept = **Ingénieur conception**

Nom de la variable = Expérience de l'ingénieur

Type de variable = symbolique

$\mathcal{D} = \{\text{junior, senior, expert}\}$

Indicateurs Une variable est associée à chaque indicateur jugé pertinent par l'entreprise soumissionnaire. Il s'agit le plus souvent de variables numériques (pour définir un coût ou une durée par exemple, mais il peut également s'agir de variables symboliques (pour définir une confiance par exemple).

Exemple de variable d'indicateur

Concept = **Indicateur économique**

Nom de la variable = Coût

Type de variable = numérique

$\mathcal{D} = \{[1, 10\ 000]\text{€}\}$

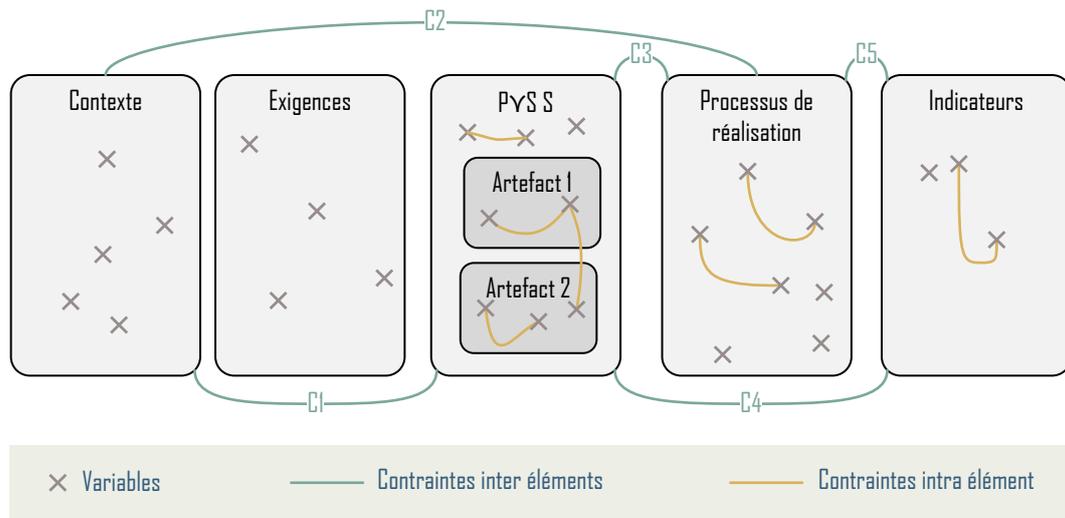


Figure 3.19 – Contraintes de compatibilité au sein d'une offre

Expression des contraintes

Comme expliqué dans la section 2.3, les connaissances sur les règles métier liant les différentes parties d'une offre sont modélisées sous la forme d'un CSP (Problème de satisfaction de contraintes). Nous avons vu dans la section 2.3.3 que nous pouvons distinguer les contraintes de compatibilité (qui limitent le domaine de définition d'une variable) et les contraintes d'activation (qui activent certaines variables).

Les contraintes de compatibilité peuvent être des contraintes intra élément (en **jaune** sur la figure 3.19) ou des contraintes inter éléments (en **bleu** sur la figure 3.19) :

Contraintes intra élément – Ces contraintes internes à un élément de l'offre peuvent concerner :

- la structure de la solution technique : contraintes internes au PYS S. Ces contraintes peuvent :
 - lier les domaines de définition de deux (ou plus) variables descriptives au sein du même artefact.
 - lier les domaines de définition de deux (ou plus) variables descriptives d'artefacts différents composant la solution technique (le PYS S).
- le processus de réalisation : contraintes internes au processus.
- les indicateurs : formules indiquant comment calculer les différents indicateurs.

Contraintes inter éléments – Ces contraintes inter éléments peuvent concerner :

- l'impact du contexte sur la solution technique (contrainte C1 sur la figure 3.19). Ces contraintes lient les domaines de définition d'une variable descriptive du contexte et d'une variable descriptive du PYS S (de n'importe quel niveau).
- l'impact du contexte sur le processus (contrainte C2).
- l'impact de la solution technique sur le processus et vice versa (contrainte C3).
- l'impact des variables descriptives de la solution technique (contrainte C4) et du processus de réalisation (contrainte C5) sur les indicateurs.

La figure 3.19 illustre les contraintes de compatibilités au sein d'une offre.

Des contraintes d'activation peuvent également exister, entre les différentes parties de l'offre.

3.4.3 Exploitation de la connaissance contextuelle à l'aide de CBR

Nous proposons d'utiliser le raisonnement à partir de cas (CBR) pour exploiter la connaissance contextuelle contenue dans les cas passés de l'entreprise. En effet, étant donné que nous nous plaçons en situation routinière (hypothèse n° 4 page 16), l'entreprise a déjà répondu à des offres qui peuvent ressembler à l'offre en cours et donc contenir une connaissance intéressante pour aider à son élaboration.

Une fois un (ou plusieurs) choix clef(s) effectué(s), l'utilisateur a la possibilité de faire une recherche sur des cas similaires dans la base de cas.

Nous proposons d'exploiter deux bases de cas différentes pour faire du CBR :

Base des cas passés – Cette base de cas contient des cas passés formalisés. Des informations relatives à l'offre prévisionnelle et l'offre réelle peuvent ainsi être exploitées.

Base des cas de référence – Nous appelons cas de référence un cas qui a été pré rempli pour correspondre à une famille d'offres récurrente de l'entreprise. L'utilisateur a ainsi moins de choix à effectuer. L'utilisateur a ainsi la garantie d'une genericité plus grande de ce type de cas par comparaison avec les cas passés. Il a également moins de choix à effectuer car le cas correspond à un modèle d'offres donné, plus spécifique qu'avec le modèle spécifique à l'entreprise.

Définition des similarités Les similarités locale et globale entre les cas sont également définies par l'expert-e connaissance¹⁴. Les seuils de similarité acceptables lors de la recherche dans les bases de cas sont également définis, toujours par l'expert-e. La définition des similarités représente un sujet en soi, nécessitant un travail important. Nous avons choisi de ne pas le développer et de prendre une solution existante destinée à être intégrée dans l'outil logiciel OPERA, afin simplement de valider notre approche.

3.4.4 Synthèse intermédiaire

Le modèle d'exploitation des connaissances se base sur la complémentarité de trois approches : une taxonomie de concepts, les problèmes de satisfaction de contraintes (CSP), et le raisonnement à base de cas (CBR). Nous outillons ainsi l'aide au processus de décision pour l'élaboration d'offres. Des variables s'adaptant à la fois au CSP et au CBR sont ainsi définies pour modéliser chacune des parties du modèle proposé dans la section 3.2 : le contexte, les exigences, la solution technique, le processus de réalisation et les indicateurs. Le modèle ainsi proposé permet de répondre à l'axe de recherche n° 1.2, intitulé « Comment formaliser et exploiter la connaissance liée aux éléments précédents ? ».

3.5 Synthèse du chapitre 3

L'objectif de nos travaux de recherche est d'assister les entreprises soumissionnaires lors de l'élaboration d'offres. Ce chapitre présente notre première contribution, un cadre de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres (illustré figure 3.20), qui vient en réponse à l'axe de recherche n° 1 : « Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre ? ». L'ensemble des facteurs identifiées dans les chapitres 1 et 2 ont été pris en compte et intégrés au modèle proposé.

Ce cadre comporte deux parties. Nous proposons (1) un modèle générique de structure d'offre, ainsi que (2) des approches de formalisation et d'exploitation des connaissances permettant d'exploiter un tel modèle. Dans le terme *modèle générique intégré*, le terme *générique* se rapporte

14. Cf. chapitre 5 pour plus de détails sur les différents rôles lors du déploiement du modèle.

au fait que ce modèle permet de formaliser tous types d'offres, que ce soient des offres concernant des produits, des services ou des PSS. De plus, d'autres éléments nécessaires à l'élaboration d'offres sont également formalisés dans ce modèle de structure d'offre : contexte, exigences du client, processus de réalisation de la solution technique et indicateurs d'évaluation des offres sont aussi pris en compte (section 3.2).

Le modèle de P γ SS proposé dans la section 3.1 permet de modéliser indifféremment les produits, les services et les PSS, ce qui représente un apport au regard de la revue de littérature effectuée précédemment (chapitre 2). Ce modèle est compatible avec les modèles existants en conception : il reprend la modélisation bien connue de nomenclature pour les produits, et est également compatible avec les modèles décomposant les services en un ensemble d'artefacts intangibles.

La connaissance de l'entreprise nécessaire à l'élaboration d'offres est structurée à l'aide d'une taxonomie. L'ensemble des éléments identifiés dans le modèle de structure d'offre sont formalisés sous forme d'arborescence de concepts. De plus, nous formalisons le problème d'élaboration d'offres sous forme d'un problème de satisfaction de contraintes : des variables sont associées à chaque concept de la taxonomie, et les règles métiers sont formalisées sous forme de contraintes. Enfin, afin d'exploiter également la connaissance contenue dans les cas passés de l'entreprise, nous utiliserons également une approche de raisonnement à partir de cas. Les descripteurs des deux bases de cas utilisés seront choisis en cohérence avec les concepts de la taxonomie et les variables du CSP. L'application du modèle de structure d'offre à chacune de ces trois approches est détaillée dans la section 3.4.

Enfin, le modèle proposé est testé sur sept exemples de P γ SS dans la section 3.3. Ces exemples, qui couvrent les différents cas pouvant être rencontrés par les entreprises soumissionnaires, montrent l'intérêt de la typologie proposée et la diversité des P γ SS.

Le chapitre suivant entame la troisième partie de ce mémoire, consacrée aux méthodes de déploiement. Ce chapitre contient notre deuxième état de l'art, consacré à l'axe de recherche n° 2, « Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ? ».

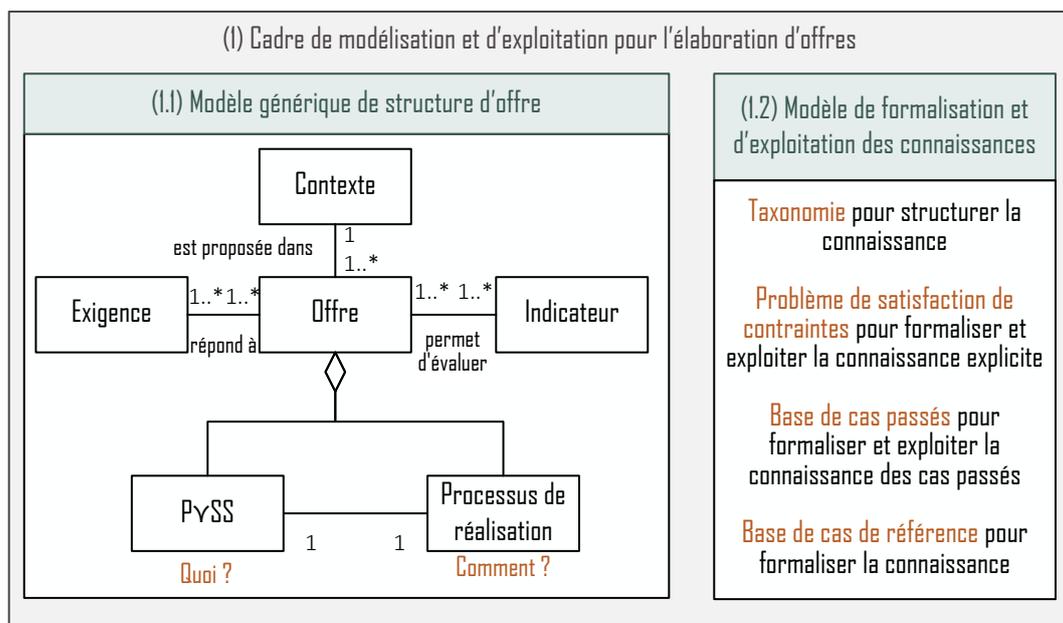


Figure 3.20 – Proposition d'un cadre de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres

Citations originales du chapitre 3

(3.a) *An artifact may be defined as an object that has been intentionally made or produced for a certain purpose.* (Hilpinen, 2004, p. 1) cité p. 61

(3.b) *Projects that pass the prebid phase proceed to the proposal development phase in which a number of variables are assessed to determine the costs, risks, and desirability of the job. These variables have been grouped into four major areas, which, taken together, determine the value of the bid opportunity. These four areas are labeled company specific, customer specific, environment specific, and competition specific.* (Boughton, 1987, p. 90) cité p. 66

III

Méthodologie de déploiement

4

État de l'art sur les méthodologies

La lecture de tous les bons livres est comme une conversation
avec les plus honnêtes gens des siècles passés.

René Descartes, *Discours de la méthode*

4.1	Méthodologies pour les systèmes à base de connaissances	94
4.1.1	Introduction à la gestion des connaissances	94
4.1.2	Méthodologie CommonKADS	96
4.1.3	Méthode MASK	99
4.1.4	Méthodologies de retour d'expériences	101
4.1.5	Synthèse intermédiaire	102
4.2	Méthodologies de réingénierie des processus	102
4.2.1	Méthodologie CIMOSA	103
4.2.2	Méthodologie GIM	104
4.2.3	Autres méthodologies de réingénierie des processus	105
4.2.4	Synthèse intermédiaire	105
4.3	Méthodologies de déploiement de systèmes d'informations	106
4.3.1	Méthode MERISE	106
4.3.2	Démarche basée sur l'architecture ARIS	107
4.4	Synthèse du chapitre 4	108
	Citations originales du chapitre 4	109

Dans le chapitre précédent, nous avons répondu à notre première question de recherche en proposant un cadre de modélisation et d'exploitation des connaissances pour l'élaboration d'offres. Un tel cadre doit être accompagné d'une méthodologie de mise en œuvre. En effet, d'après Bück (1999) « la mise en œuvre d'un système de capitalisation et de partage des connaissances est subordonnée à l'utilisation d'une méthodologie adaptée. À l'image de tout management de projet, celle-ci doit suivre une logique itérative et progressive ». La troisième partie de ce mémoire est donc consacrée à notre deuxième axe de recherche : « Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ? ». Pour proposer une telle méthodologie, nous faisons tout d'abord un état de l'art des méthodes et démarches relatives d'une façon ou d'une autre au déploiement d'un système à base de connaissances (*Knowledge-based system* – KBS).

Ce chapitre présente donc les méthodologies issues de la littérature en lien avec nos travaux. La section 4.1 est consacrée aux méthodologies pour les systèmes à base de connaissances. La

section 4.2 présente les méthodologies de réingénierie des processus. Des méthodologies de déploiement de systèmes d'information (SI) sont introduites dans la section 4.3. Enfin, une synthèse conclut ce chapitre (section 4.4).

4.1 Méthodologies pour les systèmes à base de connaissances

De nombreux travaux s'intéressent à la gestion des connaissances, et proposent des méthodologies de déploiement de systèmes à base de connaissance (*Knowledge-based systems* – KBS).

4.1.1 Introduction à la gestion des connaissances

Démarches de capitalisation des connaissances

Ermine (2001) identifie trois points-clés autour desquels s'articulent les objectifs de gestion des connaissances :

1. capitaliser (« Savoir d'où l'on vient, savoir où l'on est, pour mieux savoir où l'on va »),
2. partager (« Passer de l'intelligence individuelle à l'intelligence collective »),
3. créer (« Créer, innover pour survivre »).

Dans le cadre directeur GAMETH®, la problématique de capitalisation des connaissances est caractérisée par cinq facettes et leurs interactions (Grundstein, 2002), représentées sur la figure 4.1 page ci-contre. Ce cadre de capitalisation est plus détaillé que les macro étapes identifiées par Ermine et comporte cinq phases (Zacklad et al., 2001) :

1. *Repérer* – concerne les problématiques liées au repérage de ces connaissances cruciales : les identifier, les localiser, les caractériser, en faire des cartographies, estimer leur valeur économique et les hiérarchiser.
2. *Préserver* – concerne les problématiques liées à la préservation des connaissances : les acquérir auprès des porteurs de connaissance, les modéliser, les formaliser et les conserver.
3. *Valoriser* – concerne les problématiques liées à la valorisation des connaissances : accessibilité dans l'entreprise, diffusion, partage, exploitation, pour créer de nouvelles connaissances.
4. *Actualiser* – concerne les problématiques liées à l'actualisation des connaissances : elles sont évaluées, mises à jour, standardisées et enrichies au fur et à mesure des retours d'expériences.
5. *Manager* – concerne les interactions entre les différentes problématiques citées précédemment.

Par *connaissances cruciales*, l'auteur entend « les savoirs (connaissances explicites) et les savoir-faire (connaissances tacites) nécessaires aux processus de décision et au déroulement des processus essentiels qui constituent le cœur des activités de l'entreprise » (Zacklad et al., 2001).

Kimiz (2005), après avoir étudié plusieurs cycles de gestion de la connaissances issus de la littérature (Bukowitz et al., 2000; McElroy, 1999; Meyer et al., 1996; Wiig, 1993), propose un cycle de gestion des connaissances intégré (*integrated knowledge management cycle*). Ce cycle est composé de trois phases principales, qui se retrouvent dans chacune des références étudiées :

1. La captation et/ou création de la connaissance,
2. Le partage et la dissémination de la connaissance,
3. L'acquisition et l'application des connaissances.

Ce découpage correspond également, de façon moins détaillée, aux cinq phases proposées par Grundstein (2002) : la phase *Repérer* correspond à la captation/création de la connaissance, les phases *Valoriser* et *Actualiser* correspondent au partage et à la dissémination de la connaissance, la phase *Préserver* correspond à l'acquisition et application de la connaissance.



Nous devons donc prendre en compte chacune des cinq étapes définies dans les travaux de Grundstein (2002) dans notre propre méthodologie : repérer, préserver, valoriser, actualiser et manager.

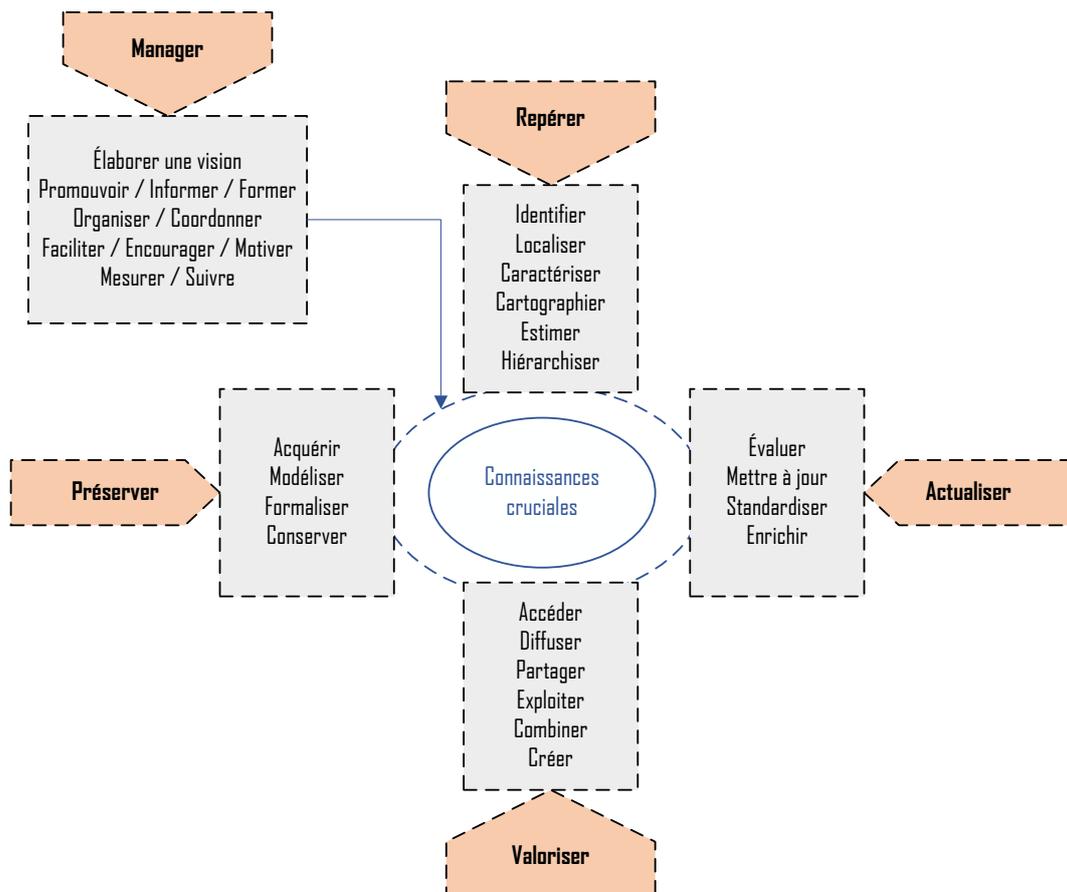


Figure 4.1 – La problématique de capitalisation des connaissances dans les organisations, adaptée de Grundstein (2002)

Deux types d'approches de gestion des connaissances

Deux types de méthodologie de gestion des connaissances peuvent être distinguées (Béler, 2008; Tisseyre, 1999) :

les approches descendantes – qui appliquent un modèle générique de connaissance à un domaine particulier (figure 4.2a),

les approches ascendantes – qui généralisent des fragments de connaissance (figure 4.2b).

Nous décrivons dans la suite de cette section deux approches descendantes : la méthodologie CommonKADS et la méthodologie MASK, ainsi que deux approches ascendantes de retour d'expériences.

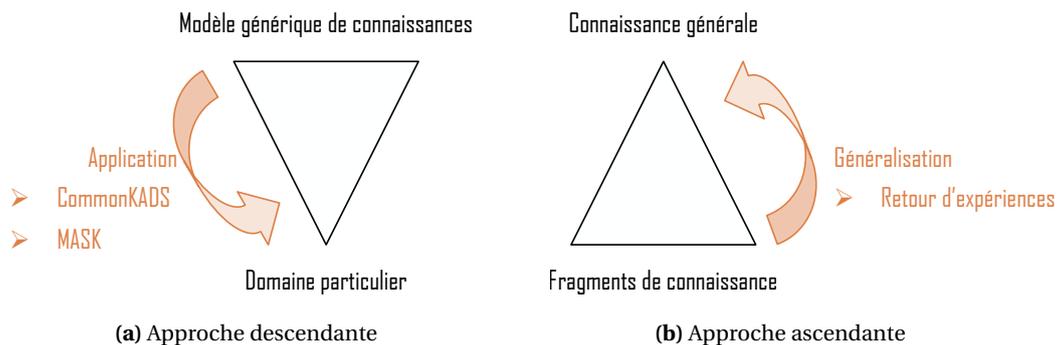


Figure 4.2 – Approches de gestion des connaissances

4.1.2 Méthodologie CommonKADS

La méthodologie CommonKADS (*Common Knowledge Acquisition and Design System*) est issue des projets européens KADS-I puis KADS-II (Caulier, 2001)¹. Après avoir proposé la méthodologie KADS (Wielinga et al., 1992) à l'issue du projet KADS-I, la méthodologie CommonKADS est soumise suite au projet KADS-II. L'objectif de CommonKADS est de fournir une approche structurée pour le développement de systèmes à base de connaissances (*Knowledge-based System* – KBS) (Schreiber et al., 1994b).

Modèles de la méthodologie CommonKADS

La méthodologie CommonKADS est dirigée par les modèles : six modèles sont proposés pour faire face à la complexité du processus d'ingénierie des connaissances (Dieng et al., 2005; Schreiber et al., 2000) :

modèle d'organisation (organization model) – Il fournit une analyse de l'environnement socio-organisationnel dans lequel le KBS sera implanté. Il comprend une description des fonctions, tâches et goulots d'étranglement dans l'organisation. De plus, il décrit (prédit) comment l'implantation d'un KBS va influencer l'organisation et les personnes qui y travaillent (Wielinga et al., 1992)².

modèle de tâche (task model) – Il décrit les tâches réalisant les fonctions identifiées dans le modèle d'organisation.

modèle d'agent (agent model) – Il décrit les agents (ressources humaines ou informatiques) impliqués dans la réalisation des tâches.

modèle de communication (communication model) – Il rend compte de la communication homme - machine.

1. La méthodologie CommonKADS a été introduite page 32.

2. [traduction libre] voir citation originale 4.a p. 109

modèle de connaissance (knowledge model) – Il permet de modéliser l'expertise nécessaire à la réalisation des tâches par les agents.

modèle de conception (design model) – Il traite de la conception d'un système à base de connaissances destiné à implémenter les connaissances modélisées.

Les quatre premiers modèles sont spécialement conçus pour modéliser l'environnement organisationnel d'un KBS (Schreiber et al., 1994b).

Phases de la méthodologie CommonKADS

La méthodologie CommonKADS comporte trois phases, au cours desquelles les modèles précédents sont instanciés (figure 4.3) :

1. *Contexte* – Une première phase d'analyse et de modélisation de l'environnement et de l'existant permet de répondre à la question « Pourquoi développer un KBS? ». Trois étapes, correspondant aux trois modèles en jaune sur la figure 4.3 permettent de définir les objectifs de développement du KBS : les modèles d'organisation, de tâche et d'agent.
2. *Concept* – Une deuxième phase de modélisation des connaissances permet de répondre à la question « Quoi? ». Par exemple « Quelle est la nature et la structure des connaissances? » (Schreiber et al., 2000)³.
3. *Artefact* – La troisième phase, plus orientée implémentation, permet de répondre à la question « Comment? ».

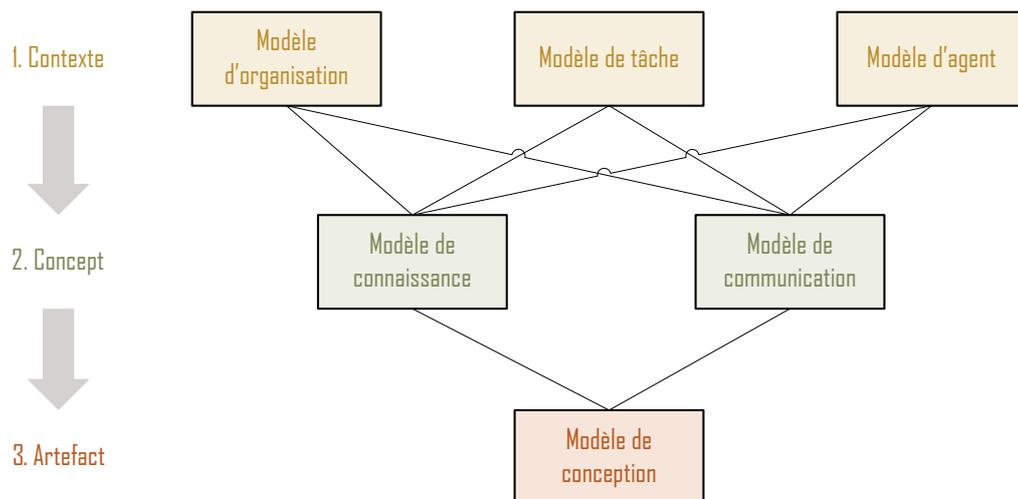


Figure 4.3 – Les six modèles et les trois phases de la méthodologie CommonKADS, traduit et adapté de Schreiber et al. (2000, p. 14) ©Massachusetts Institute of Technology

Rôles dans la méthodologie CommonKADS

Pour le bon déroulement de la méthodologie CommonKADS, six rôles sont identifiés (Schreiber et al., 2000), et illustrés figure 4.4 page suivante :

Le spécialiste, « fournisseur » de la connaissance (knowledge provider) – Il s'agit traditionnellement d'un « expert » du domaine, mais il peut aussi s'agir d'autres personnes de l'entreprise qui n'ont pas le statut « expert ». Une problématique clef consiste à trouver les « vrais » experts.

L'analyste, « ingénieur de la connaissance » (knowledge engineer) – Il s'agit de la personne qui déploie la méthode CommonKADS, et notamment la phase d'analyse (1. Contexte).

3. [traduction libre] voir citation originale 4.b p. 109

Le développeur (knowledge-system developer) – Il s’agit de la personne responsable du design et de l’implémentation.

L'utilisateur (knowledge user) – Un utilisateur se sert directement ou indirectement du système à base de connaissances. L’implication des utilisateurs dès le début du projet est particulièrement critique car ce sont eux qui exploiteront le KBS au quotidien.

Le chef de projet (project manager) – Il s’agit de la personne en charge du bon déroulement du projet de développement de KBS.

Le « manager de la connaissance » (knowledge manager) – Il n’est pas directement impliqué dans le projet de développement du système à base de connaissance. Il s’agit de la personne qui a défini la stratégie de l’entreprise liée à la gestion de la connaissance.

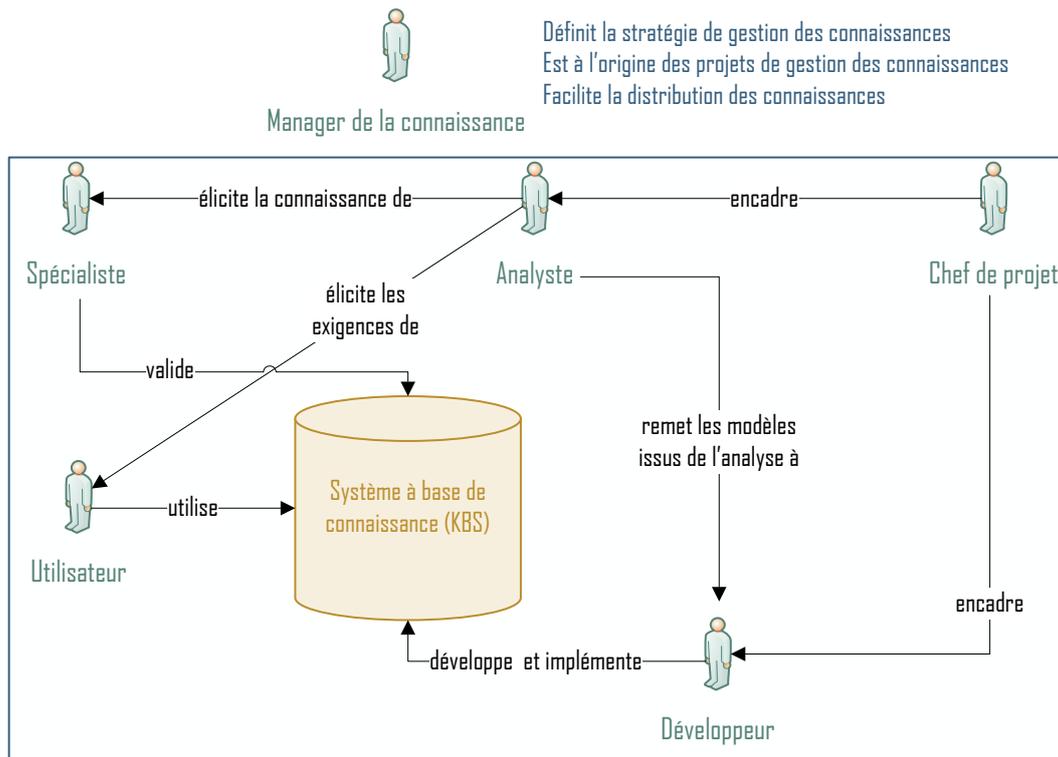


Figure 4.4 – Vue graphique des six rôles de la méthodologie CommonKADS, traduit et adapté de Schreiber et al. (2000, p. 21)

Synthèse concernant la méthodologie CommonKADS

La méthodologie CommonKADS, bien qu’ayant aujourd’hui plus de 20 ans, reste une méthodologie clef quant à la création de KBS. Quelques travaux plus récents s’intéressent à la mise en application de cette méthodologie. Citons par exemple les travaux de Sutton et al. (2009) et Xavier et al. (2013) dans le domaine médical, ou de Saleh et al. (2018), qui proposent une amélioration de la méthodologie CommonKADS afin de rendre ses applications plus réutilisables.

La méthodologie CommonKADS est centrée sur la modélisation des connaissances, qui est particulièrement détaillée à l’aide de plusieurs modèles.



Plusieurs éléments de la méthodologie CommonKADS sont particulièrement pertinents concernant nos travaux. Tout d’abord, la décomposition en trois phases (1) analyse de l’existant, (2) modélisation des connaissances, (3) implémentation pourra être utilisée dans notre méthodologie

de déploiement. De plus, il est intéressant de noter que nous avons effectivement déployé l'ensemble de ces trois phases lors du projet OPERA⁴. D'autre part, nous nous inspirerons des rôles identifiés pour le déploiement d'un KBS en entreprise.

La section suivante est dédiée à une autre approche de gestion des connaissances descendante : la méthode MASK.

4.1.3 Méthode MASK

MASK est la troisième génération d'une lignée de méthodes conçues par Ermine, qui a d'abord compté MOISE, puis MKSM (marque déposée du CEA⁵) (Ermine et al., 1996). MASK peut être interprété comme le sigle de *Method for Analysing and Structuring Knowledge* – Méthode d'Analyse et de Structuration des Connaissances (Ermine, 2001).

La méthode MASK propose un ensemble de modèles formalisant la connaissance, qui peut être suffisant pour l'implémenter dans une application informatique précise (un système d'aide à la décision, une base de données, etc.). Il s'agit de l'objectif initial de MASK. Cependant, à ces modèles ont été rajoutés d'autres documents liés à la connaissance du domaine, formant ainsi le *livre de connaissances* (Ermine, 2001).

L'axiome de base de MASK est le suivant : « les connaissances dans l'entreprise sont organisées comme un système à part entière », et ce système n'est pas réductible aux systèmes déjà existants dans l'entreprise (Ermine, 2001).

Modèles de la méthode MASK

La méthode MASK adopte trois points de vue pour décrire la connaissance : l'information, le sens et le contexte (Ermine, 2001). Chacune de ces trois vues est abordée selon trois autres vues : la structure, la fonction, et l'évolution. Cette dernière dimension *évolution* n'était pas encore présente dans la version MKSM. La figure 4.5 page suivante illustre la combinaison de ces vues.

Information – Les *données* permettent de décrire la structure de l'information, et les *traitements* représentent l'aspect fonctionnel. La *datation* concerne les aspects de l'évolution de l'information.

Sens – Le sens est décrit en termes de *réseaux sémantiques* pour l'aspect structurel, et *tâches cognitives* pour l'aspect fonctionnel. Les *lignées* concernent les aspects de l'évolution du sens.

Contexte – Le contexte est représenté par une description du *domaine* pour l'aspect structurel, et par une description de l'*activité* pour l'aspect fonctionnel. L'*historique* concerne les aspects de l'évolution du contexte.

Phases de la méthode MASK

Un projet MASK est organisé autour du cycle de modélisation, et comporte deux phases (Ermine, 2001) :

1. *Phase de cadrage* – La charge de travail associée à la modélisation est conséquente si tous les modèles sont instanciés. Cependant, le cycle complet de modélisation n'est pas toujours nécessaire suivant le projet. Cette phase de cadrage vise donc à identifier les modèles pertinents en fonction de l'objectif et des spécificités du projet.
2. *Phases de modélisation* – Ces phases de modélisation intègrent les modèles décrits précédemment.
 1. Tout d'abord, les éléments liés aux informations sont modélisés (à la fois sur les aspects données et traitements).

4. cf. chapitre 6 section 6.1.2 page 144.

5. Commissariat à l'énergie atomique

2. Ensuite, l'expert donne du sens aux informations identifiées précédemment grâce au modèle de concepts (ressemblant à une taxonomie) et au modèle de tâches (organigramme de tâches).
3. Enfin, les modèles de contexte sont instanciés : les règles métiers sont formalisées de façon structurelle (modèle du domaine) et fonctionnelle (modèle d'activité - proche d'un diagramme SADT)

Le déploiement d'un projet MASK ne peut pas être une action isolée et doit faire partie d'une démarche tactique comportant trois volets (Ermine, 2001) :

- un schéma directeur de gestion des connaissances, qui « délimite le champ de travail des actions de gestion des connaissances »,
- une méthode de capitalisation des connaissances : MASK,
- une démarche d'accompagnement au changement, qui « garantit l'adhésion et la participation des acteurs, sans lesquels tout projet est voué à l'échec ».

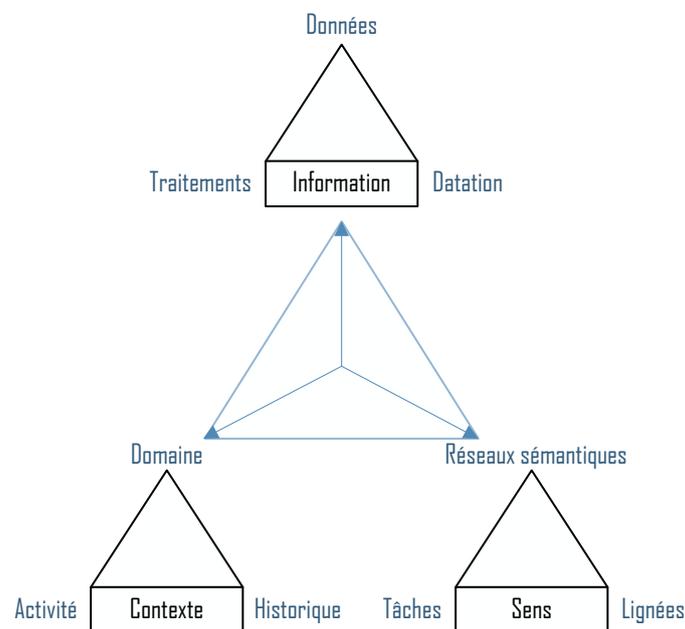


Figure 4.5 – Axiome du macroscopie de la connaissance MASK, adapté de Ermine (2001, p. 72)
©Hermès Science Europe Ltd, Paris

Rôles dans la méthodologie MASK

La mise en œuvre d'un projet MASK nécessite l'identification de quatre rôles d'acteurs essentiels (Ermine, 2001) :

pour la réalisation du projet –

- les détenteurs de la connaissance (experts), qui fournissent le savoir à partager,
- les rédacteurs/cogniticiens, qui permettent l'expression structurée de ce savoir.

pour la conduite du projet et sa validation –

- le comité de pilotage, qui veille au bon fonctionnement et valide le déroulement,
- le comité de lecture, qui valide le contenu.

Synthèse concernant la méthodologie MASK

La méthode MASK se situe à un niveau tactique de modélisation de la connaissance. Par des modélisations successives, différents niveaux de granularité sont considérés. Comme dit précédemment, l'effort demandé pour le déploiement d'une telle méthodologie est particulièrement conséquent. De plus, tout comme la méthodologie CommonKADS, seule la modélisation de la connaissance est détaillée ici, et les autres étapes du cycle de vie de la connaissance identifiées dans la section 4.1.1 ne font pas partie de la méthodologie proposée.



Comme pour la méthode CommonKADS, nous nous inspirerons des rôles identifiés pour la mise en œuvre d'un projet de modélisation des connaissances. De plus, Ermine (2001) met en avant la nécessité de déployer un tel projet dans le cadre d'une démarche d'accompagnement, impliquant à la fois la mobilisation des différents acteurs, et la définition d'un schéma directeur au niveau stratégique de l'entreprise. Une telle démarche d'accompagnement devra faire partie de notre propre méthodologie.

4.1.4 Méthodologies de retour d'expériences

Plusieurs méthodologies ascendantes de gestion des connaissances ont été proposées. Dans cette section, nous présentons deux méthodologies de retour d'expériences : REX et MEREX.

Méthodologie REX

La méthode REX, tout comme la méthode MASK, est issue des travaux de recherche du CEA. « Le principe de base de la méthode REX consiste à constituer des *éléments de connaissances* tels que des *éléments d'expériences* issus d'une activité quelconque et à restituer ces éléments pour qu'un utilisateur puisse les valoriser. Les éléments de connaissances ainsi définis sont stockés et gérés dans une mémoire avant d'être restitués pour examen et réutilisation. » (Dieng et al., 2005)

Dans la méthode REX, la mémoire de l'entreprise est constituée de quatre parties (Dieng et al., 2005) :

le réseau terminologique – Aussi appelé lexique, il est construit pour permettre des requêtes proches du langage naturel, et constitue le vocabulaire du domaine.

le modèle descriptif – Il représente les concepts selon différents points de vue. Chaque point de vue est représenté par un ensemble de concepts reliés entre eux par un réseau sémantique.

les éléments de connaissances – Les éléments d'expérience détaillent la connaissance liée à une situation de façon à être facilement réutilisables. Le contenu des fiches établies est issu d'entretien avec les experts du domaine.

les documents – Les documents techniques, standards, procédures, etc. constituent également la connaissance du domaine.

Le réseau terminologique et le modèle descriptif constituent ensemble le modèle du domaine. La captation des éléments d'expérience est issue d'entretiens avec les experts du domaine. Trois ou quatre entretiens d'une demi-journée chacun sont recommandés pour construire les fiches de connaissance (Dieng et al., 2005).

Méthodologie MEREX

La méthodologie MEREX (Mise en Règle de l'Expérience) a été développée par Renault et vise à capitaliser les connaissances de l'entreprise pour la résolution de problèmes. Cette méthodologie est proposée comme solution préventive aux dysfonctionnements intervenant sur le processus de conception automobile. Tout comme la méthode REX, la méthode MEREX repose sur des fiches, mais également des *check-lists* (Dieng et al., 2005). Les fiches, suivant un modèle pré établi, contiennent des description de règles et connaissances liées à un dysfonctionnement. La *check-list* regroupe l'ensemble des titres des fiches.

La démarche de capitalisation MEREX reprend les trois étapes identifiées dans la section 4.1.1 (Dieng et al., 2005) :

Création – Une fiche MEREX, document informatique décrivant une solution métier, est créée après validation auprès des experts concernés.

Partage – La fiche est partagée via l'intranet de l'entreprise.

Exploitation – Une base contenant l'ensemble des fiches peut être consultée, et donc exploitée, sur demande de l'utilisateur.

Synthèses sur les méthodologies de retour d'expériences

Les deux méthodologies de gestion des connaissances ascendantes présentées ici concernent la résolution de problèmes. Des fiches métier formalisent la connaissance liée à un dysfonctionnement spécifique et au comportement à adopter, en fonction des expériences de l'entreprise.



Cette application pour la résolution de problèmes est assez éloignée de notre problématique de système d'aide pour l'élaboration d'offres. La notion de fiches ne sera donc pas retenue dans notre propre méthodologie.

4.1.5 Synthèse intermédiaire

Dans le cadre directeur GAMETH®, Grundstein (2002) identifie cinq phases au cycle de capitalisation des connaissances. L'activité *repérer* la connaissance concerne les problématiques liées au repérage des connaissances à formaliser. Cette activité devra faire partie de notre propre méthodologie. L'activité *préserver* correspond à une activité de modélisation. Cette activité est particulièrement critique. La *valorisation* correspond dans le cadre de nos travaux à l'exploitation des connaissances avec les outils décrits précédemment (CSP et CBR). L'*actualisation* met en avant la nécessité d'une étape permettant la mise à jour du modèle. Enfin, l'activité *manager* se situe à un niveau plus stratégique. Nos travaux se situant à un niveau plus opérationnel, cette phase ne sera pas intégrée dans la méthodologie proposée. La méthodologie que nous proposerons comportera donc *a minima* une phase de modélisation, une phase d'exploitation et une phase d'actualisation.

Les approches de gestion des connaissances descendantes CommonKADS et MASK s'intéressent principalement à la modélisation de la connaissance. Les deux méthodologies identifient un certain nombre de rôles pour la mise en œuvre de tels projets, dont nous nous inspirerons pour construire la notre. De plus, la démarche d'accompagnement mise en avant par Ermine (2001) pour le déploiement de MASK est particulièrement pertinente en ce qui concerne le déploiement d'un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres.

Les approches de gestion des connaissances ascendantes REX et MEREX concernent la résolution de problèmes. Cette application étant assez éloignée de notre problématique d'aide à la décision pour l'élaboration d'offres, la notion de fiches ne sera pas retenue dans notre propre méthodologie.

Notons de plus que les CSP sont une façon de modéliser des connaissances, donc bien pris en compte dans les approches descendantes. Le CBR est une approche ascendante dont le mécanisme a été détaillé dans la section 2.3.4 page 53.

4.2 Méthodologies de réingénierie des processus

Avec le déploiement du cadre de modélisation et d'exploitation proposé, ainsi que l'outil logiciel associé, le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise sera modifié. Nous nous intéressons donc dans cette section aux méthodologies de modélisation d'entreprise ayant pour objectif la réingénierie des processus, et donc l'étude et l'amélioration du système d'information de l'entreprise.

« La modélisation d'entreprise concerne la représentation de la structure, l'organisation et le comportement d'une entité commerciale, pour analyser, (re)concevoir et optimiser ses activités afin de la rendre plus efficace » (Vernadat, 2003).

Nous présentons donc dans cette section plusieurs méthodologies basées sur la modélisation d'entreprises.

4.2.1 Méthodologie CIMOSA

Le cadre de modélisation CIMOSA⁶ (*Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture*) s'intéresse à la modélisation d'entreprise en prenant en compte trois axes d'étude, représentés sur le « cube CIMOSA », illustré figure 4.6 d'après (Abdmouleh et al., 2004) :

Génération – (en **jaune** sur la figure) Cet axe décrit la vue adoptée pour la génération du modèle. Quatre vues sont identifiées : vue fonction, information, ressources ou organisation.

Dérivation – (en **bleu** sur la figure) Cet axe décrit le niveau de modélisation lié au cycle de vie du modèle : expression des besoins, spécification de conception, description de l'implantation.

Instanciation – (en **vert** sur la figure) Cet axe décrit le degré d'instanciation de l'architecture. Trois niveaux d'instanciation du modèle sont identifiés (Pinel, 2013) : générique (correspondant à une architecture de référence qui identifie les concepts communs à toutes les entreprises), partiel (qui détaille les concepts propres à un type d'entreprise) ou particulier (décrit les concepts d'une entreprise donnée).

Plus d'informations sur le modèle CIMOSA peuvent être trouvées dans Kosanke et al. (1999b).



Dans le cadre de nos travaux, l'axe **Dérivation du modèle** peut être assimilé à en enchaînement de phases proches de celles proposées dans la méthodologie CommonKADS. Ces phases se retrouveront dans notre propre méthodologie. De même, l'axe **Instanciation du modèle** se retrouvera dans nos travaux : le modèle générique est celui présenté dans le chapitre 3 et le modèle particulier est celui qui devra être élaboré à l'issue de la méthodologie proposée. L'axe **Génération** décrivant le modèle est remplacé dans nos travaux par le cadre proposé dans le chapitre 3, avec ses différentes dimensions (contexte, exigences, solution technique, processus et indicateurs).

En 2003, une révision du modèle CIMOSA est proposée (Vernadat, 2003). Concernant le cadre de modélisation, une nouvelle vue centrée interaction (*Interaction View*) est ajoutée pour prendre en compte les aspects inter-organisationnels. Cette nouvelle vue comporte trois parties : *business entity*, *interface* et *channel*. Le cycle de vie du système utilisé est également modifié : une approche plus cyclique est proposée, prenant en compte les méthodes itératives modernes de prototypage.



La prise en compte des aspects inter-organisationnels et cycle de vie ne font pas partie de notre périmètre de travail. Ainsi, les apports de cette évolution ne seront pas pris en compte dans notre propre méthodologie.

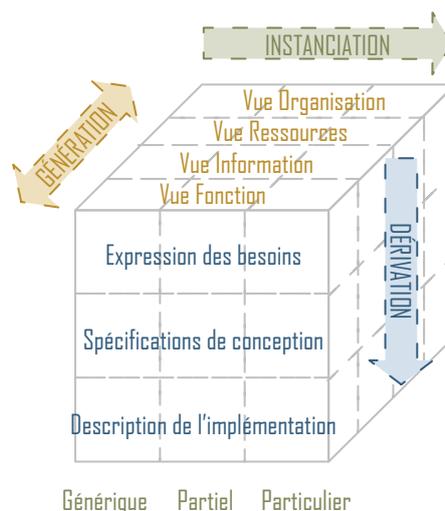


Figure 4.6 – Le cube CIMOSA, adapté de Abdmouleh et al. (2004)

6. Site de l'association CIMOSA : <http://www.cimosa.de/> Aujourd'hui l'association n'existe plus.

4.2.2 Méthodologie GIM

Développée au sein du laboratoire GRAI/LAP de l'université de Bordeaux, la méthode GRAI (Graphes à Résultats et Activités Interreliées) est une méthode de modélisation d'entreprise et a pour but la conception ou la reconception de systèmes de production (industriels ou de service). La méthode GRAI s'applique dans une optique générale d'amélioration des performances, et se focalise sur la décomposition du système étudié en trois sous-systèmes : le système décisionnel (système de conduite), le système opérant et le système d'information qui les relie (Vallespir et al., 2002).

La méthodologie GIM (*GRAI Integrated Methodology*, qui permet la mise en œuvre du modèle GRAI, s'appuie sur un modèle de référence, des formalismes graphiques et une démarche structurée (Vallespir et al., 2002).

Rôles dans la méthodologie GIM

La méthodologie GRAI fait intervenir les acteurs suivants (Vallespir et al., 2002) :

- le groupe de pilotage* – qui définit les objectifs de l'étude, oriente l'étude et évalue les résultats. Ce groupe inclut la direction de l'entreprise.
- le groupe de synthèse* – (principaux responsables) qui réalise l'étude,
- le spécialiste GRAI* – qui supporte l'étude,
- les interviewés* – qui fournissent de l'information,
- les groupes de travail* – qui recherchent des solutions.

Phases de la démarche GIM

La démarche GIM est composée des étapes suivantes (Vallespir et al., 2002), illustrées sur la figure 4.7 page ci-contre :

1. *Initialisation* – Les phases de l'étude sont présentées et les différents groupes sont définis. Dans cette phase, le groupe de synthèse et le groupe de pilotage sont impliqués.
2. *Modélisation et analyse de l'existant* – Le groupe de synthèse produit une *modélisation globale* à l'aide de la grille GRAI. Les interviews sont planifiées puis menées. Afin de produire une *modélisation détaillée*, le groupe de synthèse réalise les réseaux⁷ et révisé la grille GRAI. Enfin, les dysfonctionnements sont mis en évidence et un rapport d'analyse est fourni au groupe de pilotage.
3. *Identification du contexte et objectifs du futur système* – Le groupe de synthèse définit les contraintes externes puis les contraintes internes. Les objectifs du futur système sont précisés avec le groupe de pilotage.
4. *Conception du futur système* – Une première phase d'*initialisation de la conception* réunit les groupe de synthèse et groupe de pilotage : les dysfonctionnements sont résolus, des orientations proposées et une orientation choisie. Le groupe de synthèse et les groupes de travail œuvrent ensemble sur la phase de *conception globale* (utilisation de la grille GRAI et des réseaux globaux). Puis les groupes de travail élaborent les réseaux détaillés lors de la phase de *conception détaillée*. Enfin, le groupe de synthèse élabore un rapport à destination du groupe de pilotage lors de la dernière phase de *synthèse de la conception*.

5. *Définition d'un plan d'actions* –

Les phases ne se déroulent pas de façon aussi séquentielles (chevauchement, bouclage) (Vallespir et al., 2002).

Merlo (2003) propose une méthode spécifique à la conception des systèmes de conception : la méthode GRAI Ingénierie, qui inclut une phase de modélisation des connaissances pour enrichir les spécifications du système informatique afin que ce SI puisse non seulement améliorer le pilotage des projets de conception mais aussi assurer la capitalisation de ces projets en vue des projets futurs.

7. Un réseau est un formalisme pour représenter un processus de prise de décision.

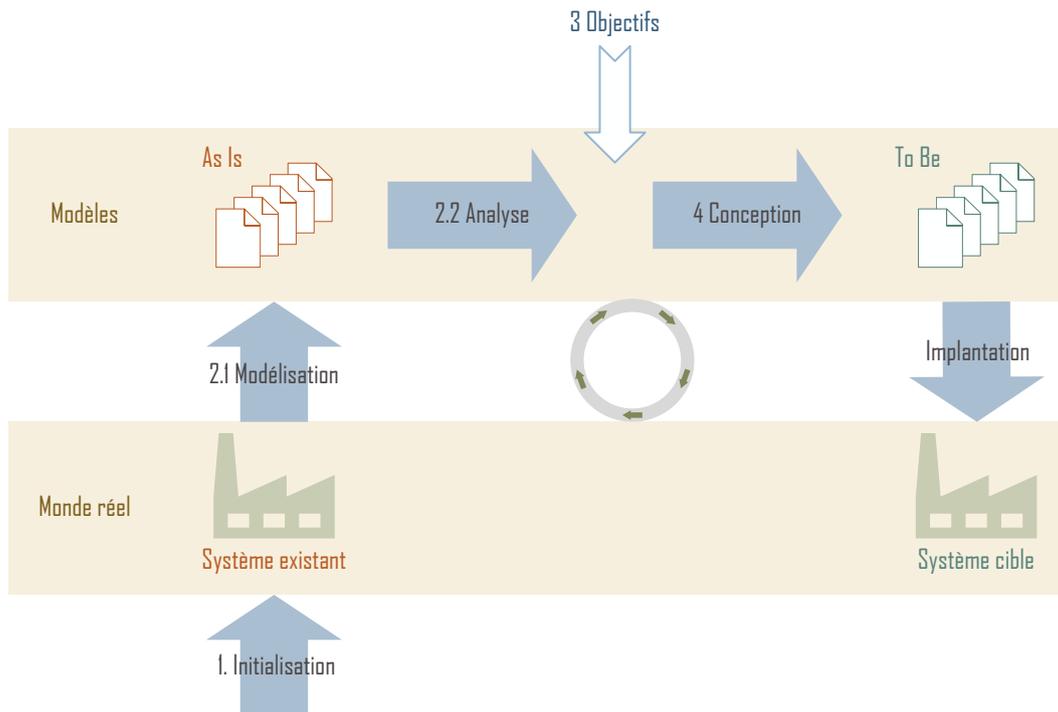


Figure 4.7 – Démarche de réingénierie GIM, adaptée de Vallespir et al. (2002)

Synthèse concernant la méthodologie GIM



Tout comme dans la méthodologie CommonKADS, différents rôles sont identifiés lors du déploiement de la méthodologie GIM. Nous nous inspirerons de ces différents rôles lors de la construction de notre propre méthode.

4.2.3 Autres méthodologies de réingénierie des processus

D'autres méthodologies de modélisation d'entreprise permettent la réingénierie des processus.

PERA L'architecture PERA (*Purdue Enterprise Reference Architecture*) a été proposée par Williams (1994). Tout comme la méthodologie GIM, une modélisation de l'existant (*As Is*) est suivie d'une modélisation du système futur (*To Be*). Cette méthodologie s'intéresse aux phases de modélisation et d'implémentation. Une phase opérationnelle (*operations phase*) de développement continu et maintenance est également proposée.

GERAM Le cadre de modélisation GERAM (*Generic Enterprise Reference Architecture Methodology*) est une consolidation des méthodologies CIMOSA, GIM et PERA proposée par un groupe de travail sur les architectures pour l'intégration des entreprises : l'IFAC/IFIP *Task Force on Architectures for Enterprise Integrations* (Force, 1997). Plusieurs auteurs des cadres de modélisation précédents comparent leurs propres modèles avec celui-ci (Kosanke et al., 1999a). pour CIMOSA.

4.2.4 Synthèse intermédiaire

Le déploiement du cadre de modélisation et d'exploitation proposé (et de l'outil logiciel associé) modifiera le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise. Les méthodologies de réingénierie des processus ont pour point commun de détailler particulièrement la modélisation d'entreprise, avec une modélisation de l'existant (*As Is*) suivie d'une modélisation du système à faire (*To Be*).



Dans le cadre de nos travaux, bien que le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise soit impacté, nous ne souhaitons pas modifier en profondeur les pratiques de l'entreprise. Ces méthodologies sont donc trop détaillées pour nos besoins. Nous nous contenterons de mettre à jour le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise après le déploiement du cadre de modélisation et d'exploitation proposé.

4.3 Méthodologies de déploiement de systèmes d'informations

Dans la littérature, de nombreux auteurs s'intéressent au déploiement de systèmes d'informations (SI), et notamment au déploiement de solutions métiers telles que les systèmes PLM (*Product Lifecycle Management*).

4.3.1 Méthode MERISE

MERISE est une méthode de développement de projets informatiques de gestion⁸.

Modèles de la méthode MERISE

Pour étudier et développer le SI d'une entreprise, il est nécessaire de connaître ses échanges internes et avec l'extérieur, de savoir comment elle réagit à une sollicitation externe et quelle est la structure des informations qu'elle utilise (Diviné, 1989). La méthode MERISE décrit cette connaissance sous forme de trois composantes : communication, traitement et données.

Communication – Les échanges ou la communication sont des flux entre systèmes, notamment des flux d'informations ou messages.

Traitement – Les traitements des messages, flux d'informations, décrivent les tâches à effectuer à la réception ou pour l'émission d'un flux d'informations.

Données – La structure de mémorisation des informations est représentée sous une forme qui permet un passage aisé vers les "enregistrements informatiques".

Avant de spécifier un outil informatique, il est nécessaire de définir le travail des futurs utilisateurs, ainsi que l'organisation du travail au sein de l'entreprise. Afin de déterminer cette organisation, l'analyse des objectifs et des fonctions majeures de l'entreprise doit être menée. L'informatisation est donc conçue en fonction de l'organisation et l'organisation en fonction des objectifs à atteindre (Diviné, 1989). Ainsi, la démarche d'informatisation est découpée en quatre niveaux :

Niveau conceptuel – étude des fonctions

Niveau organisationnel – étude de l'organisation

Niveau logique – niveau décrivant l'informatique sans choix de matériel ou de logiciel précis,

Niveau physique – niveau décrivant le résultat de la méthode ou l'informatisation finale

L'adoption de la méthode entraîne la définition des fonctions générales de l'entreprise avant la définition de l'organisation et avant la définition des outils informatiques.

Phases de la méthode MERISE

Le cadre de MERISE comporte trois cycles (Rochfeld et al., 1983)⁹ :

1. un cycle d'abstraction, qui utilise les trois niveaux de l'application (communication, traitement, données).
2. un cycle d'approbation, qui permet d'identifier les points de décision lors de l'élaboration du SI : chaque point correspond à une décision qui doit être prise avant d'aller plus loin.
3. un cycle de vie, qui est commun à beaucoup de projets d'ingénierie. Il est composé des étapes suivante : planification (à long terme), étude initiale, étude détaillée, mise en œuvre, lancement, et maintenance.

8. Cette méthodologie tire son nom du merisier, qui est un arbre porte-greffe (et n'est donc pas un acronyme). De façon analogue, MERISE est le résultat de la greffe de plusieurs méthodes (Diviné, 1989).

9. [traduction libre] voir citation originale 4.c p. 109

Synthèse sur la méthode MERISE

La méthode MERISE est toujours d'actualité et des travaux sont actuellement menés pour combiner cette méthode avec d'autres formalismes. Samuel et al. (2018) s'intéressent à l'élaboration d'une base de données distribuée en combinant MERISE et UML. Les travaux de Arab et al. (2018) s'intéressent également aux méthodologies MERISE et UML, proposant à chaque étape du processus de conception d'un logiciel de comparer les deux approches et d'identifier quels modèles sont les plus appropriés.



Dans le cadre de nos travaux, cette méthode, axée développement, est bien trop générale et peu adaptée à notre situation.

Cas particulier de déploiement de PLM

Un système PLM (*Product Lifecycle Management*) a pour objectif de gérer les représentations liées à la gestion du cycle de vie du produit (Pinel, 2013). Le cycle de vie du produit comprend classiquement les étapes suivantes : conception, fabrication, installation et mise en service, utilisation, retrait, recyclage.

Baczkowski (2012) identifie trois phases lors du déploiement d'une solution PLM :

1. phase d'avant-projet (amont)
2. phase de déploiement
3. phase d'après projet

Se basant sur les travaux de Baczkowski (2012), Plo (2018) propose une démarche de déploiement d'une solution PLM en entreprise, en se focalisant sur la phase *avant-projet*. La méthode proposée a pour objectif de formaliser les besoins de l'entreprise avant de rencontrer un éditeur PLM. Cette méthode est composée de quatre étapes :

1. Comprendre l'organisation du processus de recherche et développement (R&D) de l'entreprise, afin de modéliser l'organisation existante sans considérer une vision trop centrée sur le PLM et ses fonctionnalités,
2. Comprendre ce qu'implique une approche PLM, pour estimer les impacts possibles de la mise en place d'une telle solution dans l'entreprise,
3. Considérer les utilisateurs dans le déploiement de la solution pour favoriser l'acceptation de l'outil PLM,
4. Formaliser les besoins et définir les spécifications d'une solution qui pourrait être adaptée à l'entreprise, à ses besoins et à ceux des futurs utilisateurs.



Les quatre étapes spécifiques à l'avant-projet identifiées dans la méthode de Plo (2018) sont intéressantes pour enrichir les étapes que nous avons déjà signalées comme utiles à notre propre méthodologie.

4.3.2 Démarche basée sur l'architecture ARIS

ARIS (*Architecture for Integrated Information Systems*) est une démarche pour développer, optimiser et implémenter un SI intégré du point de vue des processus de l'entreprise (Scheer et al., 2006)¹⁰. La méthodologie ARIS concerne la réingénierie des processus par la modélisation des processus de l'entreprise (*business process*).

L'architecture ARIS (*Architecture of Integrated Information Systems*) comporte cinq vues (Scheer et al., 2006) : une vue fonctionnelle, une vue organisationnelle, une vue « données », une vue « sortie » et une vue « contrôle/processus ». Le déploiement de l'architecture ARIS est composée de cinq phases :

10. [traduction libre] voir citation originale 4.d p. 109

Phase 1 – Définition de la situation initiale orientée SI (*IS-oriented initial strategic situation*),

Phase 2 – Définition des exigences (*requirements definition*),

Phase 3 – Spécifications pour la conception (*design specification*),

Phase 4 – Description de l'implémentation physique (*implementation description*),

Phase 5 – Exploitation et maintenance (*runtime*).

Les quatre premières phases sont regroupées sous le terme *buildtime*. Tout comme dans la méthodologie GIM, une phase de modélisation de l'existant (*As Is*) est suivie d'une définition du système à implémenter (*To Be*).

Synthèse sur l'architecture ARIS

La démarche de déploiement de l'architecture ARIS englobe toutes les étapes du cycle de vie d'un SI, des spécifications à la maintenance en passant par l'implémentation.



L'outil informatique que nous souhaitons déployer pour l'aide à la décision en réponse à appel d'offres sera déjà développé. Les étapes de spécification et développement ne font pas partie du périmètre de notre méthodologie. Cependant, les étapes d'implémentation, d'exploitation et de maintenance devront être prises en compte.

4.4 Synthèse du chapitre 4

Dans ce chapitre, nous faisons un état de l'art consacré aux méthodologies susceptibles d'accompagner le déploiement d'un environnement logiciel à base de connaissances, en particulier pour l'assistance à l'élaboration d'offres.

Les méthodologies de gestion des connaissances descendantes, telles que CommonKADS et MASK se concentrent principalement sur la modélisation des connaissances. Grundstein (2002) met en avant la nécessité de prendre en compte tout le cycle de vie de la connaissance, et pas uniquement la phase de modélisation. Après avoir identifié et modélisé les connaissances utiles à l'élaboration d'offres, il faut donc également proposer une méthodologie susceptible de permettre aux acteurs de les consulter, de les modifier et de les capitaliser. Cependant, différents rôles interviennent dans le déploiement des méthodologies CommonKADS et MASK, ce qui s'avère intéressant pour nos travaux.

Les méthodologies de gestion des connaissances ascendantes, telles que REX et MEREX, se concentrent sur la résolution de problèmes et ne sont donc pas adaptées à notre problématique.

Les méthodologies de réingénierie des processus, telles que CIMOSA ou GIM, détaillent en profondeur les modifications effectuées dans les processus de l'entreprise. Bien que le déploiement de l'outil que nous proposons impacte le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise, ces démarches sont surdimensionnées pour nos besoins. Nous nous contenterons donc de mettre à jour le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise après le déploiement du cadre de modélisation et d'exploitation proposé.

Les méthodologies de déploiement de systèmes d'informations, telles que MERISE ou ARIS, sont en partie hors de notre périmètre de travail car nous cherchons à déployer un outil logiciel existant. Cependant, des étapes de la méthode ARIS telles que l'implémentation, l'exploitation et la maintenance feront partie de la méthodologie proposée.

Ainsi, ce chapitre a mis en lumière les facteurs de succès suivants, se rapportant à l'élaboration d'une méthodologie de déploiement et d'utilisation d'un KBS :

Facteur n° 7

La méthodologie proposée devra permettre d'identifier les rôles des personnes intervenant dans le déploiement et l'utilisation de l'outil logiciel à base de connaissances.

Facteur n° 8

La méthodologie proposée devra permettre de formaliser la connaissance nécessaire à l'élaboration d'offres, de déployer ce modèle dans l'entreprise, puis d'exploiter et de maintenir ce modèle. Ainsi, la méthodologie permettra de prendre en compte les cinq phases du cycle de vie de la connaissance identifiées par Grundstein (2002).

Pour conclure, cet état de l'art met en lumière la nécessité d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation d'un KBS adaptée à l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres prenant en compte toutes les phases du cycle de vie de la connaissance, que nous enrichirons à l'aide d'apports issus des démarches issues de la modélisation d'entreprises et des systèmes d'information. Nous proposerons une telle méthodologie dans le chapitre suivant.

Citations originales du chapitre 4

(4.a) *An organizational model provides an analysis of the socio-organizational environment in which the KBS will have to function. It includes a description of the functions, tasks and bottlenecks in the organization. In addition, it describes (predicts) how the introduction of a KBS will influence the organization and the people working in it.* (Wielinga et al., 1992, p. 8) cité p. 96

(4.b) *What is the nature and structure of the knowledge involved? What is the nature and structure of the corresponding communication? The conceptual description of the knowledge applied in a task is the main issue here.* (Schreiber et al., 2000, p. 17) cité p. 97

(4.c) *The framework of MERISE has three cycles :*

(1) *The abstraction cycle uses the three database levels and for each of these, an Entity Relationship and Interaction Oriented approach was chosen.*

(2) *The approval cycle recognizes the necessity of identifying decision points during the development system : each point corresponds of the information to a decision which has to be made before going further.*

(3) *The life cycle, which is common to many engineering projects, consists of (long range) planning, initial study, detailed study, implementation, launching, and maintenance.* (Rochfeld et al., 1983, p. 145) cité p. 106

(4.d) *ARIS - Architecture of Integrated Information Systems, a concept that creates a guideline for developing, optimizing and implementing integrated application systems from a process point of view.* (Scheer et al., 2006, p. 605) cité p. 107

5

Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'utilisation pour l'élaboration d'offres

5.1	Introduction à la méthodologie proposée	112
5.1.1	Pré requis à la méthodologie proposée	112
5.1.2	Une méthodologie en plusieurs phases	113
5.2	Phase 1 - Initialisation	115
5.2.1	Étape 1.1 - Cadrage initial	116
5.2.2	Étape 1.2 - Identification des acteurs	116
5.2.3	Étape 1.3 - Analyse de l'existant	117
5.2.4	Synthèse de la <i>Phase 1 - Initialisation</i>	118
5.3	Phase 2 - Spécialisation	118
5.3.1	Étape 2.1 - Identification des offres	119
5.3.2	Étape 2.2 - Exploration de l'offre	121
5.3.3	Étape 2.3 - Modélisation de l'offre	125
5.3.4	Étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances	128
5.3.5	Synthèse de la <i>Phase 2 - Spécialisation</i>	130
5.4	Phase 3 - Implémentation	132
5.4.1	Étape 3.1 - Paramétrage de l'application logicielle	132
5.4.2	Étape 3.2 - Peuplement informatique de la base de cas	132
5.4.3	Étape 3.3 - Tests et Validation	132
5.4.4	Étape 3.4 - Actualisation de la démarche d'exploitation	132
5.4.5	Étape 3.5 - Formation	133
5.4.6	Synthèse de la <i>Phase 3 - Implémentation</i>	133
5.5	Phase 4 - Exploitation	134
5.5.1	Étape 4.1 - Élaboration d'une offre	134
5.5.2	Étape 4.2 - Suivi d'une affaire	135
5.5.3	Étape 4.3 - Identification des informations à capitaliser	135
5.5.4	Synthèse de la <i>Phase 4 - Exploitation</i>	136
5.6	Phase 5 - Maintien et actualisation du modèle	136
5.6.1	Étape 5.1 - Mise à jour du modèle	137
5.6.2	Étape 5.2 - Ajout d'un nouveau cas	138
5.6.3	Étape 5.3 - Ajout d'une nouvelle famille d'offres de P γ SS	138

5.6.4	Étape 5.4 - Mise à jour des pratiques de l'entreprise	139
5.6.5	Synthèse de la Phase 5 - <i>Maintien</i>	139
5.7	Synthèse du chapitre 5	139

Pour rappel, l'objectif de la troisième partie de ce mémoire est de proposer une méthodologie de déploiement de système à base de connaissances pour l'assistance à l'élaboration d'offres. Dans le chapitre précédent, nous avons fait un état de l'art des méthodologies existantes en lien avec le déploiement de KBS et d'outils logiciels associés. Nous en avons déduit un certain nombre de points à intégrer dans notre propre méthodologie (détaillés dans la section 5.1.2).

Dans ce chapitre, nous présentons notre contribution liée à la question de recherche « Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise ? ». Nous proposons donc une méthodologie de mise en œuvre du cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3. Ce cadre comporte deux parties : un modèle générique de structure d'offre pour des PYSS, ainsi qu'un modèle de formalisation et d'exploitation des connaissances combinant une approche CSP et une approche CBR, les connaissances étant structurées à l'aide d'une taxonomie¹. Pour la partie raisonnement à partir de cas, nous utilisons une base de cas composée de deux parties : des cas passés ainsi que des cas de référence. La méthodologie proposée dans ce chapitre vise à implanter, utiliser et exploiter ce cadre de modélisation et d'exploitation pour l'aide à l'élaboration d'offres. La figure 5.1 rappelle le positionnement de la méthodologie qui fait l'objet de ce chapitre au sein de notre proposition de cadre méthodologique d'assistance à l'élaboration d'offres.

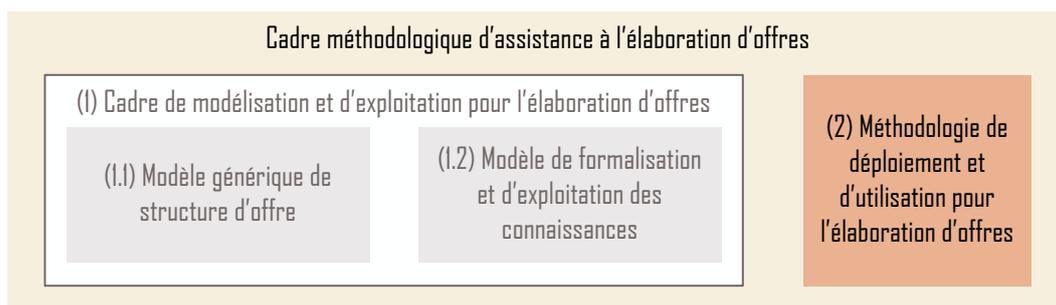


Figure 5.1 – Positionnement de la méthodologie dans le cadre méthodologique d'assistance à l'élaboration d'offres proposé

Cette méthodologie est issue de l'état de l'art présenté dans le chapitre 4, des travaux menés dans le cadre du projet OPERA (notamment sur la partie construction des cas d'utilisation), et de réflexions sur le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3.

La section 5.1 est une introduction à la méthodologie proposée, dans laquelle nous identifions les principales phases de la méthodologie en nous appuyant sur les trois sources citées ci-dessus. Puis chacune des sections suivantes développera une phase de la méthodologie (sections 5.2 à 5.6). Enfin, la section 5.7 fait une synthèse de ce chapitre.

5.1 Introduction à la méthodologie proposée

5.1.1 Pré requis à la méthodologie proposée

La méthodologie que nous proposons s'adresse à des entreprises présentant les caractéristiques suivantes :

1. cf. figure 3.20 page 88 en synthèse du chapitre 3

- L'entreprise répond à des appels d'offres, c'est-à-dire à un besoin identifié et documenté (hypothèse n° 1 page 13).
- L'entreprise peut répondre à des appel d'offres aussi bien sur des marchés publics que privés. Nous avons vu dans le chapitre 1 que le processus de réponse à appel d'offres n'était pas impacté par ce paramètre.
- L'entreprise travaille en B2B dans un milieu industriel (hypothèse n° 3 page 13).
- L'entreprise vend des produits, des services, ou des PSS. Le modèle proposé dans le chapitre 3 s'adapte à chaque cas.
- L'entreprise travaille en grande partie en conception routinière, c'est-à-dire qu'elle a des connaissances sur les offres. Les conceptions non routinières sont hors du périmètre (hypothèse n° 4 page 16).
- La taille de l'entreprise n'a pas d'impact sur les offres. Dans le cadre du projet OPERA, nous avons travaillé par exemple avec des petits bureaux d'études mais aussi de grandes sociétés de conseil.

Cette méthodologie est construite pour permettre l'implantation et l'utilisation du cadre de modélisation et de l'outil logiciel proposés au sein d'une entreprise. À ce titre elle prévoit un accompagnement de cette entreprise et peut être utilisée par des consultants, des chefs de projet ou des scientifiques souhaitant participer ou piloter cet accompagnement.

5.1.2 Une méthodologie en plusieurs phases

Dans le chapitre 4, nous avons vu que plusieurs méthodologies de déploiement comportent une phase d'initialisation qui permet de cadrer les objectifs et définir le périmètre de travail : problématique *Repérer* du cycle de la connaissance de Grundstein (2002)², phase *Contexte* de la méthodologie CommonKADS³, phase de cadrage de la méthodologie MASK⁴, phase *Initialisation* de la démarche GIM⁵. De plus, dans le cadre du projet OPERA, nous avons mené des réunions qui ont portées sur le cadrage de l'étude. Enfin, le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3 étant très générique, il est nécessaire de définir sur quel éléments porter notre attention lors du déploiement dans une entreprise particulière. Pour toutes ces raisons, notre méthodologie comportera une première phase d'*Initialisation* dont l'objectif sera de définir les objectifs du projet de déploiement et de délimiter le périmètre de travail. De plus, nous identifierons également un certain nombre de rôles parmi les acteurs du déploiement de l'outil logiciel OPERA, tout comme dans les méthodologies CommonKADS et GIM.

Dans les méthodologies étudiées dans le chapitre 4, plusieurs ont une étape consacrée à la modélisation : problématique *Préserver* du cycle de la connaissance de Grundstein (2002)², phase *Concept* de la méthodologie CommonKADS³, phase de modélisation de la méthodologie MASK⁴, phase *Conception* de la démarche GIM⁵. De plus, dans le cadre du projet OPERA, nous avons mené un grand nombre de réunions pour modéliser les offres des entreprises partenaires. Enfin, le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3 étant très générique, il est nécessaire de le spécialiser pour que chaque entreprise ait un modèle spécifique utilisable. Notre méthodologie comportera donc une phase de modélisation visant à produire un modèle d'offre spécifique à une entreprise donnée. Cette phase sera appelée *Spécialisation*.

Plusieurs des méthodologies étudiées dans le chapitre 4 portant sur un KBS ayant une partie logicielle ont une phase d'implémentation : phase *Artefact* de la méthodologie CommonKADS, phase d'*implémentation* de la méthodologie GIM, phase 4 de la méthode ARIS⁶. De plus, pour

2. page 94
3. page 97
4. page 99
5. page 104
6. page 107

que le modèle issu de la phase précédente puisse être exploité par les entreprises, il faut que ce modèle spécifique soit implémenté dans l'outil logiciel OPERA. Notre méthodologie comportera donc une telle phase d'*Implémentation*.

Le cœur de nos travaux vise à proposer une méthodologie d'exploitation du cadre proposé dans le chapitre 3. Cela correspond à la problématique *Valoriser* identifiée dans les travaux de Grundstein (2002), ainsi qu'à la phase 5 de la méthode ARIS. Une phase d'*Exploitation* expliquant comment passer du modèle spécifique implémenté à un modèle d'offre pour un cas donné suivra donc la phase d'*Implémentation*.

Enfin, Grundstein (2002) identifie une problématique liée à l'*actualisation* des connaissances. Cette facette apparaît également dans la phase 5 de la méthode ARIS. Notre méthodologie comportera donc une dernière phase appelée *Maintien* visant à actualiser le modèle en fonction des nouvelles connaissances acquises.

La méthodologie proposée est donc composée de cinq phases (cf. figure 5.2) :

Phase 1 – Initialisation (section 5.2),

Phase 2 – Spécialisation (section 5.3),

Phase 3 – Implémentation (section 5.4),

Phase 4 – Exploitation (section 5.5),

Phase 5 – Maintien et actualisation du modèle (section 5.6).

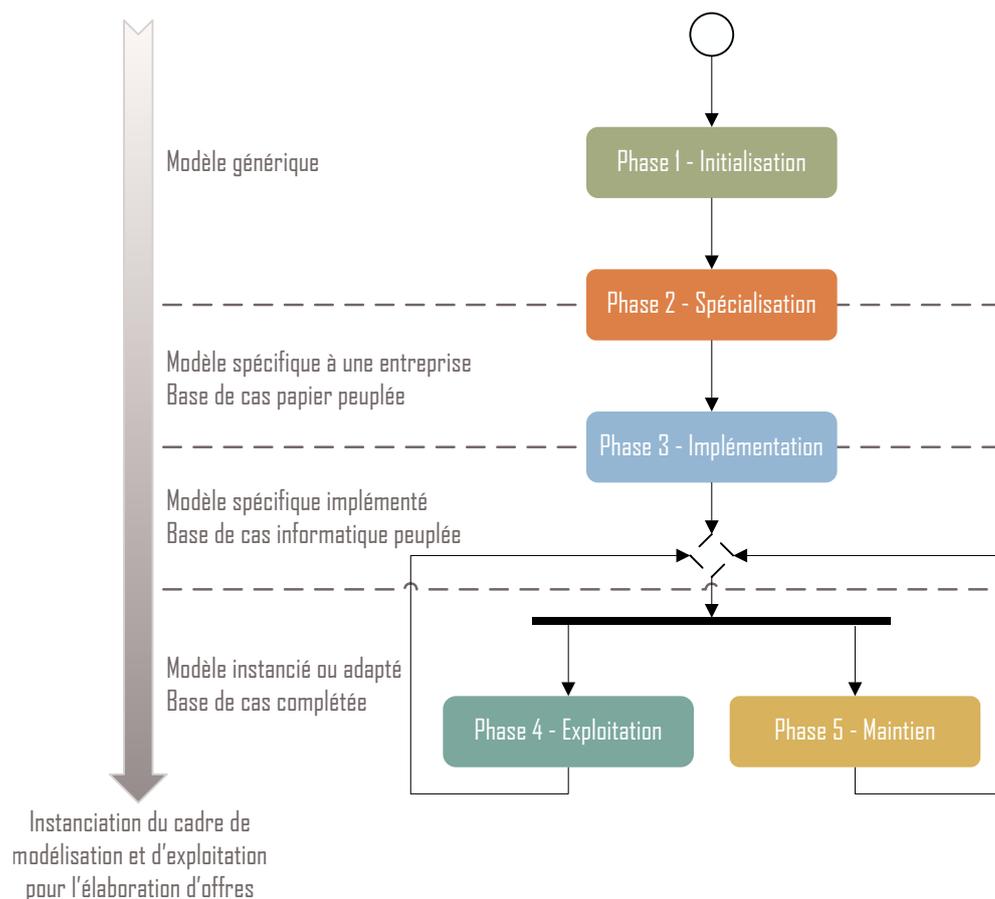


Figure 5.2 – Méthodologie ISIEM

Les phases 1 à 3 concernent le déploiement de l'outil logiciel OPERA, et les phases 4 et 5 son utilisation. Chaque phase sera décomposée en étapes, elles-même décomposées en activités.

Au fur et à mesure de l'avancement dans la méthode, le modèle d'offre devient de plus en plus spécifique à l'entreprise concernée.

Nous avons appelé notre méthodologie ISIEM, qui est à la fois un acronyme des différentes phases (Initialisation – Spécialisation – Implémentation – Exploitation – Maintien), et également pour jouer avec la sonorité de l'acronyme, qui sonne « *easy M* », soit « méthodologie facile ».

L'intérêt scientifique étant sur le passage du modèle générique (proposé dans la chapitre 3) au modèle spécifique à une entreprise, l'accent est mis sur la *Phase 2 - Spécialisation*. Les *Phase 1 - Initialisation* et *Phase 3 - Implémentation* sont orientées sur le déploiement opérationnel du modèle et de l'outil logiciel associé. La *Phase 4 - Exploitation* est un scénario d'utilisation du logiciel pour l'élaboration d'offres. Enfin, la *Phase 5 - Maintien* concerne le suivi continu de l'outil.

Les sections suivantes sont donc consacrées à chacune des phases de la méthodologie ISIEM.

5.2 Phase 1 - Initialisation

Cette première phase d'*Initialisation* a pour objectif de comprendre le « terrain », c'est-à-dire l'entreprise objet du déploiement. Elle permet d'identifier les interlocuteurs au sein de l'entreprise, de comprendre les attentes et le fonctionnement de l'entreprise, et enfin de définir un périmètre d'étude et de proposer un planning de mise en place de l'outil OPERA. Il s'agit des premières rencontres avec l'entreprise. Cette phase d'*Initialisation* se décompose en trois étapes successives (figure 5.3).

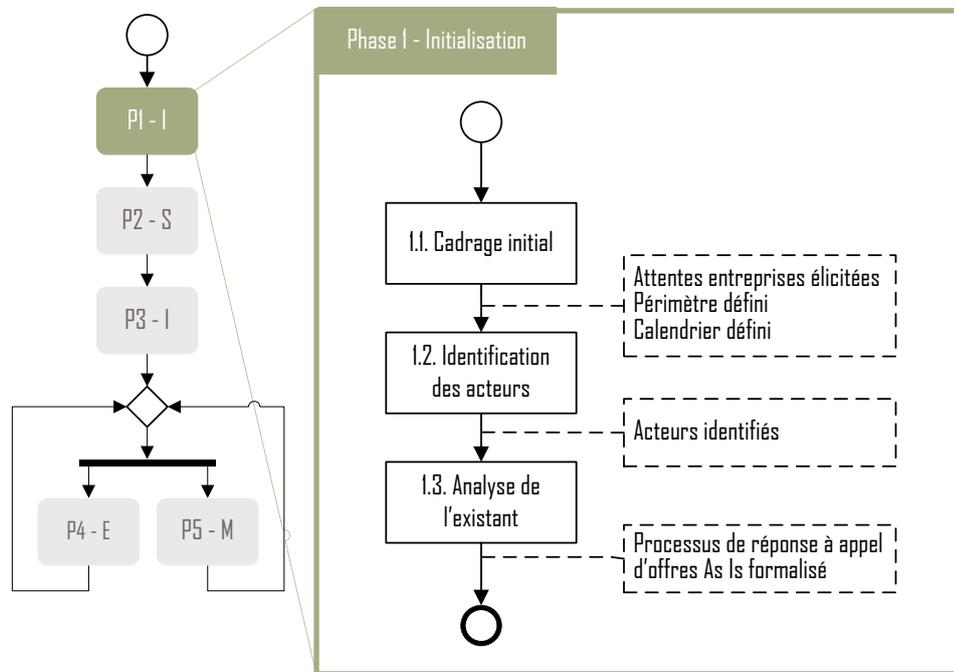


Figure 5.3 – Phase 1 - *Initialisation* – Diagramme d'activités UML

5.2.1 Étape 1.1 - Cadrage initial

Objectifs Cette étape a pour objectif de valider les attentes de l'entreprise, de valider les objectifs du projet de déploiement OPERA, de définir le périmètre d'études, et les moyens de mise en place.

Acteurs et moyens utilisés Rencontre avec la direction, c'est-à-dire les personnes responsables du déploiement de l'outil logiciel OPERA dans l'entreprise.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les objectifs et le périmètre d'étude sont définis.

Cette étape de *Cadrage initial* est un point stratégique avec la direction et les personnes responsables du déploiement du projet (appelés *groupe de pilotage* dans la méthode GIM) au démarrage du projet. Il s'agit de :

au niveau stratégique – valider les attentes et objectifs de l'entreprise, c'est-à-dire ce qui est prévu.

Deux points sont abordés :

- (i) Vérification avec la direction que les attentes de l'entreprise correspondent bien aux améliorations liées au déploiement de l'outil logiciel OPERA (exemple d'objectif : améliorer le processus de réponse à appel d'offres avec l'outil logiciel OPERA),
- (ii) Définition du périmètre de travail : est-ce que le projet sera déployé sur toutes les offres? Ou seulement sur un type d'offres?

au niveau tactique – valider les décisions liées au *comment*. Les moyens qui seront mis en œuvre (ressources impliquées et calendrier de mise en place) sont définis. Le cas pilote qui sera détaillé dans les phases 2 et 3 est également choisi. Suite au test en phase d'utilisation de quelques offres faisant partie du périmètre de ce cas pilote (phase 4), ce cas sera consolidé et l'utilisation de l'outil logiciel OPERA sera généralisée à d'autres offres de l'entreprise.

5.2.2 Étape 1.2 - Identification des acteurs

Objectifs L'objectif de cette étape est d'identifier et de faire adhérer au projet les acteurs qui interviendront tout au long du déploiement du cadre de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres.

Acteurs et moyens utilisés Une rencontre avec la direction, c'est-à-dire les personnes responsables du déploiement de l'outil logiciel OPERA dans l'entreprise, permettra d'identifier ces différents acteurs. Une communication vers le personnel sur le projet permettra l'adhésion des personnes impliquées.

Résultats attendus À l'issue de cette première étape, l'ensemble des acteurs qui interviendront pendant le déploiement de l'outil OPERA sont identifiés.

Comme dans l'ensemble des méthodes issues de la littérature et présentées dans le chapitre précédent (chapitre 4), nous définissons plusieurs rôles pour la mise en œuvre de notre méthodologie :

l'expert-e OPERA – Il s'agit de la personne responsable du déploiement de l'outil dans l'entreprise.

Nous recommandons que ce soit un-e consultant-e extérieur-e à l'entreprise, et que cette personne soit familière de l'outil logiciel OPERA.

le groupe de pilotage – Il s'agit du groupe responsable du déploiement de l'outil logiciel OPERA au niveau de la direction. Ce sont les personnes qui ont initiées le projet.

le ou la responsable opérationnel – Il s'agit de la personne au sein de l'entreprise responsable du projet de déploiement de l'outil. Il peut s'agir d'une personne avec un profil commercial ou informatique, avec des limites liées à ce profil. Cette personne intervient en complémentarité de l'expert-e OPERA. De plus, elle doit être capable d'effectuer des synthèses des différentes réunions de travail.

les expert-e-s connaissances – Il s'agit des personnes qui détiennent la connaissance de l'entreprise, c'est-à-dire des personnes impliquées dans le processus de réponse à appel d'offres, qui ont de l'ancienneté, avec, par exemple, un profil concepteur.

les utilisateurs et utilisatrices – Ce sont les personnes qui utiliseront l'outil au quotidien pour élaborer des offres. Ces personnes ont un niveau d'expertise inférieur à l'expert-e connaissances (par exemple des commerciaux, des ingénieurs juniors, des personnes en contrat à durée déterminée).

Dans le déploiement de la méthodologie ISIAM, nous souhaitons impliquer à la fois des expert-e-s connaissances et des utilisateurs et utilisatrices.

D'autre part, dans l'utilisation du logiciel OPERA, deux rôles sont identifiés : le rôle expert et le rôle utilisateur. Le rôle expert concerne les expert-e-s connaissances, et le rôle utilisateur les utilisateurs et utilisatrices qui se serviront quotidiennement du logiciel OPERA pour répondre à des appels d'offres.

L'objectif est donc d'identifier quels sont les expert-e-s à interviewer, quels sont les futur-e-s utilisateurs et utilisatrices à former, qui seront les interlocuteurs privilégiés, etc.

5.2.3 Étape 1.3 - Analyse de l'existant

Objectifs L'objectif de cette troisième étape est de comprendre le fonctionnement de l'entreprise en ce qui concerne la réponse à appel d'offres, c'est-à-dire le contexte dans le cadre duquel l'outil OPERA sera déployé.

Acteurs et moyens utilisés Durant cette étape, l'expert-e OPERA planifiera des entretiens avec le groupe de pilotage, puis avec le ou la responsable opérationnel ainsi que l'expert-e connaissance. Le questionnaire détaillé ci-après sera utilisé.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise est formalisé en BPMN⁷, et le questionnaire établi est complété.

Il s'agit donc de rencontrer plusieurs personnes travaillant dans l'entreprise pour recueillir certaines informations liées au processus de réponse à appel d'offres. Nous proposons un questionnaire visant à comprendre le contexte dans le cadre duquel le système d'aide à la décision proposé sera déployé. Les sujets abordés sont les suivants :

Présentation de la société et du secteur d'activité – Par exemple, s'agit-il de marchés publics ou privés? L'entreprise répond-elle seule aux appels d'offres ou bien avec un partenaire?

Description du processus de réponse à appel d'offres As Is de l'entreprise – Ces questions doivent permettre de représenter le processus de réponse à appel d'offres As Is de l'entreprise en utilisant le formalisme BPMN.

1. Qu'est-ce qui déclenche le processus de réponse à appel d'offres?
2. Quand considérer qu'il est terminé?
3. Quelles sont les activités qui sont effectuées lors du processus de réponse à appel d'offres?
4. Quelles sont les personnes qui interviennent? À quel moment interviennent-elles?
5. Quels sont les outils actuellement utilisés pour répondre à des appels d'offres?

Exploration de l'offre – Des premières questions permettant de comprendre les spécificités liées à une offre au sein d'une entreprise donnée sont posées.

1. Qu'est-ce qu'une offre?
2. Une ou plusieurs offres sont-elles étudiées et soumises?

7. *Business Process Modeling Notation* (White, 2004), cf. section 2.2.4 dédiée à la modélisation des processus page 44.

- (a) Des alternatives sont-elles étudiées? Lorsque l'entreprise a plusieurs choix pour un même artefact qui est indispensable, on parle d'alternatives. Par exemple, dans une voiture où le composant *moteur* est indispensable, deux alternatives sont possibles : *moteur diesel* ou *moteur essence*.
 - (b) Des options sont-elles étudiées? Lorsqu'un artefact n'est pas indispensable (qu'il est optionnel), on parle d'option. Par exemple, toujours pour une voiture, la *radio* est une option.
3. Quels sont les critères de comparaison et de sélection des offres?
- (a) Comment est choisie l'offre à soumettre?
 - (b) Quels sont les critères?

Évaluation de la maturité de l'entreprise sur l'utilisation de la confiance – Des niveaux de confiance ou de maturité sont-ils pris en compte? Comment?

Évaluation de la maturité de l'entreprise sur la gestion des risques – Les risques sont-ils pris en compte? Comment?

Évaluation de la maturité de l'entreprise sur l'utilisation de KBS – Un retour d'expérience ou autre pratique à base de connaissance est-il déjà en place dans l'entreprise?

Initialisation des KPI de la réponse à appel d'offres au sein de l'entreprise – Nombre et compétences des personnes impliquées, temps de réponse, nombre d'itérations, etc.

Ce questionnaire a pour objectif de comprendre la situation initiale de l'entreprise, et sa maturité dans les outils utilisés en réponse à appel d'offres.

5.2.4 Synthèse de la Phase 1 - *Initialisation*

La Phase 1 - *Initialisation* permet, suite à la demande de l'entreprise, de comprendre le contexte dans le cadre duquel l'outil logiciel OPERA sera déployé (figure 5.4). Les acteurs intervenant tout au long du déploiement de la méthodologie sont identifiés (étape 1.2), le processus de réponse à appel d'offres initial de l'entreprise est formalisé (étape 1.3), et les attentes de l'entreprise sont élicitées, le périmètre de travail et le calendrier de déploiement sont définis (étape 1.1). L'ensemble de ces sorties sera utilisé dans la phase suivante.

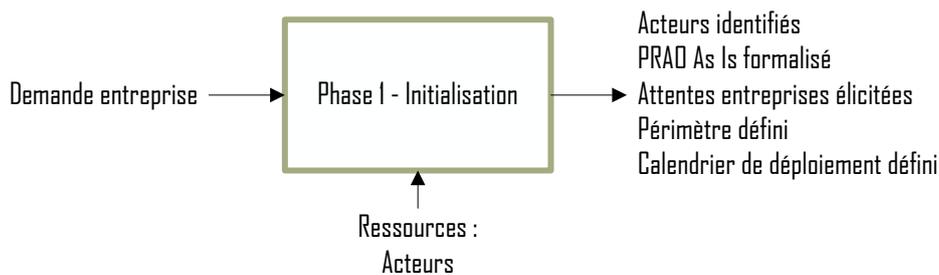


Figure 5.4 – Phase 1 - *Initialisation* – Représentation IDEF0

5.3 Phase 2 - *Spécialisation*

L'objectif de la phase de *Spécialisation* est de formaliser la connaissance de l'entreprise. Cette phase détaille comment passer du modèle générique intégré d'offre présenté dans la section 3.2 au modèle spécifique à une entreprise. Deux aspects sont pris en compte :

- Compte-tenu de la structure du cadre de modélisation et d'exploitation, sur quels éléments doit porter le travail d'adaptation pour intégrer les spécificités de l'entreprise?

- Comment est-ce que cela se traduit dans la mise en œuvre opérationnelle? (intervention en entreprise)

Cette phase est composée de quatre étapes successives. Cependant, la formalisation des connaissances est un travail itératif. Un retour à l'une des activités précédentes pourra donc être effectué. Les étapes 2.1 et 2.2 ont pour objectif l'élicitation de la connaissance des expert-e-s. La modélisation se fait dans un deuxième temps (étapes 2.3 et 2.4).

La figure 5.5 synthétise les différentes étapes de cette phase, avec les sorties de chaque étape.

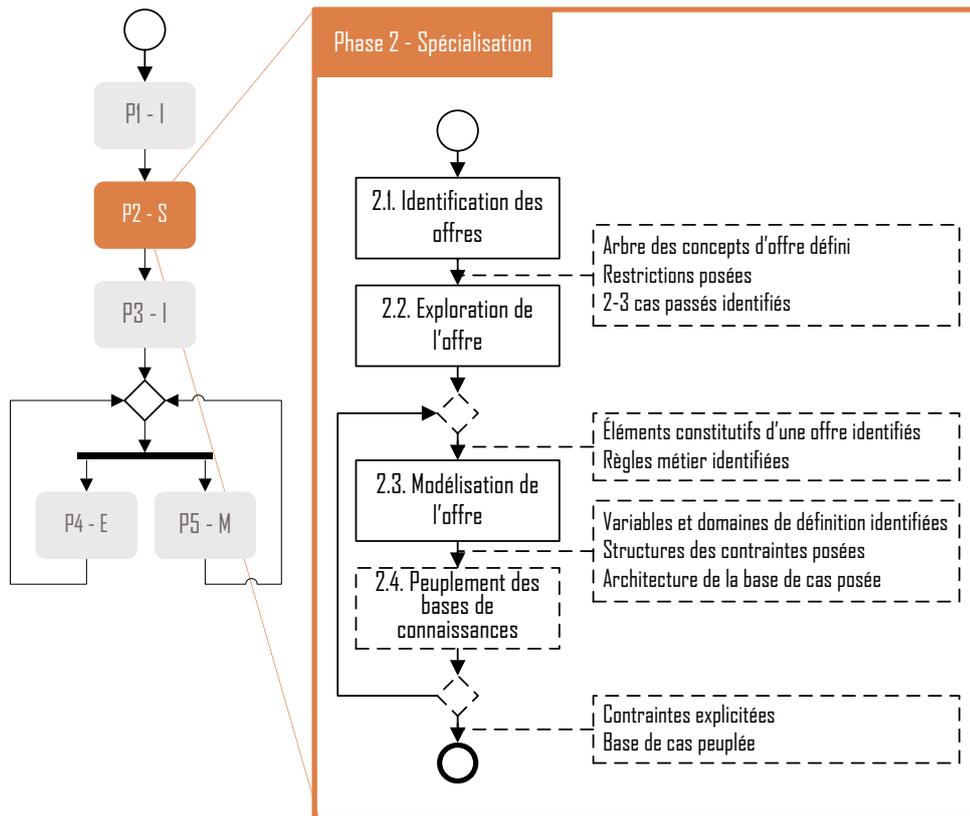


Figure 5.5 – Phase 2 - Spécialisation – Diagramme d'activités UML

5.3.1 Étape 2.1 - Identification des offres

Objectifs L'objectif de cette étape est d'identifier le périmètre de travail et les éventuelles restrictions qui seront posées sur le modèle générique d'offre.

Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA mènera un à deux entretiens avec le responsable opérationnel, et éventuellement un-e expert-e connaissance.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, la taxonomie est définie pour les concepts d'offres, les éventuelles restrictions sur le cadre proposé sont identifiées, et quelques cas passés pertinents sont choisis.

Il s'agit de l'étape d'introduction à la phase de *Spécialisation*. Pour produire un modèle spécifique, deux besoins sont identifiés :

1. Connaître le périmètre de travail : savoir quelles offres devront être prises en compte,
2. Identifier les restrictions sur le modèle.

Cette étape est composée de trois activités successives, illustrées figure 5.6.

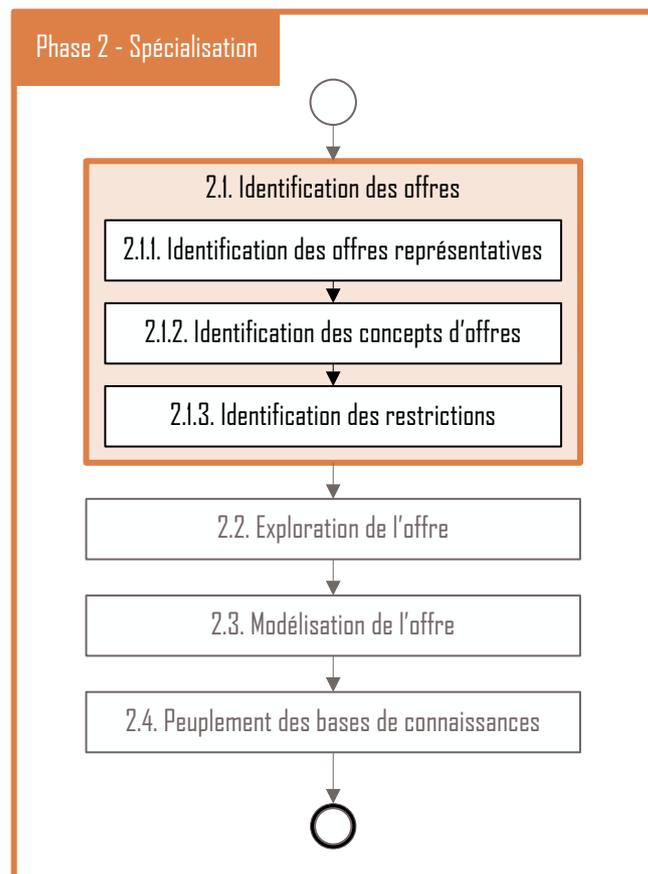


Figure 5.6 – Phase 2 - Spécialisation – Détail des activités de l'étape 2.1 - Identification des offres

Activité 2.1.1 - Identification des offres représentatives

Nous appelons *Offre représentative* une famille d'offres pour laquelle l'entreprise à l'habitude de répondre (offre récurrente), c'est-à-dire une famille d'offre qui représente un chiffre d'affaire conséquent, et sur laquelle l'entreprise a une expertise forte et des connaissances à formaliser (expertise et cas passés). C'est sur une famille d'offres représentatives que le modèle sera déployé dans un premier temps. En effet, l'outil logiciel OPERA n'est pas déployé d'emblée sur l'ensemble des offres de l'entreprise. Cette famille d'offres représentatives est donc identifiée, et deux ou trois cas passés peuvent être identifiés suite à un entretien avec l'expert-e connaissance.

Exemple

Par exemple, une entreprise spécialiste du transport « doux » pourra travailler sur la famille d'offres **vélos**.

Activité 2.1.2 - Identification des concepts d'offres

Lors d'un entretien avec l'expert-e connaissance, pour la famille d'offres représentatives définie précédemment, les concepts d'offres élaborées au sein de l'entreprise sont identifiés. Ces concepts, qui porteront la connaissance identifiée par la suite, sont structurés à l'aide d'une taxonomie. L'ensemble des offres au sein d'une même famille a la même structure et est composé des mêmes

éléments. Cependant, pour des concepts d'offres différents au sein de cette famille d'offres, les valeurs des paramètres et les contraintes peuvent différer d'un concept d'offre à l'autre.

Exemple

Pour la famille d'offres **vélos**, nous pouvons imaginer les concepts suivants : **vélo pour un marché public** (par exemple pour répondre à des appels d'offres de villes qui souhaitent mettre des vélos à disposition des usagers), et **vélo pour un marché privé** (par exemple pour répondre à des appels d'offres de revendeurs de vélos pour le grand public).

Activité 2.1.3 - Identification des restrictions spécifiques à l'entreprise

Le modèle proposé dans le chapitre 3 est très générique : la solution technique est modélisée à l'aide d'un PYS qui peut être décomposé en un nombre infini d'artefacts, le processus de réalisation est également très générique, pouvant être composé d'un nombre infini d'activité, etc. Pour être réaliste par rapport au terrain industriel et faciliter la compréhension du modèle par les utilisateurs après avoir brièvement présenté le modèle, un certain nombre de restrictions pourront être définies :

- le nombre de niveaux de décomposition maximal des artefacts de la solution technique. Une arborescence simplifiée, valable pour toutes les offres, et spécifique à l'entreprise, est ainsi définie.
- sur les processus (nombre de processus, d'activités, processus uniquement en série ou activités en parallèle).

En effet, ces restrictions ont un intérêt en termes de temps passé pour élaborer le modèle et de niveau de détail nécessaire pour élaborer une offre.

Les restrictions découlent des pratiques de l'entreprise et sont valables pour toutes les offres représentatives de l'ontologie identifiée à l'activité 211. Ces restrictions sont posées en fonction des réponses au questionnaire de l'étape 12.

5.3.2 Étape 2.2 - Exploration de l'offre

Objectifs L'objectif de cette étape est de comprendre l'objet (l'offre) sans encore le modéliser.
Acteurs et moyens utilisés Alternier des groupes de travail et les sessions de travail avec un seul expert, pour prendre l'information (interview), restituer aux autres et reformuler (groupes de travail), valider (responsable).
Résultats attendus À l'issue de cette étape, les composants d'une offre et les règles métiers sont identifiés.

Ici et pour toute la suite de la phase 2, le travail est effectué pour une offre représentative identifiée précédemment dans l'ontologie. Cette démarche devra être suivie pour toutes les offres représentatives de l'ontologie définie à l'étape 21. Cette étape est centrée sur les industriels, nous construirons donc un vocabulaire commun qui pourra en partie différer du vocabulaire scientifique utilisé dans ces travaux. Il s'agit ici d'une étape itérative, où les différentes activités pourront être effectuées plusieurs fois afin d'approcher l'exhaustivité des informations recueillies.

La figure 5.7 page suivante détaille les trois activités successives qui composent cette étape.

Activité 2.2.1 - Identification des différentes parties d'une offre

Cette activité vise à identifier les différentes parties d'une offre au sein de l'entreprise pour les offres sélectionnées. Les différentes parties de l'offre peuvent être traitées en parallèle. Cependant, nous recommandons de commencer par la partie *solution technique* (cœur de l'offre), puis de passer au *processus* et au *contexte*. En effet, les expert·e·s connaissances sont souvent plus à l'aise

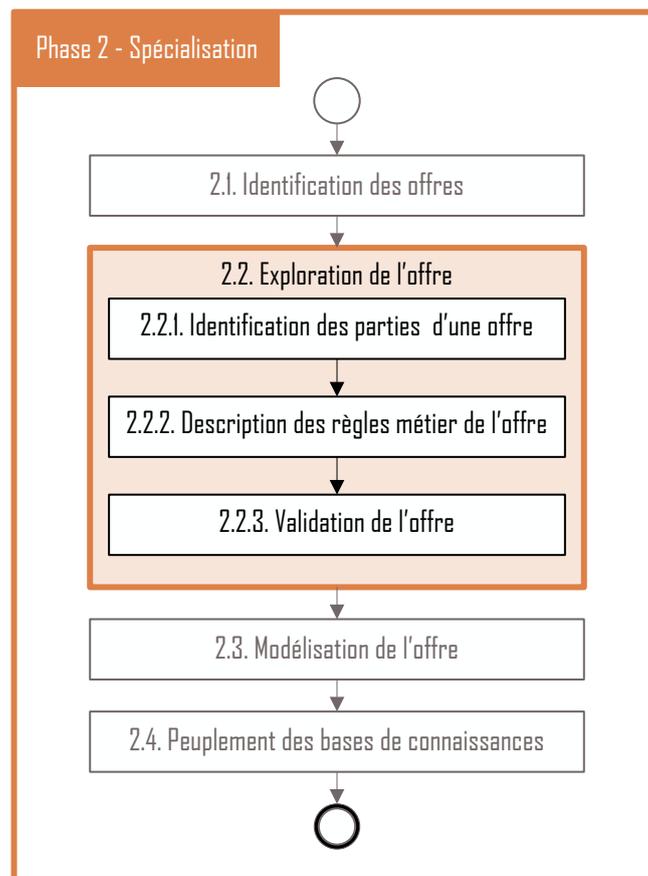


Figure 5.7 – Phase 2 - Spécialisation – Détail des activités de l'étape 2.2 - Exploration de l'offre

avec les aspects techniques de leur métier car ils les maîtrisent mieux que certains aspects liés au contexte par exemple. Les risques ne peuvent être traités qu'après le reste de l'offre. Le terme PYSSE étant technique et inconnu des entreprises, il doit être adapté en fonction de l'entreprise : nous parlerons alors de produit, de service ou de PSS, ou de façon plus générique de solution technique.

Contexte Quels sont les éléments de contexte qui ont un impact sur la solution proposée (PYSSE et processus de réalisation) ? De la même façon, quels sont les éléments de contexte qui ont un impact sur les risques ? Les éléments en lien avec le client, l'affaire, l'environnement interne (c'est-à-dire l'entreprise soumissionnaire) et l'environnement externe pourront être explorés. Les réponses de l'entreprise aux questions sur l'entreprise et le secteur d'activité⁸ peuvent aider à identifier ces éléments de contexte.

Exemple

Dans le cas d'un nouveau client, des contraintes spécifiques peuvent être appliquées. Par exemple, l'offre élaborée doit comporter une section qui présente l'entreprise soumissionnaire.

Exigences Quelles sont les exigences clés du client ? Il s'agit ici d'identifier un certain nombre d'exigences clés qui pourront être retrouvées sur plusieurs appels d'offres pour une famille d'offre donnée. Attention, il ne s'agit pas de transformer au cas par cas les besoins figurant dans le cahier

8. questionnaire page 117 lors de l'étape 1.3

des charges en exigences, mais bien d'identifier un certain nombre d'exigences « génériques » valables pour toute une famille d'offre, ce qui permettra d'utiliser le raisonnement à partir de cas.

Exemple

Par exemple, pour une entreprise fabriquant des vélos, il peut être intéressant, quel que soit le cahier des charges du moment qu'il concerne un vélo, d'identifier l'exigence fonctionnelle du client : est-ce un vélo pour rouler en ville ou pour partir en randonnée en vélo ?

Solution technique Pour la famille de P γ SS choisie, quels sont les éléments constitutifs d'un P γ SS :

- Quelle est la structure du P γ SS ?
- Quels sont les paramètres descriptifs du P γ SS (à tous les niveaux de la nomenclature, pour les parties tangibles (produit) et pour les parties intangibles (service)) ?

Pour un produit, les composants clefs de la nomenclature sont identifiés : le produit final et l'ensemble de ses sous-ensembles et composants.

Pour un service, ce sont les modules intangibles de service qui sont identifiés.

Pour un PSS, composants physiques et modules intangibles composant la solution proposée sont identifiés.

Les réponses de l'entreprise aux questions sur l'offre (questionnaire page 117 lors de l'étape 1.3) doivent également être abordées ici. Nous proposons d'utiliser une représentation de type nomenclature (à laquelle les paramètres sont ajoutés) pour faciliter la compréhension et les échanges avec les experts de l'entreprise.

Exemple

Un vélo est composé d'un cadre, deux roues, un guidon et une selle. Le vélo peut être un vélo enfant ou un vélo adulte. Le diamètre des roues est compris entre 12 et 26 pouces.

Processus Quel est le processus de réalisation associé à la solution technique ? Les activités composant ce processus, les ressources intervenant et éventuellement d'autres paramètres relatifs au processus sont identifiés. Il est nécessaire d'identifier au moins une activité pour avoir un processus.

- Pour chaque activité, si cela est pertinent, quelles sont les ressources clefs (compétence, niveau d'expertise, charge, coût horaire, etc. par exemple) ? L'identification de ressources n'est pas obligatoire si cela n'est pas pertinent pour l'entreprise.
- Quels sont les paramètres descriptifs du processus de réalisation pertinents ? Par exemple, la présence ou non d'une provision pour risque sur une activité ou d'achats liés à une activité peuvent être identifiés.

Nous proposons l'utilisation de la représentation BPMN, pour faciliter la compréhension et l'échange entre les différents acteurs.

Exemple

Le processus de réalisation de fabrication d'un vélo standard est composé des activités suivantes : approvisionnement, assemblage, tests et livraison.

Indicateurs Quels sont les indicateurs utilisés au sein de l'entreprise pour évaluer une offre ? En lien avec les réponses données au questionnaire lors de l'étape 12 *Analyse de l'existant*, les indicateurs économiques et indicateurs de charge sont choisis. D'autres indicateurs, tels que la confiance (Sylla et al., 2017) peuvent également être choisis. Les réponses aux questions liées à la maturité de l'entreprise concernant la confiance (questionnaire page 117) pourront aider au choix de la prise en compte ou non d'un tel indicateur.

Les indicateurs peuvent être les mêmes pour toutes les offres, ou bien spécifiques à certaines offres. Pour être le plus générique possible, nous supposons qu'ils sont spécifiques à une offre.

Cependant, bien que certains indicateurs ne soient pertinents que pour certaines offres, il faut bien noter que pour pouvoir comparer des offres, il faut que les indicateurs soient les mêmes.

Exemple

Le respect du délai de livraison est particulièrement critique pour l'entreprise. De plus, pour les offres de la famille *vélo*, l'indicateur *poinds* est utilisé.

Risques Quels sont les risques de ne pas pouvoir délivrer ce qui a été proposé, en terme de contenu, coût, délai (ou autre indicateur pertinent) ?

Exemple

Un retard d'approvisionnement est un risque important pour l'entreprise, qui impacte la durée du processus de réalisation et peut entraîner des pénalités de retard.

Activité 2.2.2 - Description des règles métier de l'offre

Cette deuxième étape est consacrée à l'identification des règles métier nécessaires à l'élaboration d'offres. Les règles métiers peuvent concerner toutes les parties de l'offre. En lien avec les contraintes identifiées dans le chapitre 3 page 86, nous distinguons donc les règles métier suivantes :

Règles métier internes à la solution technique – Ces règles peuvent :

- concerner la structure de la solution proposée,
- lier des paramètres au sein du même artefact,
- lier des paramètres d'artefacts différents du P γ SS.

Règles métier internes au processus – Ces règles peuvent :

- concerner la structure du processus de réalisation (enchaînement des activités),
- lier des ressources à certaines activités,
- lier des ressources et des paramètres du processus,
- lier des paramètres du processus.

Règles Contexte – Solution technique – Ces règles concernent l'impact du contexte sur la solution technique.

Règles Contexte – Processus – Ces règles concernent l'impact du contexte sur le processus de réalisation.

Règles Solution technique – Processus – Ces règles concernent l'impact de la solution technique sur le processus et inversement.

Règles risques – Ces règles métiers lient les risques aux autres éléments constitutifs d'une offre.

Règles liées aux indicateurs – Ces règles sont des formules indiquant comment calculer les différents indicateurs.

L'ensemble des points précédents sont donc étudiés en réunion avec l'expert-e connaissance.

Exemple

Règle liée aux indicateurs : le délai de livraison correspond à la somme des durée des activités composant le processus de réalisation (car c'est un processus en série).

Règle métier interne au P γ SS : le diamètre des roues d'un vélo enfant est compris entre 12 et 19 pouces.

Activité 2.2.3 - Validation de l'offre

La connaissance identifiée auprès des expert-e-s lors des deux activités précédentes est validée avant de passer à l'étape suivante.

5.3.3 Étape 2.3 - Modélisation de l'offre

Objectifs Cette étape vise à modéliser l'offre dans l'entreprise à l'aide des connaissances recueillies lors de l'étape précédente.

Acteurs et moyens utilisés Cette étape est itérative. Les expert-e-s connaissance sont interviewé-e-s par l'expert-e OPERA.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les concepts sont identifiés, les variables et leurs relations sont définies, la structure des bases de cas et les fonctions de similarité sont déterminées.

La figure 5.8 détaille les activités formant cette étape. Les trois modèles de connaissances (taxonomie de concepts, modèle de contraintes et modèle de bases de cas) y apparaissent.

Activité 2.3.1 - Identification des concepts

Comme expliqué dans la section 3.4.1 page 82, lors de cette première activité de modélisation, des concepts sont associés aux éléments descriptifs d'une offre.

Contexte Des concepts sont associés aux éléments de contexte.

Exigences Aucun concept n'est associé aux exigences.

Solution technique Des concepts sont associés au PYS et à tous les artefacts le composant.

Processus Des concepts sont associés au processus de réalisation, aux activités et aux ressources (humaines et/ou matérielles).

Indicateurs Des concepts sont associés aux indicateurs.

Risques Un concept est associé à chaque risque.

Activité 2.3.2 - Identification des variables

L'objectif de cette activité est d'identifier l'ensemble des variables descriptives d'une offre. Ce travail est effectué par l'expert-e OPERA, avec des retours de l'expert-e connaissance si besoin (notamment pour les domaines de définition). À l'issue de cette étape, l'ensemble des variables descriptives de la famille d'offres est identifié. De plus, chaque variable est associée à l'un des concepts précédents.

L'ensemble des éléments et paramètres identifiés lors de l'étape 5.3.2 sont traduits sous forme de variables (pour implémentation dans l'outil). Ces variables seront utilisées pour le CSP et pour la base de cas.

Contexte Les éléments de contexte ayant un impact sur la solution proposée (PYS ou processus de réalisation) ou sur les risques sont traduits sous forme de variables, avec chacune son domaine de définition.

Exigences Les exigences clefs sont formalisées sous forme de variables. Le suivi des exigences étant hors du périmètre de notre étude, aucune contrainte n'implique ces variables descriptives des exigences. Ces variables serviront pour identifier les similitudes entre les offres lors de la recherche dans les bases de cas.

Solution technique Les éléments descriptifs de chaque niveau de la nomenclature du PYS (produits, services et composants) sont également traduits sous forme de variables. Si les parties de la nomenclature ont été précédemment traduites sous forme de concepts, les quantités et les paramètres sont ici traduits sous forme de variables. Chaque variable est associée à un concept.

Processus Les éléments descriptifs du processus sont traduits sous forme de variables : ressources clefs (compétence, niveau d'expertise, charge, coût horaire) et autres éléments descriptifs liés au processus (provision pour risques, achats, autre).

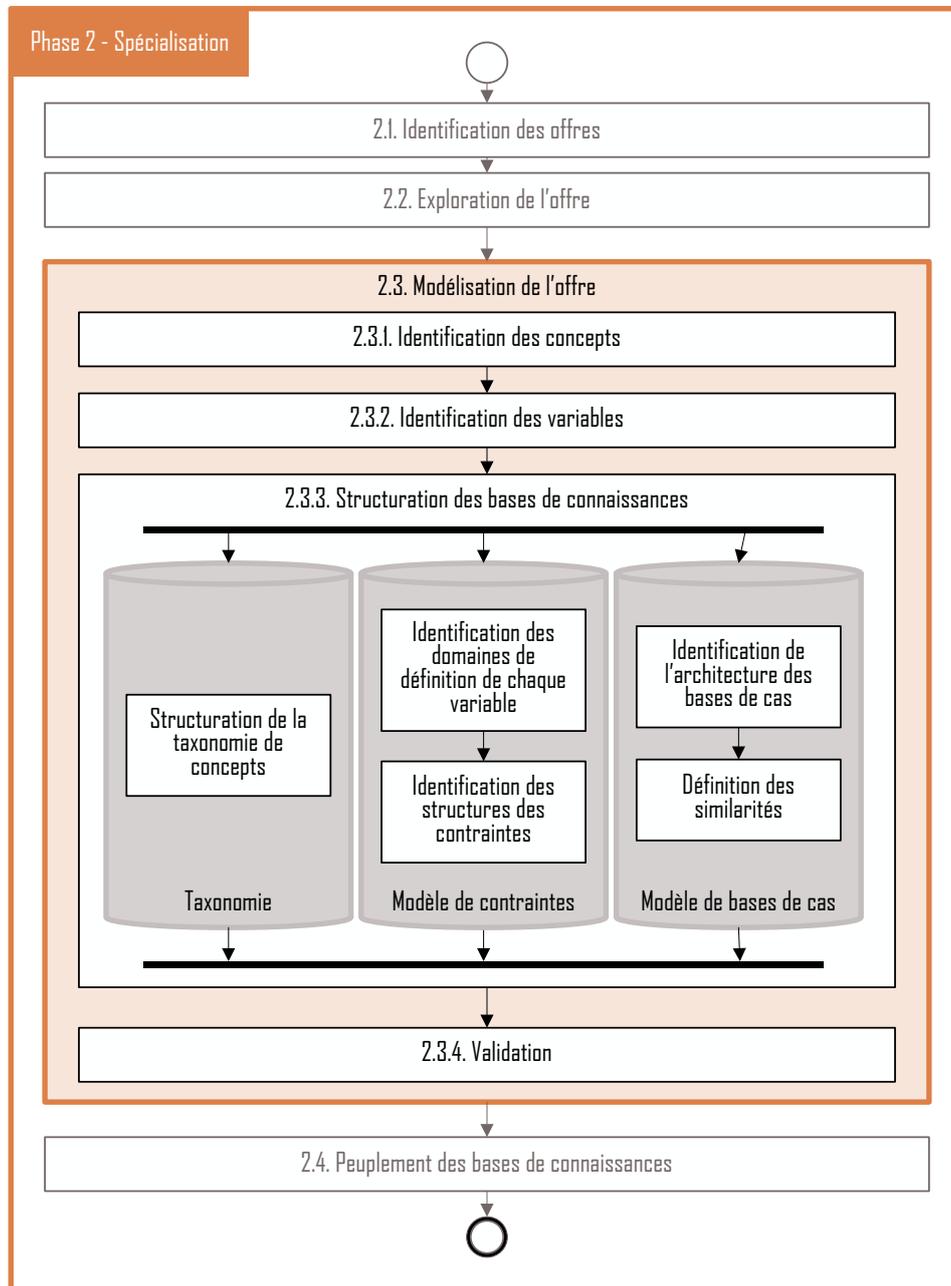


Figure 5.8 – Phase 2 - Spécialisation – Détail des activités de l'étape 2.3 - Modélisation

Indicateurs Les indicateurs choisis précédemment sont traduits sous forme de variables.

Risques Nous avons vu lors de l'activité précédente que des concepts étaient associés à chaque risque. Il faut aussi identifier les domaines de définition des variables suivantes pour chaque risque :

- probabilité du risque,
- impact coût du risque,
- impact durée du risque.

Des exemples de variables pour chaque partie du modèle ont été proposées dans la section 3.4.2 page 83 dans le chapitre 3.

Activité 2.3.3 - Structuration des bases de connaissances

Rappelons que deux bases de connaissances seront exploitées : une base de connaissances générales (CSP), et une base de connaissance contextuelles (retour d'expériences sur la base de cas passés). Ces deux bases de connaissances sont structurées à l'aide d'une taxonomie.

Lors de cette activité, les connaissances collectées lors de l'activité 2.2.2 sont traduites sous forme de contraintes et structure de la base de cas.

Taxonomie Les concepts identifiés lors de l'activité 2.3.1 sont structurés dans une taxonomie de concepts. La figure 3.18 dans le chapitre 3 illustre un exemple de taxonomie pour une entreprise proposant des offres *vélo*.

Connaissance générale : identification des natures de contrainte Les règles métiers identifiées lors de l'activité 2.2.2 permettent d'identifier les structures des contraintes.

Contraintes internes à la solution technique – En fonction des règles métier identifiées lors de l'activité 2.2.2, il s'agit ici d'identifier quelles variables sont liées par des contraintes.

- Les règles métier qui concernent la structure de la solution proposée sont transformées en contraintes d'activation : la présence d'un artefact de haut niveau entraîne la présence des artefacts de bas niveau qui le composent.
- Des contraintes de compatibilité peuvent lier les domaines de définition de deux (ou plus) variables descriptives du PYS au sein du même artefact.
- Des contraintes de compatibilité peuvent lier les domaines de définition de deux (ou plus) variables descriptives de deux artefacts différents du PYS.
- D'autres contraintes d'activation liées au PYS peuvent être identifiées.

Contraintes internes au processus – L'ensemble des règles concernant le processus de réalisation est traduit sous forme de contraintes.

Contraintes Contexte – Solution technique – Les règles qui concernent l'impact du contexte sur le PYS permettent d'identifier des liens entre des variables descriptives du contexte et des variables descriptives du PYS (de n'importe quel niveau).

Contraintes Contexte – Processus – Les règles qui concernent l'impact du contexte sur le processus permettent d'identifier des liens entre des variables descriptives du contexte et des variables descriptives du processus.

Contraintes Solution technique – Processus – Les règles qui concernent l'impact du PYS sur le processus, et inversement, permettent d'identifier des liens entre des variables descriptives du PYS et des variables descriptives du processus.

Contraintes liées aux risques – Pour chaque risque, les schémas de contraintes suivants sont identifiés :

- activité sur laquelle le risque intervient,
- activité(s) impactée(s) par le risque.

D'autres part, les règles métiers permettent d'identifier à quelles variables descriptives de l'offre ces risques sont liés.

Contraintes liées aux indicateurs – Les liens entre les différents indicateurs sont identifiés.

Exemple de structure de contrainte :

Lors de l'activité 2.2.2, nous avons identifié la règle métier suivante : « le diamètre des roues d'un vélo enfant est compris entre 12 et 19 pouces » (page 124). Ici, cette règle métier permet d'identifier la structure d'une contrainte : les variables *Type de vélo* (descriptive du concept *Vélo*) et *Diamètre de la roue* (descriptive du concept *Roue de vélo*) sont liées.

Connaissance contextuelle : identification de la structure des bases de cas et des similarités La structure des deux bases de cas (cas passés et cas de référence) est identifiée. De plus, les similarités locales et globales sont également définies.

Activité 2.3.4 - Validation

Cette dernière activité permet de valider les éléments issus des activités précédentes : les concepts (activité 2.3.1), les variables (activité 2.3.2), la taxonomie, les schémas de contrainte et la structure des deux bases de cas (activité 2.3.3).

5.3.4 Étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances

Objectifs L'objectif de cette étape est de peupler les bases de connaissances, c'est-à-dire formaliser les contraintes et peupler les deux bases de cas (la base de cas passés et la base de cas de référence).

Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA se charge de formaliser la connaissance issue des entretiens avec les expert-e-s connaissance lors de l'étape 2.2. Cependant, tout comme pour l'étape 2.3, de nouveaux échanges pourront permettre d'éclaircir certains points.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les contraintes sont formalisées et les cas passés et cas de références sont formalisés.

La figure 5.9 page ci-contre détaille les différentes activités de l'étape *Formalisation de la connaissance*.

Connaissance formalisée par un CSP

Précédemment, lors de l'activité 2.3.3, les variables liées ont été identifiées. Ici, les contraintes sont formalisées précisément : contenu des tables de contraintes et formules, grâce aux règles métier identifiées lors de l'activité 2.2.2. La table 5.1 illustre la contrainte qui peut être déduite de la règle métier page 124.

Table 5.1 – Exemple de contrainte formalisée à partir d'une règle métier

Type de vélo et *Diamètre de la roue* sont deux variables liées par une contrainte de compatibilité. En **jaune** apparaissent les concepts associés à chaque variable. Le contenu de la table indique la compatibilité des domaines de définition de chaque variable.

Type de vélo	Diamètre de la roue
Vélo	Roue de vélo
Vélo enfant	[12, 19]
Vélo adulte	[19, 26]

Connaissance formalisée par des bases de cas

La structure des bases de cas a été définie lors de l'activité 2.3.3. Ici, les cas passés et de référence sont identifiés et formalisés pour peupler les bases de cas. Rappelons que nous avons deux bases de cas : une base des cas passés et une base contenant des cas de référence.

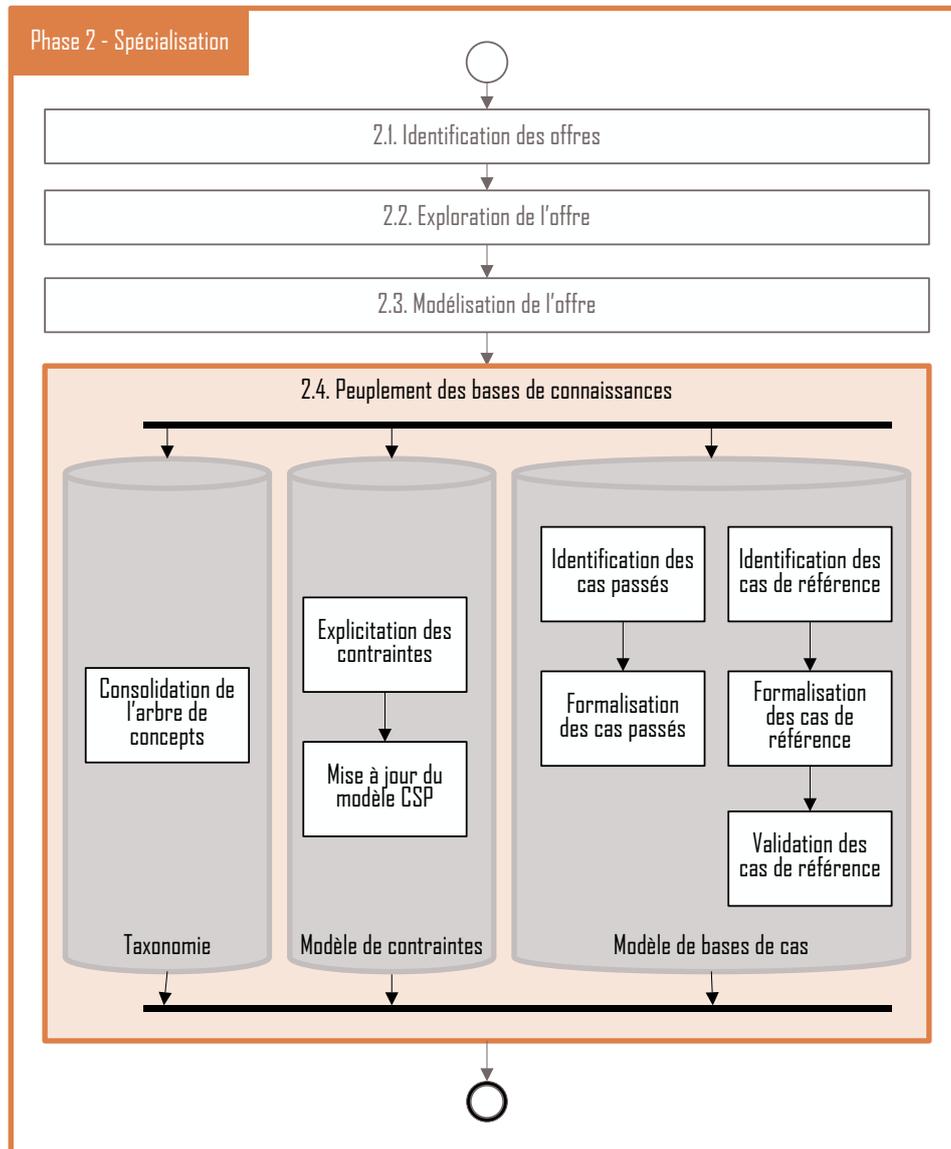


Figure 5.9 – Phase 2 - Spécialisation – Détail des activités de l'étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances

Identification des cas passés et cas de référence L'expert-e connaissance explore les dossiers contenant les cas passés pour identifier les cas passés pertinents à capitaliser dans l'outil logiciel OPERA. Par « pertinent », nous entendons un cas complet qui porte sur l'offre représentative. Ce travail est plus ou moins facile en fonction de la maturité de l'entreprise sur les problématiques de retour d'expériences concernant l'élaboration d'offres (cf. les réponses au questionnaire page 117). *A minima*, les cas passés identifiés pour les offres représentatives lors de l'activité 2.1.1 sont repris, mais d'autres cas peuvent être identifiés. Il faut tout d'abord identifier les informations (retrouver les dossiers, etc.), pour choisir les cas passés intéressants, et, à l'aide des experts, définir les cas de référence pour des familles d'offres (sur un marché en particulier par exemple). Ces cas de références devront être validés par l'expert.

Un cas de référence est un cas pré rempli, avec un pourcentage de « reste à faire » plus ou moins important. Les variables sont valuées au maximum par l'expert-e connaissance, tout en restant assez génériques pour s'adapter à de nouvelles offres. *A minima* :

- les variables caractérisant le contexte sont valuées,
- les concepts d'offre, de solution technique et de processus de réalisation sont identifiés,
- la structure de la solution technique est définie (nomenclature),
- la structure du processus de réalisation est définie (enchaînement d'activités et ressources clefs).

La génération de l'offre est ainsi plus rapide, pour les situations récurrentes validées par l'expert-e connaissance.

Formalisation et validation des cas de référence Les cas de référence précédemment identifiés sont formalisés puis validés par l'expert-e connaissance.

Formalisation des cas passés Il s'agit ici de formaliser les données qui se trouvent dispersées dans l'entreprise (dans des fichiers informatiques, des dossiers papier, etc.) concernant les cas passés identifiés comme pouvant être intéressants. Les données récupérées sur les cas passés servent à remplir la base de connaissance. L'ensemble des descripteurs de la base de cas identifiés lors de l'activité 2.3.3 doivent être complétés, dans la mesure du possible. Notons qu'un cas passé a pu être construit à partir d'un cas de référence, ou bien « de zéro ».

Consolidation de l'arbre des concepts et mise à jour des modèles

En parallèle de la formalisation des connaissances (pour le CSP ou les bases de cas), les modèles peuvent être mise à jour :

- de nouveaux concepts peuvent être identifiés. Ils sont alors ajoutés à la taxonomie de concepts.
- des modifications peuvent être effectuées sur les variables et domaines de définition du CSP,
- la structure des bases de cas peut être modifiée.

5.3.5 Synthèse de la Phase 2 - Spécialisation

La *Phase 2 - Spécialisation* permet de passer du cadre générique de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3 à un cadre spécifique à l'entreprise dans laquelle l'outil logiciel OPERA sera déployé. Elle est composée de quatre étapes : les étapes 2.1 et 2.2 ont pour objectif de définir un périmètre de travail et comprendre les offres à modéliser, tandis que les étapes 2.3 et 2.4 concernent la modélisation à proprement dit.

La figure 5.10 synthétise les entrées, sorties, ressources et contraintes de cette phase.

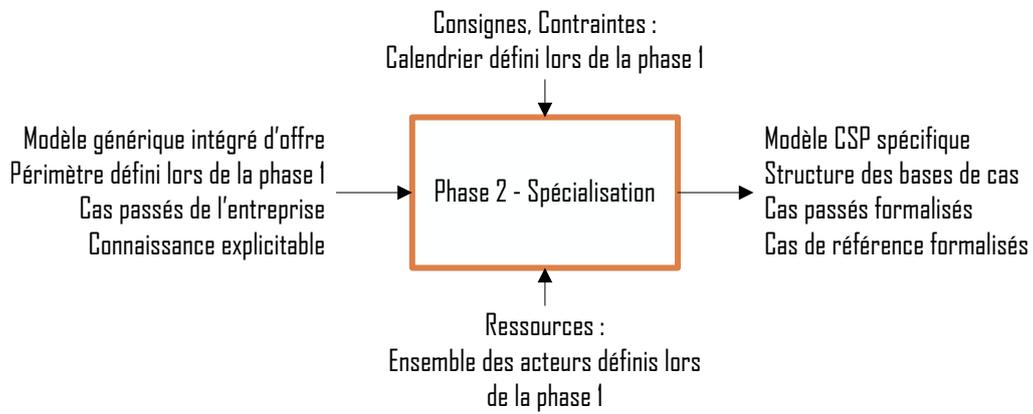


Figure 5.10 – Phase 2 - Spécialisation – Représentation IDEF0

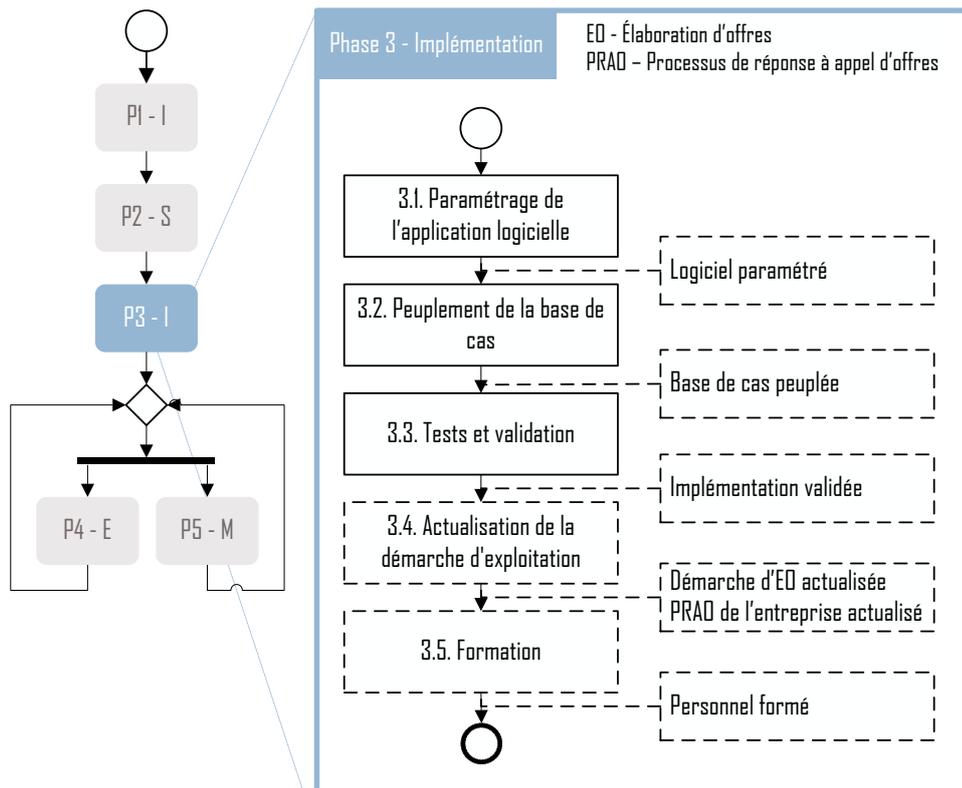


Figure 5.11 – Phase 3 - Implémentation – Diagramme d'activités UML

5.4 Phase 3 - Implémentation

Cette troisième étape est centrée sur la mise en œuvre informatique des modèles spécifiques précédents à travers l'adaptation et la personnalisation de l'outil logiciel OPERA.

Cette phase comporte cinq activités en séquence, illustrées figure 5.11 page précédente. Nous rappelons que dans un premier temps cette phase ne concerne qu'un petit périmètre d'offres pilotes, (périmètre défini lors de la phase 1, et sur lequel nous avons travaillé lors de la phase 2).

5.4.1 Étape 3.1 - Paramétrage de l'application logicielle

Objectifs L'objectif de l'étape 3.1 est d'implémenter le modèle spécifique issu de la phase 2.
Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA se charge de cette étape, en utilisant l'outil logiciel OPERA.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, le modèle CSP est implémenté et les deux bases de cas informatiques sont implémentées.

Le modèle CSP et la structure des bases de cas sont saisis informatiquement dans l'outil logiciel OPERA.

5.4.2 Étape 3.2 - Peuplement informatique de la base de cas

Objectifs L'objectif de cette étape est de peupler les deux bases de cas informatiques.
Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA est chargé de remplir ces cas dans l'outil logiciel OPERA.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, les bases de cas informatiques sont peuplées.

Les cas identifiés et formalisés lors de l'étape 2.4 sont rentrés informatiquement dans les deux bases de cas (cas passés et cas de référence) par l'expert-e OPERA.

5.4.3 Étape 3.3 - Tests et Validation

Objectifs L'objectif de cette étape est de valider l'implémentation résultant des étapes 3.1 et 3.2.
Acteurs et moyens utilisés Les utilisateurs sont impliqués sur cette étape et font des tests sur l'outil logiciel OPERA.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, le modèle implémenté est validé.

Lors de cette étape de *Tests et consolidation*, les utilisateurs clefs (rôles majeurs) sont mis en situation. Suite aux tests, la connaissance formalisée peut être modifiée, c'est à dire que des variables, domaines de définition et contraintes ou cas peuvent être mis à jour.

5.4.4 Étape 3.4 - Actualisation de la démarche d'exploitation

Objectifs L'objectif de cette étape est de prendre en compte les modifications survenues dans l'entreprise liées à l'utilisation de l'outil logiciel OPERA.
Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA met à jour la démarche d'élaboration d'offres et le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise avec les nouvelles pratiques.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, la démarche d'élaboration d'offres et le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise sont mis à jour.

Activité 3.4.1 - Actualisation de la démarche d'élaboration d'offres

Cette activité permet de répondre à la question suivante : « Comment élaborer une offre en utilisant le modèle proposé, pour un appel d'offres donné? ». Elle explique comment passer du modèle spécifique (issu de la phase 2) à un modèle d'offre élaborée en réponse à appel d'offres. Le modèle d'offre élaborée peut être issu de l'instanciation du modèle CSP, de l'adaptation d'un cas passé ou cas de référence, ou encore d'un mélange des deux techniques. Cette démarche est l'objet de la formation à l'étape suivante.

Activité 3.4.2 - Actualisation du PRAO de l'entreprise

Suite à l'implémentation du logiciel OPERA, les pratiques de l'entreprise sont modifiées et le processus de réponse à appel d'offres formalisé lors de l'étape 1.3⁹ doit être mise à jour avec les nouvelles pratiques de l'entreprise (formalisme BPMN).

5.4.5 Étape 3.5 - Formation

Objectifs L'objectif de l'étape 3.5 est de former l'ensemble des utilisateurs et utilisatrices de l'entreprise à l'outil logiciel OPERA.

Acteurs et moyens utilisés Les acteurs impliqués sont les utilisateurs et utilisatrices ainsi que les expert-e-s connaissance, qui suivent la formation, et l'expert-e OPERA, qui dispense la formation.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les utilisateurs et utilisatrices sont formés à l'outil logiciel OPERA.

La formation est adaptée à chaque rôle dans l'entreprise : les expert-e-s connaissance et les utilisateurs et utilisatrices ne reçoivent pas la même formation. Un-e nouveau-elle expert-e OPERA est également choisi au sein des personnes travaillant dans l'entreprise pour aider à maintenir l'outil logiciel. Les utilisateurs peuvent avoir des profils commerciaux ou plus techniques.

5.4.6 Synthèse de la Phase 3 - Implémentation

La figure 5.12 illustre les entrées, sorties, consignes et ressources de la Phase 3 - Implémentation.

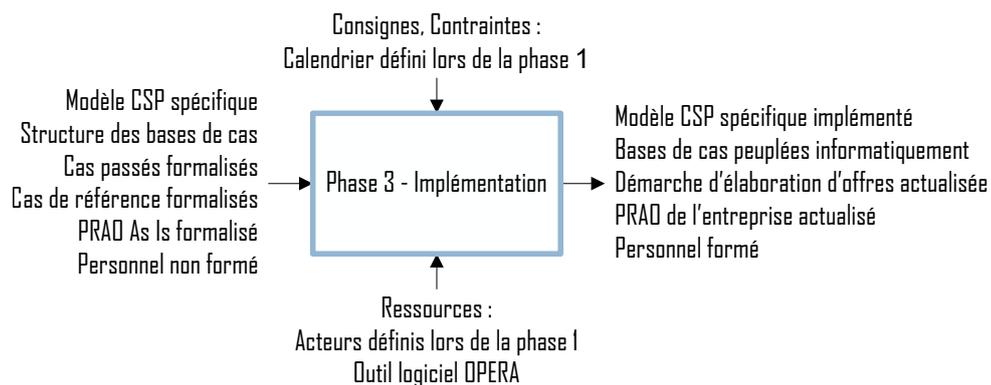


Figure 5.12 – Phase 3 - Implémentation – Représentation IDEF0

À l'issue de la phase 3, l'outil logiciel OPERA est prêt à être utilisé au sein de l'entreprise.

9. cf. questionnaire page 117

5.5 Phase 4 - Exploitation

La phase 4 *Exploitation* détaille l'utilisation de l'outil d'aide à la décision proposé une fois les trois étapes précédentes terminées et validées. Il s'agit donc ici de la méthodologie d'élaboration d'offres à proprement parler.

Trois thématiques, liées à trois types d'utilisation, sont abordées :

- Élaboration d'une offre en utilisant le modèle proposé, pour un appel d'offres donné (section 5.5.1),
- Suivi d'une affaire, c'est-à-dire d'une offre acceptée par le client et réalisée (section 5.5.2),
- Identification et transmission des informations intéressantes pour l'actualisation du modèle (section 5.5.3).

Ainsi, la figure 5.13 illustre les activités pouvant survenir lors de la phase 4.

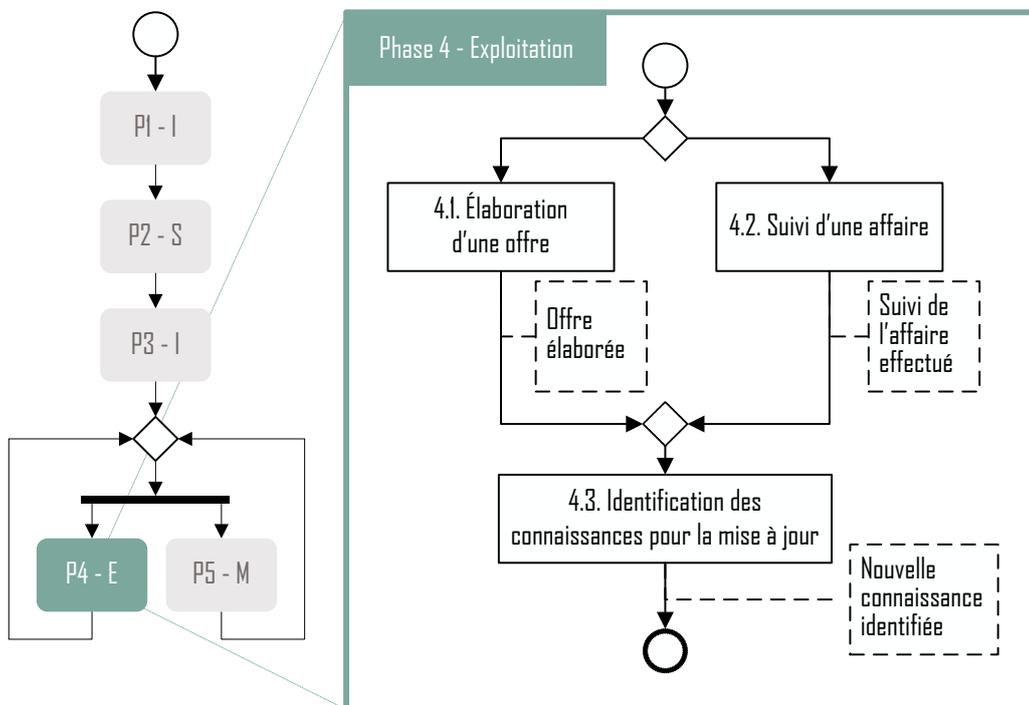


Figure 5.13 – Phase 4 - *Exploitation* – Diagramme d'activités UML

5.5.1 Étape 4.1 - Élaboration d'une offre

Objectifs L'objectif de cette étape est d'élaborer une offre en conditions réelles de réponse à appel d'offres.

Acteurs et moyens utilisés L'utilisateur élabore une offre à l'aide du logiciel OPERA.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, une offre est élaborée.

Lors de cette étape, la démarche d'élaboration d'offres élaborée lors de l'activité 3.4.1 est mise en pratique : l'utilisateur ou utilisatrice élabore une offre, c'est-à-dire que les variables du modèle spécifique (issu de la phase 2) sont instanciées. Le modèle d'offre élaborée peut être issu de l'instanciation du modèle CSP, de l'adaptation d'un cas passé ou cas de référence, ou encore d'un mélange des deux techniques.

Lorsque l'utilisateur souhaite répondre à un nouvel appel d'offres, deux choix s'offrent à lui : utiliser un cas de référence ou « partir de zéro ». Il peut utiliser un cas de référence dans le cas d'une offre récurrente, si l'appel d'offres courant ressemble à des offres soumises par le passé et identifiées comme cas de référence. Il télécharge alors un cas de référence (pour lequel les concepts ont été identifiés, ainsi que l'architecture de la solution technique et du processus de réalisation), et value les variables restées libres en fonction de l'offre en cours. Le CSP permet de filtrer les choix possibles en fonction des choix effectués.

L'utilisateur peut également élaborer une offre « en partant de zéro ». Il crée alors une nouvelle offre, et choisit un concept d'offre. Puis il complète les variables de contexte et d'exigences. Le CSP propage les premiers choix. De nouvelles variables peuvent ainsi apparaître, ou des domaines de définitions peuvent être réduits. L'élaboration de la suite d'une offre (solution technique et processus de réalisation) peut se faire de l'une des deux façons suivantes :

avec le CSP – Dans la taxonomie de concepts de solutions P γ SS, l'utilisateur peut choisir des concepts de P γ SS, artefact, activité, ressources, etc. (avec les variables et contraintes associées).

avec le CBR – En cherchant dans la base de cas passés des cas pertinents, c'est-à-dire proches de l'offre en cours.

Les indicateurs de hauts niveaux (coût total de l'offre ou durée du processus de réalisation par exemple) sont calculés automatiquement en fonction des valeurs données aux indicateurs de bas niveau (prix d'un composant, durée d'une activité) et des contraintes explicitées lors de l'étape 2.4.

Toutes les offres sont archivées, mais ne sont pas forcément des cas passés intéressants. Elles peuvent le devenir après proposition par l'utilisateur (étape 4.3) puis validation par l'expert-e connaissance (étape 5.2).

À l'issue de cette étape, si celle-ci a pu être effectuée dans son intégralité et qu'aucun problème n'est survenu, l'offre est soumise au client (*Bid* sur le processus de réponse à appel d'offres figure 1.5 page 10).

5.5.2 Étape 4.2 - Suivi d'une affaire

Objectifs L'objectif de cette étape est de mettre à jour les informations concernant une affaire en cours de réalisation.

Acteurs et moyens utilisés L'utilisateur effectue le suivi d'une affaire à l'aide du logiciel OPERA.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, le suivi de l'affaire en cours est effectué.

Lorsqu'une offre est acceptée par le client, elle se transforme en affaire. L'utilisateur peut mettre à jour l'affaire, ce qui permet de comparer le prévisionnel au réalisé. Si un composant ou une ressource indisponible ont été modifiés, l'outil en garde donc un trace. Les événements négatifs survenant pendant la réalisation de l'affaire sont également capitalisés. Ainsi, l'entreprise a une meilleure connaissance des risques, des durées des activités et des charges de travail.

5.5.3 Étape 4.3 - Identification des informations à capitaliser

Objectifs L'objectif de cette étape est d'identifier les informations à capitaliser sous forme de connaissance.

Acteurs et moyens utilisés L'utilisateur identifie ces informations lorsqu'il répond à un appel d'offres ou effectue le suivi d'une affaire.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les informations à capitaliser sous forme de connaissance sont identifiées et transmises à l'expert-e connaissance pour validation.

Lorsqu'il répond à un appel d'offres, l'utilisateur peut identifier des informations à capitaliser sous forme de connaissances, c'est-à-dire des informations qu'il pourrait avoir besoin de réutiliser régulièrement dans les prochaines offres. Il peut s'agir soit d'un nouveau concept, soit de connaissances pour la mise à jour du modèle CSP, soit d'un cas qu'il juge intéressant à capitaliser.

Informations pour la mise à jour de la taxonomie

L'utilisateur peut proposer un nouveau concept, que ce soit un concept d'offre, de PYS, d'artefact, de processus, d'activité, de ressource, d'indicateur ou de risque. Il ne peut que proposer ces ajouts. La modification ne peut être effectuée que par l'expert-e connaissance (étape 5.1).

Informations pour la mise à jour du modèle CSP

L'utilisateur peut identifier des informations intéressantes pour la mise à jour du modèle CSP. D'autre part, suite au suivi d'une affaire (étape 4.2), de nouveaux risques peuvent être identifiés. L'utilisateur peut donc proposer de nouvelles variables et contraintes pour formaliser le nouveau risque identifié. Il ne peut que proposer ces ajouts. La modification ne peut être effectuée que par l'expert-e connaissance (étape 5.1).

Informations pour l'ajout d'un nouveau cas

Suite à l'élaboration d'une offre (acceptée ou non par le client), ou au suivi d'une affaire, l'utilisateur peut, s'il juge le cas intéressant, notifier l'expert-e connaissance pour ajouter le cas pertinent à la base de cas passés. Il ne peut que proposer cet ajout, qui ne peut être effectué que par l'expert-e connaissance (étape 5.2).

5.5.4 Synthèse de la Phase 4 - *Exploitation*

La figure 5.14 illustre les entrées, sorties, consignes et ressources intervenant lors de la Phase 4 - *Exploitation*.

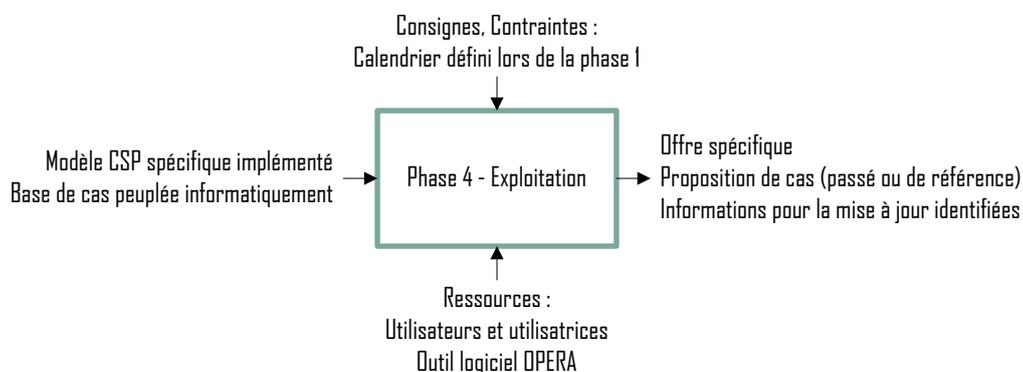


Figure 5.14 – Phase 4 - *Exploitation* – Représentation IDEF0

5.6 Phase 5 - *Maintien et actualisation du modèle*

La phase 5 détaille les activités liées à l'actualisation du cadre de modélisation et d'exploitation. Trois types de mises à jours peuvent être nécessaires :

- la mise à jour du modèle CSP
- l'ajout d'un nouveau cas dans l'une des deux bases,
- l'ajout d'une nouvelle famille d'offres.

Ainsi, la figure 5.15 illustre les trois activités pouvant survenir lors de cette phase.

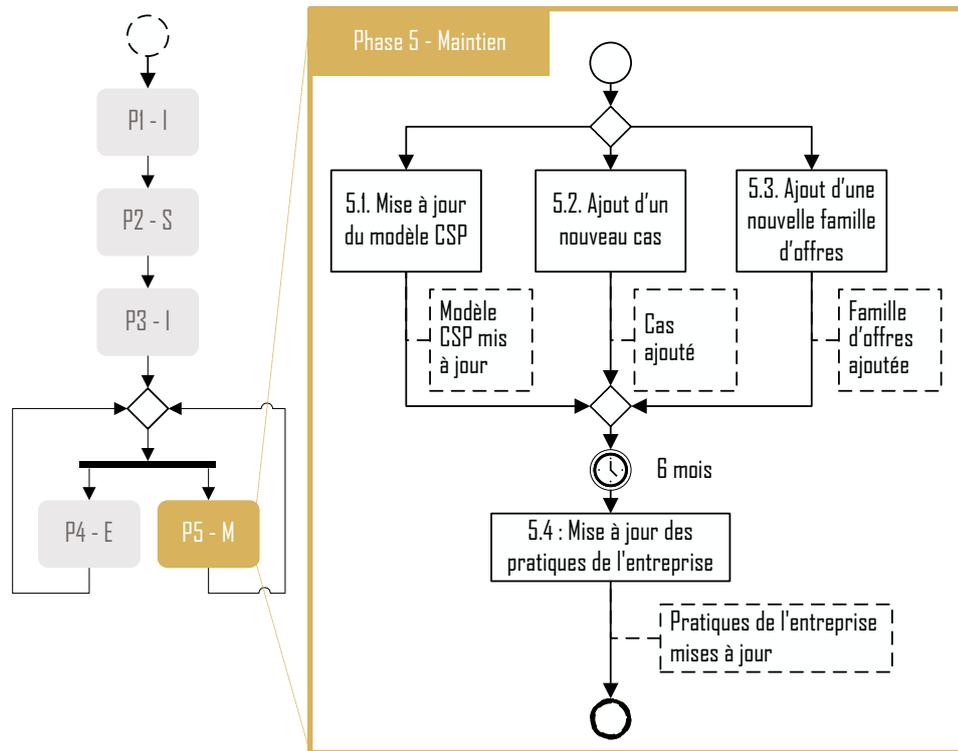


Figure 5.15 – Phase 5 - Maintenance – Diagramme d'activités UML

5.6.1 Étape 5.1 - Mise à jour du modèle

Objectifs L'objectif de cette étape est d'actualiser le modèle avec la nouvelle connaissance liée aux nouveaux cas au fur et à mesure que l'entreprise répond à de nouveaux appels d'offres.

Acteurs et moyens utilisés L'expert-e connaissance est chargé-e de la mise à jour des modèles de connaissances.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, le modèle de connaissances est mis à jour.

Ces modifications peuvent être effectuées uniquement par l'expert-e connaissance. En effet, la connaissance formalisée dans le modèle est modifiée. Nous pouvons identifier différents types de modifications, qui impactent ou non la structure du modèle de connaissances.

Modifications qui n'impactent pas la structure du modèle :

Ajout d'une valeur dans le domaine de définition d'une variable –

- Impact sur le CSP : si la variable concernée intervient dans une à plusieurs contraintes, ces contraintes doivent être modifiées en conséquence (valable également dans le cas de la suppression d'une modalité).
- Impact sur le raisonnement à partir de cas : la similarité locale de cette nouvelle valeur avec les valeurs existantes doit être définie.

Ajout d'une contrainte –

- Impact sur le CSP : la nouvelle contrainte doit être ajoutée au CSP.
- Impact sur le raisonnement à partir de cas : aucun impact.

Modifications qui impactent la structure du modèle :

Ajout d'un paramètre descriptif d'un concept –

- Impact sur la taxonomie : le nouveau paramètre doit être associé au concept dans la taxonomie.
- Impact sur le CSP : une nouvelle variable est définie pour décrire ce nouveau paramètre (nom et domaine de définition). Éventuellement, si nécessaire, une nouvelle contrainte liant cette nouvelle variable à une variable existante est définie.
- Impact sur le raisonnement à partir de cas : un nouveau descripteur correspondant à la nouvelle variable est ajouté dans la structure des deux bases de cas. Les similarités locales et globales de cette nouvelle variable sont également définies.

Ajout d'un nouvel élément du modèle – Ajout d'un nouvel artefact ou d'une nouvelle activité par exemple)

- Impact sur la taxonomie : un nouveau concept est créé, et associé à un certain nombre de paramètres descriptifs de ce concept.
- Impact sur le CSP : de nouvelles variables sont définies (nom et domaine de définition), pour chaque nouveau paramètre. Éventuellement, si nécessaire, de nouvelles contraintes liant ces nouvelles variables à des variables existantes peuvent être définies.
- Impact sur le raisonnement à partir de cas : de nouveaux descripteurs correspondant à chaque nouvelle variable sont ajoutés dans la structure des deux bases de cas. Les similarités locales et globales des nouvelles variables sont également définies.

5.6.2 Étape 5.2 - Ajout d'un nouveau cas

Objectifs L'objectif de cette étape est d'ajouter de nouveaux cas aux bases de connaissance : cas passés et cas de référence.
Acteurs et moyens utilisés L'expert-e connaissance est responsable de la validation et de l'ajout de nouveaux cas.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, de nouveaux cas passés ou cas de référence sont ajoutés à la base de cas.

Rappelons que nous exploitons deux bases de cas : une base de cas passés et une base de cas de référence.

Ajout d'un nouveau cas de référence : Validation et éventuellement adaptation par l'expert-e d'un cas de référence proposé.

Ajout d'un cas passé intéressant Validation par l'expert-e d'un cas passé proposé par un utilisateur. Toutes les offres sont archivées, mais elles sont enregistrées dans la base de cas uniquement si elles sont jugées pertinentes par l'expert-e. Si tel est le cas, le cas est ajouté à la base de cas passés.

5.6.3 Étape 5.3 - Ajout d'une nouvelle famille d'offres de P γ SS

Objectifs L'objectif de cette étape est d'ajouter une nouvelle famille d'offres à l'outil OPERA.
Acteurs et moyens utilisés L'ensemble des acteurs identifiés lors de la phase 1 sont concernés par l'ajout d'une nouvelle famille d'offres.
Résultats attendus À l'issue de cette étape, une nouvelle famille d'offres de P γ SS est ajoutée à l'outil logiciel OPERA.

La *Phase 2 - Spécialisation* et la *Phase 3 - Implémentation* sont déroulées pour cette nouvelle famille d'offres.

5.6.4 Étape 5.4 - Mise à jour des pratiques de l'entreprise

Objectifs L'objectif de cette étape est de mettre à jour les pratiques de l'entreprise et faire un point sur l'utilisation de l'outil logiciel OPERA.

Acteurs et moyens utilisés L'expert-e OPERA rencontre l'ensemble des utilisateurs pour comprendre en quoi leurs pratiques ont été modifiées et si des ajustements doivent être mise en place.

Résultats attendus À l'issue de cette étape, les pratiques de l'entreprise sont mises à jour.

Six mois après le début du déploiement, l'expert-e OPERA revient faire un retour sur le déploiement de l'outil face à un ensemble d'utilisateurs : quels sont les apports? quels ont été les problèmes rencontrés? Lors de cette étape, les interfaces et la démarche d'utilisation (et donc les supports de formation) sont mis à jour. Il s'agit ici d'ajustements mineurs.

5.6.5 Synthèse de la Phase 5 - *Maintien*

La figure 5.16 rappelle les principales entrées et sorties de la Phase 5 - *Maintien*.

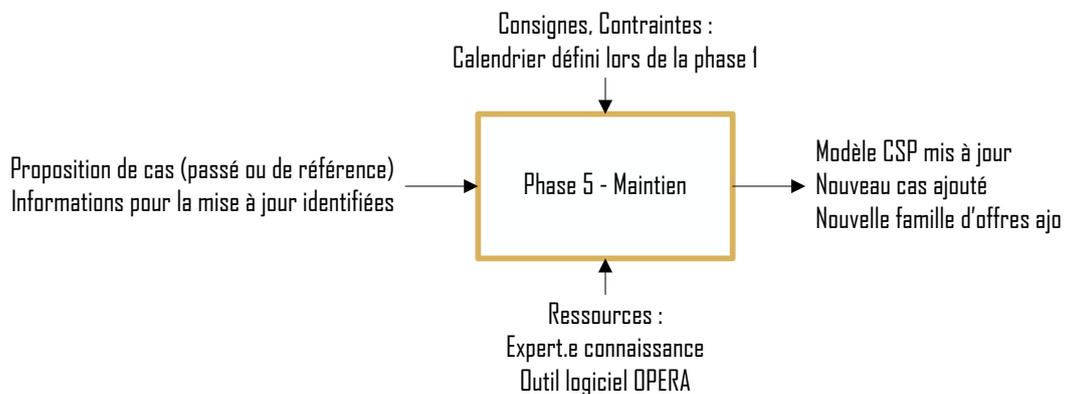


Figure 5.16 – Phase 5 - *Maintien* – Représentation IDEF0

5.7 Synthèse du chapitre 5

La méthodologie ISIEM vise à instancier et exploiter le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3. Cette méthodologie est découpée en cinq phases. La première phase, *Initialisation*, vise à définir le périmètre de travail au sein de l'entreprise. La deuxième phase, *Spécialisation*, détaille le passage du modèle générique proposé dans le chapitre 3 à un modèle spécifique à l'entreprise. L'*Implémentation* de l'outil logiciel dans l'entreprise est faite durant la troisième phase. Ces trois premières phases concernent l'implantation du cadre en entreprise. La phase 4 *Exploitation* concerne l'utilisation quotidienne du cadre en entreprise, notamment pour l'élaboration d'offres. La phase 5 *Maintien* concerne l'actualisation du cadre pour la mise à jour des connaissances de l'entreprise.

Le déploiement de cette méthode nécessite une forte implication des parties prenantes.

La méthodologie proposée permet de décrire les différentes étapes nécessaires au déploiement d'un KBS combinant une taxonomie, une approche par CSP et une approche par CBR. À notre connaissance, il n'existe pas de travaux détaillant un tel déploiement.

La figure 5.17 page suivante illustre la méthodologie proposée en se basant sur une vision orientée sur les modèles. La méthodologie ISIEM permet de passer d'un cadre générique d'aide à base

de connaissances pour l'élaboration d'offres à un cadre opérationnel (flèche grise centrale). La numérotation (1), (1.1), (1.2) et (2) correspond aux numéros des contributions de ces travaux de thèse identifiés dès le chapitre 1. Concernant le cadre opérationnel (bas de la figure), les couleurs choisies reprennent les couleurs liées à chaque phase. En bas, le contexte de déploiement sur lequel l'ensemble du cadre repose correspond aux éléments identifiés lors de la *Phase 1 - Initialisation* (périmètre d'offres, processus de réponse à appel d'offres et acteurs). Le cadre générique devient cadre spécifique (pour le modèle d'offre et le modèle d'exploitation des connaissances) dans la *Phase 2 - Spécialisation*. Lors de la *Phase 3 - Implémentation*, l'outil logiciel OPERA est implémenté et la démarche d'exploitation est définie. Enfin, les utilisateurs élaborent des offres lors de la *Phase 4 - Exploitation*, et l'ensemble du cadre opérationnel est mis à jour lors de la *Phase 5 - Maintien*. Nous avons représenté ces deux phases sur deux flèches différentes car les temporalités sont différentes.

La partie suivante est consacré à un cas d'étude issu du projet OPERA pour illustrer nos deux propositions.

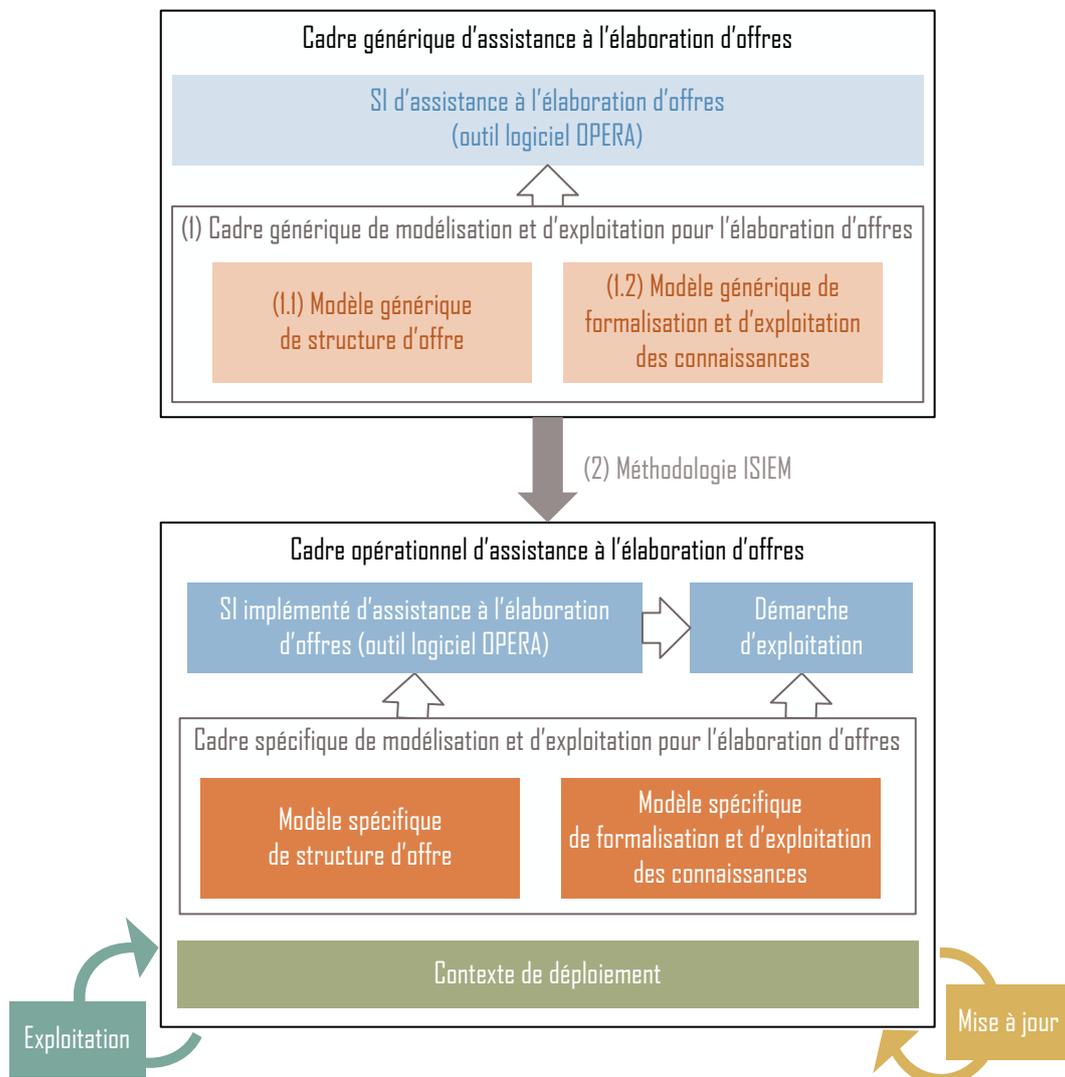


Figure 5.17 – Méthodologie ISIEM : passage d'un cadre générique d'assistance à l'élaboration d'offres à un cadre opérationnel

IV

Application des travaux

6

Application de nos propositions

« Réussir, c'est aller d'échec en échec sans perdre son enthousiasme. »
Celle-là, elle est de Winston Churchill, signale Kim. Il l'a mise en application
pour gagner la guerre. Voilà le pouvoir des phrases toutes faites.

Bernard Werber, *Le miroir de Cassandre*

6.1	Cadre de travail : le projet OPERA	144
6.1.1	Le processus de réponse à appel d'offres OPERA	144
6.1.2	Structure du projet et lien avec la thèse	144
6.1.3	L'outil logiciel OPERA	146
6.2	Présentation du cas d'étude	149
6.2.1	Choix du cas d'étude	149
6.2.2	Déroulement du cas d'étude	149
6.2.3	Rappel de la méthodologie ISIEM	150
6.2.4	Synthèse intermédiaire	150
6.3	Déploiement de la phase 1 - Initialisation	150
6.3.1	Déploiement de l'étape 1.1 - Cadrage initial	150
6.3.2	Déploiement de l'étape 1.2 - Identification des acteurs	150
6.3.3	Déploiement de l'étape 1.3 - Analyse de l'existant	152
6.4	Déploiement de la phase 2 - Spécialisation	152
6.4.1	Déploiement de l'étape 2.1 - Identification des offres	152
6.4.2	Déploiement de l'étape 2.2 - Exploration des offres	154
6.4.3	Déploiement de l'étape 2.3 - Modélisation des offres	156
6.4.4	Déploiement de l'étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances	161
6.5	Bilan du cas d'étude	162
6.5.1	Synthèse du déploiement pour AES	163
6.5.2	Perspectives de déploiement des phases 3, 4 et 5	164
6.6	Synthèse du chapitre 6	164

Dans le chapitre 3, nous avons présenté notre première contribution : un cadre générique de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres. Le chapitre 5 est consacré à notre deuxième contribution : une méthodologie d'instanciation et d'exploitation du cadre générique de modélisation proposé dans le chapitre 3.

Ce chapitre illustre nos deux propositions sur un cas d'étude inspiré de l'une des entreprises partenaire du projet OPERA. Après un rappel sur le projet (section 6.1), nous introduisons le cas

d'étude dans la section 6.2. Nous déroulons ensuite la méthodologie ISIEM sur ce cas d'étude (sections 6.3 et 6.4), ce qui permet également de montrer la validité du modèle générique. Enfin, la section 6.5 fait un bilan du cas d'étude.

6.1 Cadre de travail : le projet OPERA

Le projet OPERA¹ (acronyme de « **O**utils logiciels et **P**roc**E**ssus pour la **R**éponse à **A**ppels d'offres ») est financé par l'ANR² et a débuté en même temps que ces travaux de thèse, en novembre 2016. Il a pour objectif de fournir aux entreprises soumissionnaires, lors de réponses à appels d'offres, des outils d'aide à base de connaissances permettant d'élaborer rapidement des offres pertinentes dans laquelle l'entreprise a confiance. Le consortium est composé de trois laboratoires de recherche (le CGI au sein d'IMT Mines Albi, ESTIA Recherche et le LGP au sein de l'ENIT) et quatre partenaires industriels (AES, Altran, Axsens et Mécanuméric), présentés page 20.

6.1.1 Le processus de réponse à appel d'offres OPERA

Le processus de réponse à appel d'offres utilisé dans le cadre du projet OPERA est illustré figure 6.1 page suivante³. Il s'agit du processus de réponse à appel d'offres utilisé dans nos travaux (page 10), à ceci près que l'activité (A21) d'élaboration d'offres est ici décomposée de la façon suivante :

- A211 Tout d'abord, une offre technique est élaborée. Nous utilisons toujours la définition d'une offre donnée page 17, c'est-à-dire qu'il s'agit d'élaborer la solution technique objet de l'appel d'offres (produit, service ou PSS) ainsi que le processus de réalisation associé.
- A212 Ensuite, une activité d'ingénierie des risques est menée sur le processus de réalisation. Les principaux risques sont identifiés, les probabilités et impacts évalués, les actions de mitigations définies, puis une simulation des scénarios de risques est faite.
- A213 Si besoin, l'utilisateur peut revenir à l'étape A211 et modifier des choix effectués sur la solution technique ou le processus de réalisation afin de diminuer les probabilités d'occurrence ou impacts des risques.

A l'issue de ces activités, une offre est donc élaborée. L'utilisateur a la possibilité, en suivant le même processus, d'élaborer plusieurs offres sur un même cahier des charges (pour pouvoir comparer des alternatives ou proposer des variantes par exemple).

6.1.2 Structure du projet et lien avec la thèse

Le projet OPERA est structuré en six lots de travail (notés LT) :

LT0 – Le lot 0, intitulé *Gestion*, assure le suivi opérationnel du projet ainsi que le pilotage de la valorisation scientifique et industrielle des recherches. Le CGI est responsable de ce lot.

LT1 – Le lot 1, intitulé *Besoins & Use cases*, porte sur l'élucidation des besoins et la construction des use cases. ESTIA Recherche est responsable de ce lot.

LT2 – Le lot 2, intitulé *Offres & Incertitudes*, porte sur la partie *Élaboration d'offres*. Il a pour objectif d'outiller l'activité A211 du processus de réponse à appel d'offres OPERA (figure 6.1). Le LGP est responsable de ce lot.

LT3 – Le lot 3, intitulé *Risques & Stratégies*, porte sur la partie *Ingénierie des risques*. Il a pour objectif d'outiller l'activité A212 du processus de réponse à appel d'offres OPERA (figure 6.1). Le CGI est responsable de ce lot.

1. <https://research-gi.mines-albi.fr/display/OPERA>

2. Projet n° ANR-16-CE10-0010

3. Sur la figure 6.1, l'offre technique (OT) et l'offre commerciale (OC) sont distinguées. Dans ce mémoire, quand nous utilisons le terme *offre* sans préciser, nous parlons de l'offre technique.

LT4 – Le lot 4, intitulé *Intégration*, porte sur l’intégration du travail effectué par les lots LT2 et LT3. Le LGP est responsable de ce lot.

LT5 – Le lot 5, intitulé *Tests & Validation*, porte sur les tests et la validation du travail effectué par l’ensemble des autres lots. Il est alimenté par les cas d’études issus du LT1. ESTIA Recherche est responsable de ce lot.

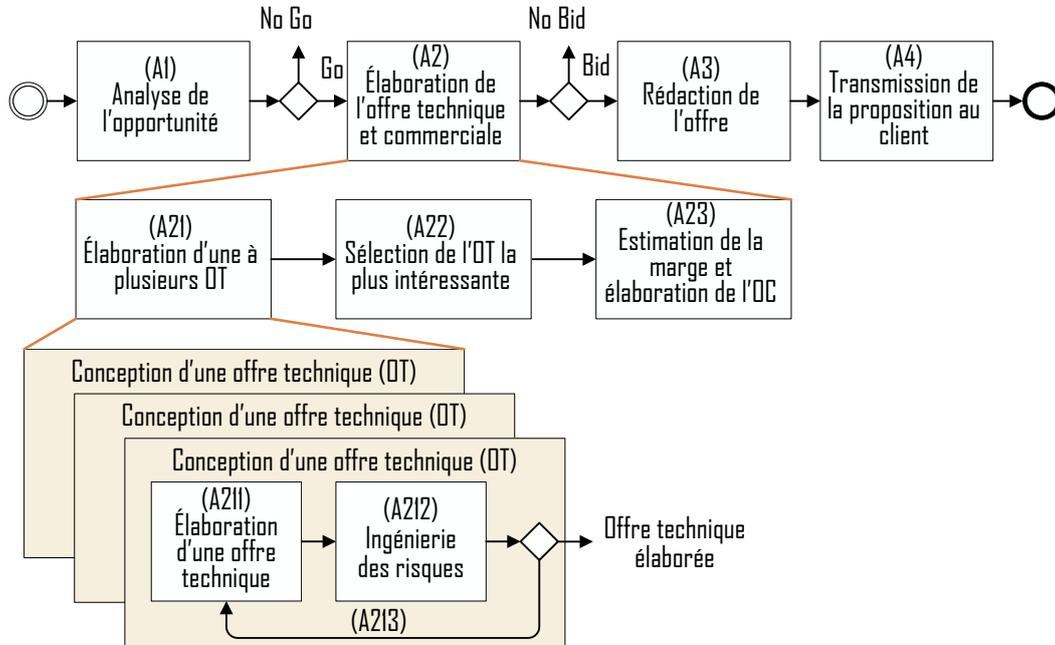


Figure 6.1 – Élaboration d’une offre en réponse à appel d’offres dans le cadre du projet OPERA

Le projet OPERA suit un processus itératif composé de deux phases : la première phase est orientée *Conception*, les modèles et cas d’utilisation sont formalisés; la deuxième phase est orientée *Développement* et permet la mise en œuvre de l’outil logiciel. Chaque phase est composée de deux cycles itératifs (figure 6.2).

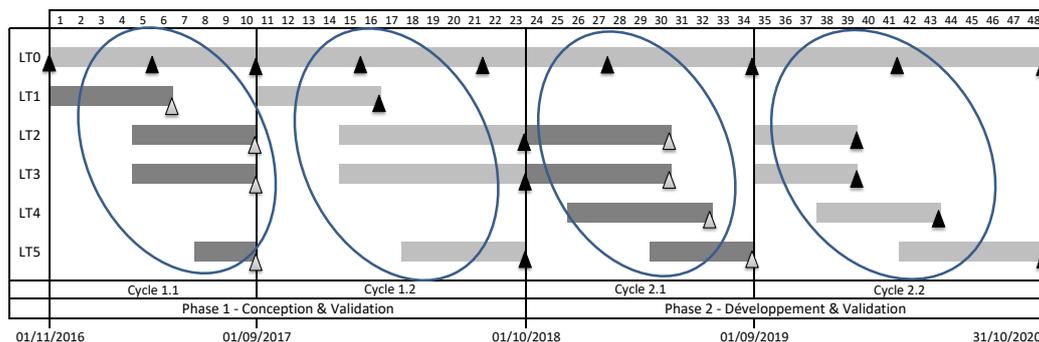


Figure 6.2 – Macro-phasage du projet OPERA

Trois thèses ont été menées dans le cadre du projet OPERA :

1. La thèse d’A. Sylla, qui a débuté un an avant le début du projet, est liée aux travaux effectués dans le cadre du lot LT2, c’est-à-dire qu’elle a pour objet l’élaboration d’offres. Sa thèse,

intitulée « Aide à la décision en réponse à appel d'offres : une approche intégrée de conception conjointe produit-processus, de gestion des risques et de retour d'expérience », a été soutenue en juillet 2018 (Sylla, 2018). A. Sylla était co encadré par le LGP et le CGI. Il a remporté le deuxième prix des thèses de l'Association Française d'Ingénierie Système (AFIS) grâce à ses travaux dont les contributions majeures ont été brièvement présentées dans le chapitre 1 page 12.

2. Les travaux présentés dans ce mémoire sont en lien avec le travail effectué dans le cadre des lots LT1 et LT5 et sont encadrés par l'ESTIA et le CGI. Le cadre de modélisation et d'exploitation ainsi que la méthodologie proposée sont donc issue en partie du travail effectué dans le cadre du projet.
3. Les travaux de R. Ayachi, qui ont débuté un an après le début du projet, portent sur l'ingénierie des risques et sont liés au lot LT3 (Ayachi et al., 2018). Ils sont co encadrés par le LGP et le CGI.

Notons que nous pouvons faire le lien entre la méthodologie CommonKADS et les travaux menés dans le cadre du projet OPERA. En effet, pendant le projet OPERA et ces travaux de thèse, les trois phases de déploiement de la méthodologie CommonKADS⁴ ont bien eu lieu :

- La phase d'analyse (1. Contexte) correspond au travail effectué lors du lot LT1,
- La phase de modélisation (2. Concept) correspond au travail effectué pour aboutir à la proposition de cadre de modélisation faite dans le chapitre 3,
- La phase d'implémentation (3. Artefact) correspond au travail effectué par l'équipe de développeurs du LGP et du CGI concernant l'outil logiciel OPERA.

6.1.3 L'outil logiciel OPERA

L'outil logiciel OPERA, développé conjointement par le LGP et le CGI, est un démonstrateur en cours de développement, dont la livraison est prévue courant 2020. L'ensemble de la méthodologie et l'implémentation du modèle ne pourront donc pas être présentés dans ce mémoire. Ce démonstrateur est développé à partir (1) des spécifications issues du travail effectué dans le cadre du LT1 et (2) des modèles développés dans le cadre des lots LT2 (pour la partie élaboration d'offres) et LT3 (pour la partie ingénierie des risques).

Architecture de l'outil logiciel OPERA

L'outil logiciel OPERA couple différentes solutions logicielles existantes dans un nouveau progiciel adapté à la réponse à appel d'offres : la solution logicielle CoFiADe, issue de la thèse de Vareilles (2005), est couplée avec l'outil logiciel Prorisk (Nguyen et al., 2013) pour fournir un démonstrateur construit à l'image de l'architecture du logiciel ATLAS (Romero et al., 2014; Vareilles et al., 2015).

La solution logicielle CoFiADe permet de formaliser des connaissances sous la forme de CSP via un langage de modélisation spécifique, et de piloter une interface Web, offrant ainsi la possibilité à l'utilisateur, via une vision arborescente du modèle, de réduire progressivement le domaine des variables pour converger vers une solution (Vareilles, 2015). Dans l'outil logiciel OPERA, CoFiADe assure les fonctionnalités liées au CSP : définition et propagation des contraintes.

Le projet ANR ATLAS⁵ (2007-2011) concernait le couplage de la conception de systèmes et la planification du projet de réalisation. Pour ce faire, des CSP étaient associés à des ontologies et des techniques de CBR (Romero et al., 2014; Vareilles et al., 2015). Un démonstrateur logiciel a été développé par le LGP, intégrant CoFiADe pour la partie CSP, tout comme pour OPERA.

Dans l'outil logiciel OPERA, ProRisk assure les fonctionnalités liées à l'ingénierie des risques : simulation des risques, calcul des impacts et probabilités des scénarios. La partie ingénierie des risques, objet de la thèse en cours de R. Ayachi, n'est pas détaillée dans nos travaux. Cependant, le modèle d'offre sur lequel se base l'outil logiciel OPERA et utilisé pour l'ingénierie des risques est celui proposé dans nos travaux.

4. Cf. les phases de la méthodologie CommonKADS page 97

5. Aides et assistances pour la conception, la conduite et leur couplage par les connaissances

Fonctionnalités de l'outil logiciel OPERA

À l'issue du travail effectué dans le cadre du lot LT1, 44 besoins fonctionnels ont été identifiés suite aux entretiens menés auprès des quatre partenaires industriels. Dans un souci de compréhension et de synthèse, ces propositions ont été organisées en trois catégories complémentaires qui sont :

1. l'élaboration d'offres (14 fonctionnalités),
2. l'ingénierie des risques (13 fonctionnalités),
3. l'interface et l'utilisation en entreprise (17 fonctionnalités).

Les fonctionnalités liées à l'élaboration d'offres concernent la construction et l'élaboration d'une offre (6 fonctionnalités), l'exploitation des bases de connaissances pour l'élaboration d'offres (4 fonctionnalités), et la comparaison de différentes offres pour un même cahier des charges (4 fonctionnalités).

Les fonctionnalités liées à l'ingénierie des risques concernent l'identification et l'édition des risques (7 fonctionnalités), l'exploitation des bases de connaissances pour l'ingénierie des risques (3 fonctionnalités) et l'identification des scénarios clés de risques (3 fonctionnalités).

Les fonctionnalités liées à l'interface et l'utilisation en entreprise (17 fonctionnalités) sont très diverses, allant de la nécessité d'afficher une barre d'avancement pour l'état de complétude d'une offre au *drag and drop* en passant par la nécessité de pouvoir écraser une offre (par exemple).

Ces fonctionnalités sont détaillées dans le livrable de projet L1-P1.C2 (juillet 2018). Ces fonctionnalités ont ensuite été hiérarchisées selon l'importance du besoin pour les entreprises partenaires, et selon leur faisabilité selon les responsables des lots.

L'outil logiciel OPERA est donc composé de deux blocs fonctionnels, l'un consacré à l'élaboration d'offres, et le second consacré à l'ingénierie des risques (figure 6.3). Ces deux blocs fonctionnels ont une interface commune. Le bloc fonctionnel dédié à l'élaboration d'offres est développé par le LGP, tandis que celui dédié à l'ingénierie des risques est développé par le CGI. L'intégration des deux blocs est portée par le LGP.

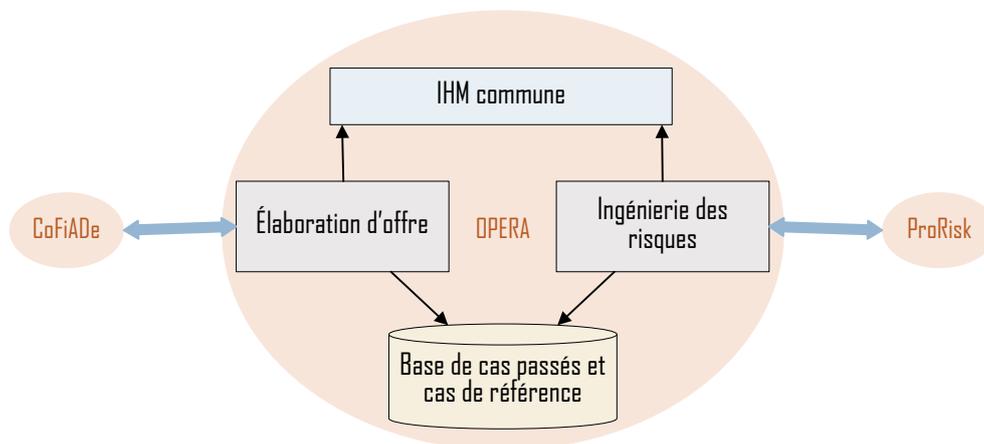


Figure 6.3 – Architecture de l'outil logiciel OPERA

Présentation des interfaces de l'outil logiciel OPERA

L'outil logiciel OPERA étant à l'heure actuelle toujours en cours de développement, nous présentons ici les premières versions des interfaces⁶.

6. Les interfaces présentées ici ont été développées par le LGP. Les copies d'écran sont tirées du livrable L2-P2.C1 (mai 2019, écrit par le LGP).

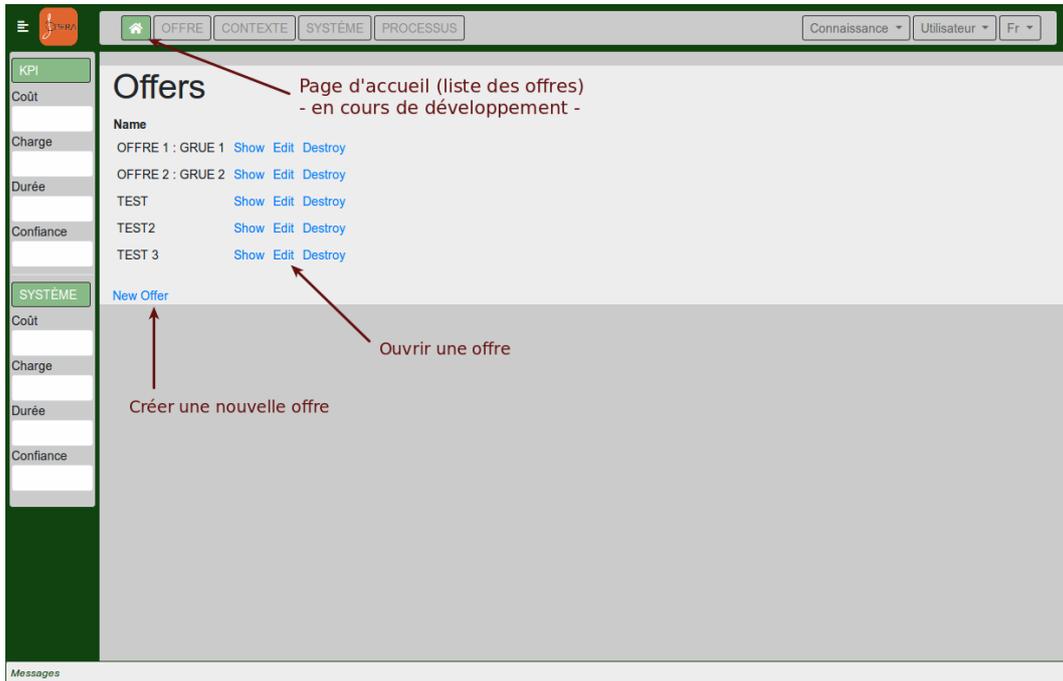


Figure 6.4 – Interface d'accueil du module d'élaboration d'offres

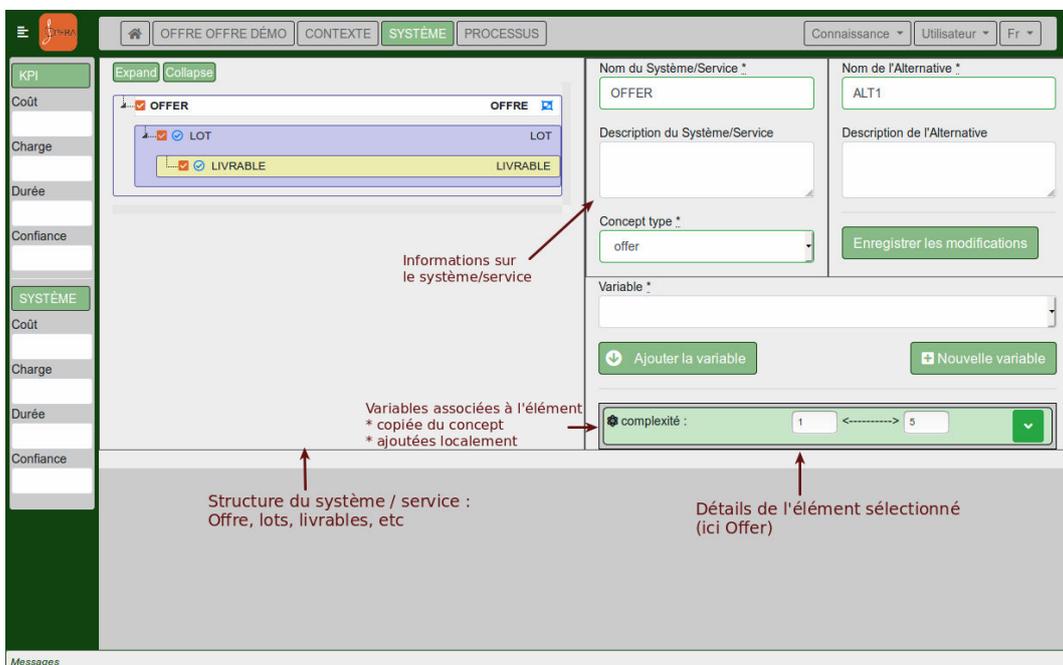


Figure 6.5 – Interface d'édition de la solution technique

Interface d'accueil La figure 6.4 illustre l'interface d'accueil du logiciel OPERA. L'utilisateur peut ouvrir une offre existante (bouton « *Edit* ») ou en créer une nouvelle (bouton « *New Offer* »). Une fois une offre ouverte ou créée, l'utilisateur peut se déplacer dans le menu en haut, qui montre les différentes parties d'une offre (contexte, solution technique (ici appelée *système*) et processus de réalisation). Le menu à gauche permet de visualiser les indicateurs au niveau de l'offre (menu « KPI ») ou au niveau de la partie de l'offre en cours d'édition⁷.

Édition d'un élément de l'offre La figure 6.5 illustre l'édition de la partie solution technique d'une offre. Y apparaissent les variables associées à l'artefact en cours d'édition, importées du concept ou ajoutées localement (sur la partie droite de l'écran, sur fond vert).

6.2 Présentation du cas d'étude

L'applicabilité du cadre proposé dans le chapitre 3 et de la méthodologie proposée dans le chapitre 5 est montrée au travers d'un cas d'étude tiré du travail effectué dans le cadre du projet OPERA. Cette section est consacrée à la présentation de ce cas d'étude.

6.2.1 Choix du cas d'étude

Dans le cadre du projet OPERA, nous avons travaillé avec les quatre partenaires industriels présentés page 20. Dans le cadre de la première itération du lot LT1, chaque entreprise a été interviewée cinq fois, plus une fois au mois d'octobre 2016 pour préparer le lancement du projet. Il y a donc eu 24 rencontres sur une période de 30 semaines, ce qui représente une charge de travail conséquente et démontre une forte implication des partenaires industriels. Lors de la seconde itération, l'objectif était de consolider les acquis de la première itération. La démarche de travail a donc évolué et trois types de réunions ont été menées :

- des réunions croisées avec tous les partenaires industriels pour travailler sur la construction d'un modèle générique de structure d'offre ainsi que pour définir et prioriser les fonctionnalités du point de vue industriel,
- des réunions croisées avec tous les laboratoires de recherche pour travailler à l'interopérabilité des modèles de données et élaborer les spécifications de l'outil logiciel OPERA,
- et, comme auparavant, des réunions indépendantes avec chaque partenaire industriel pour valider les évolutions proposées et le cas d'étude propre à chaque entreprise.

Il y a donc eu 11 réunions supplémentaires sur la période de la seconde itération du lot LT1. À l'issue de ces deux itérations, nous avons construit un cas d'étude pour chaque entreprise.

Dans ce manuscrit, nous avons choisi de présenter le cas d'étude de l'entreprise AES. En effet, cette entreprise propose à la fois des offres produit et des offres PSS (dans lesquelles des modules de service sont proposés en plus du produit).

L'entreprise AES⁸ est un bureau d'étude dans lequel travaillent six personnes, répondant à des appels d'offres pour des engins de levage portuaires, sur des marchés publics ou privés. Cette entreprise travaille uniquement sur la partie électrique, et collabore avec un partenaire pour la partie mécanique des grues.

6.2.2 Déroulement du cas d'étude

Dans le cadre du lot LT1, plusieurs réunions ont été menées avec l'entreprise AES : une réunion avant le lancement du projet, cinq réunions lors de la première itération, puis deux réunions lors de la deuxième itération. À cela s'ajoute trois réunions croisées durant lesquelles l'ensemble des

7. Dans la version présentée ici, le calcul des indicateurs n'était pas encore actif.

8. <https://ae-services.fr/fr/>

partenaires industriels étaient conviés pour valider le modèle générique d'offre et les fonctionnalités attendues. Dans le cadre des deux itérations du lot LT5, quatre réunions ont été menées pour valider le cas d'étude et les fonctionnalités attendues. Au total, ce sont donc environ 60 heures de réunion qui ont été menées avec le partenaire industriel. Notons que certaines de ces réunions concernaient non seulement l'élaboration du cas d'étude, mais aussi le recueil d'informations pour l'élaboration du cadre de modélisation générique ainsi que le recueil des fonctionnalités attendues concernant l'outil logiciel OPERA. Ces réunions ont été menées avec le responsable commercial de l'entreprise, ainsi que la chargée des relations internationales.

Le cas d'étude présenté dans la suite de ce chapitre a fait l'objet de deux communications qui seront présentées en conférence durant l'été 2019 (Guillon et al., 2019a; Guillon et al., 2019b).

6.2.3 Rappel de la méthodologie ISiem

Nous proposons donc dans ce chapitre d'illustrer la méthodologie proposée dans le chapitre 5 sur le cas d'étude présenté dans la section précédente. Un rappel de la méthodologie ISiem est illustré sur la figure 6.6. La validation de la méthodologie proposée permet également de valider le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans le chapitre 3 puisque la méthodologie concerne la mise en œuvre de ce cadre générique.

L'outil logiciel OPERA étant en cours de développement, nous présenterons dans ce chapitre uniquement le déploiement des phases *Initialisation* et *Spécialisation*. Les phases *Implémentation*, *Exploitation* et *Maintien* ne seront pas abordées en détails. Cependant, quelques éléments en lien avec ces phases seront introduits dans la section 6.5.2.

6.2.4 Synthèse intermédiaire

La suite de ce chapitre est donc consacrée au cas d'étude issu du travail avec un bureau d'études spécialisé dans l'ingénierie d'équipements automatiques. Le déploiement des deux premières phases de la méthodologie ISiem est présenté pour montrer la faisabilité de nos propositions, concernant à la fois le cadre de modélisation et d'exploitation, et la méthodologie.

6.3 Déploiement de la phase 1 - Initialisation

Pour rappel, la *Phase 1 - Initialisation* a pour objectif d'identifier les acteurs et de comprendre le contexte dans le cadre duquel l'outil logiciel OPERA est déployé.

6.3.1 Déploiement de l'étape 1.1 - Cadrage initial

Une première réunion a été menée pour comprendre les attentes de l'entreprise. Son objectif était d'améliorer son taux d'acceptation des offres par le client (1) en réduisant le temps de réponse à un appel d'offres, et donc en répondant à plus d'appels d'offres, mais aussi (2) en élaborant des offres plus pertinentes en utilisant la connaissance de l'expert.

6.3.2 Déploiement de l'étape 1.2 - Identification des acteurs

La deuxième étape de notre méthodologie est l'identification des acteurs qui interviendront tout au long du déploiement de l'outil logiciel OPERA.

Les personnes impliquées dans la réponse à appel d'offres au sein de l'entreprise et pouvant être amenées à utiliser l'outil logiciel OPERA sont un responsable commercial, une chargée des relations internationales, un chargé de projet, chargé d'études, un responsable technique et un chargé d'affaire. Parmi ces personnes, deux rôles ont été identifiés : un expert connaissance,

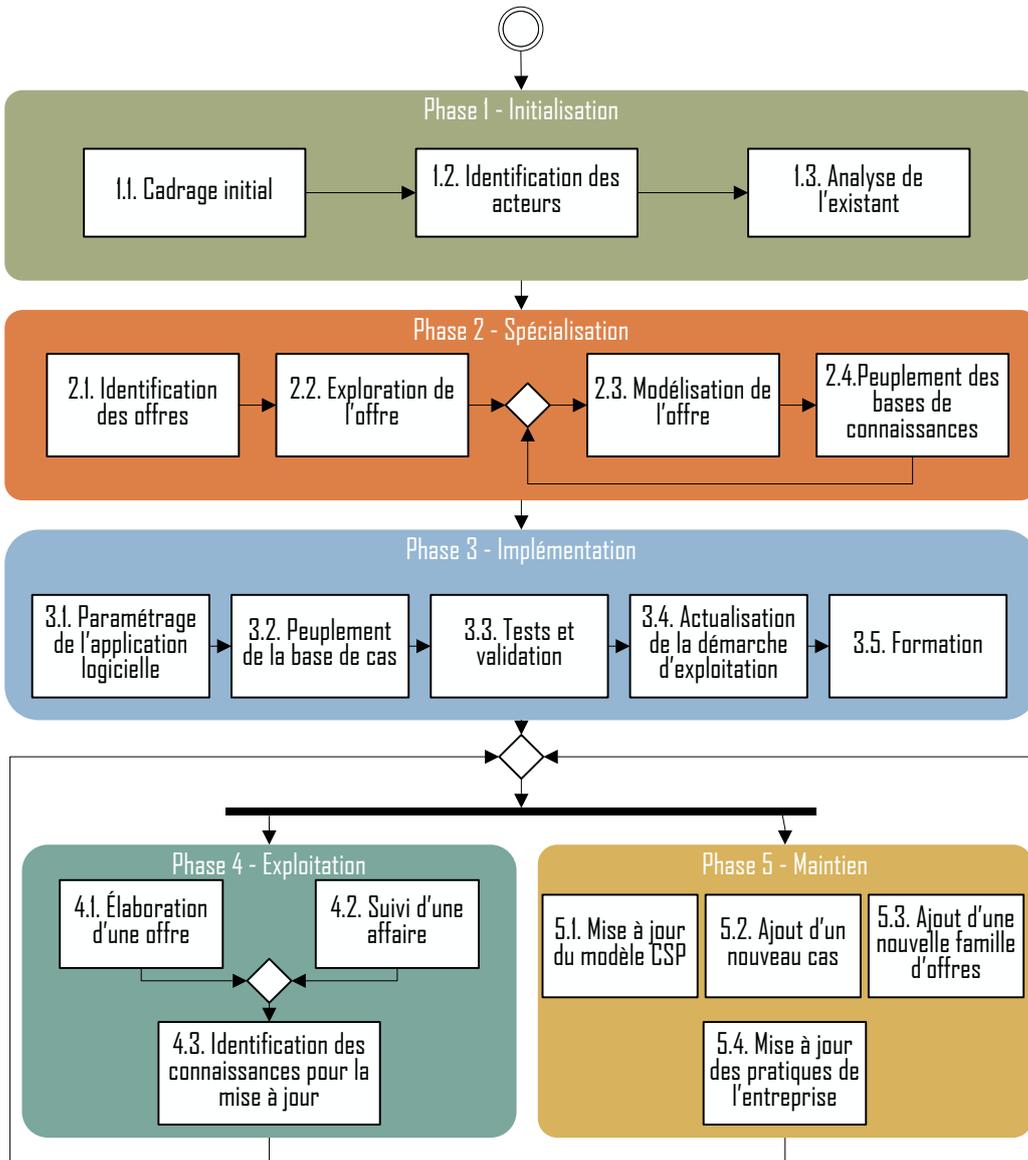


Figure 6.6 – Rappel de la méthodologie ISIEM

et plusieurs utilisateurs techniques. L'expert connaissance (responsable commercial), et une utilisatrice (chargée des relations internationales) ont été impliqués tout au long du déploiement de la méthodologie et ont été nos principaux interlocuteurs.

De plus, dans le déploiement de la méthodologie illustré par la suite, nous jouons le rôle de l'expert OPERA.

6.3.3 Déploiement de l'étape 1.3 - Analyse de l'existant

L'étape 1.3 a pour objectif de comprendre le contexte de l'entreprise dans le cadre duquel l'outil logiciel OPERA sera déployé.

L'entreprise soumet environ 200 offres par an, toutes solutions technique confondues. Elle répond annuellement à une dizaine d'appels d'offres pour le cas particulier des engins de levage portuaire neufs complets, sur des marchés publics ou privés.

La figure 6.7 illustre le processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise. Cette formalisation du processus de réponse à appel d'offres est le résultat des entretiens menés avec l'expert connaissance de l'entreprise. Le premier point de décision correspond au *Go/No go* identifié lors de notre première revue de littérature page 9. La lecture du dossier technique prend environ 2 jours et l'ensemble de l'équipe est impliquée. L'identification des points clefs est également faite en équipe, tout comme la rédaction. Les choix de conception cependant sont effectués uniquement par le responsable commercial, qui est l'expert connaissance de l'entreprise.

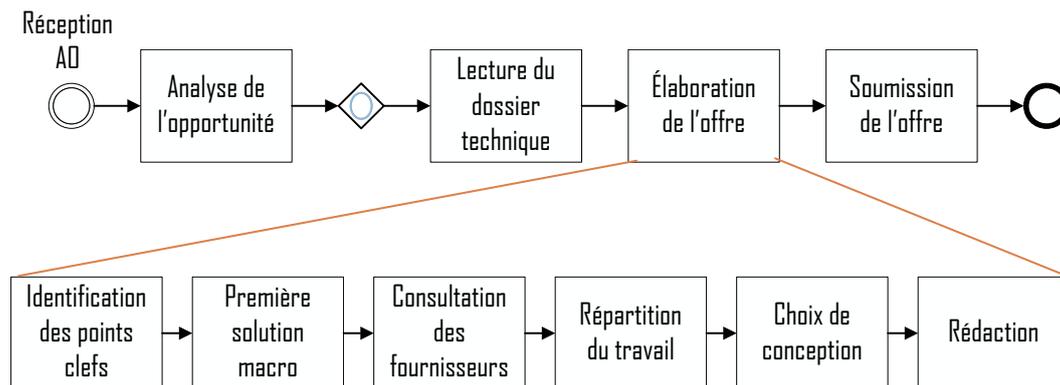


Figure 6.7 – Processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise AES

De plus, le questionnaire introduit page 117 a également été abordé lors des premières réunions, en face à face avec le responsable commerciale de l'entreprise. Cela nous a permis de comprendre le contexte dans le cadre duquel l'entreprise AES répond à des appels d'offres. Les premiers éléments concernant l'offre ont également été identifiés.

6.4 Déploiement de la phase 2 - Spécialisation

La *Phase 2 - Spécialisation* est composée de quatre activités successives. Une boucle itérative, à la fin de la dernière étape, permet de revenir aux étapes précédentes si nécessaire pour affiner le modèle.

6.4.1 Déploiement de l'étape 2.1 - Identification des offres

L'étape 2.1, qui a pour objectif d'identifier le périmètre de travail et les éventuelles restrictions qui seront posées sur le modèle générique d'offre, est composée de trois activités successives.



(a) Portique portuaire



(b) Grue portuaire

Figure 6.8 – Exemple d'éléments de grue et de portique (source : AES)

Activité 2.1.1 - Identification des offres représentatives

Pour déployer l'outil logiciel OPERA, l'entreprise a choisi comme offre représentative les engins de levage portuaire neufs complets. Bien que ces offres ne représentent que 5% des appels d'offres soumis par l'entreprise, ils représentent une charge de travail et un chiffre d'affaires très important. De plus, l'entreprise est experte sur le sujet. Tous les types d'engins de levage portuaire proposés par l'entreprise seront considérés dans le périmètre de travail, c'est-à-dire à la fois les grues et les portiques (figure 6.8). Un portique portuaire (figure 6.8a) est un engin de levage pour exploiter essentiellement le déchargement de conteneurs amenés par portes-conteneurs. Une grue (figure 6.8b) est un engin de levage qui peut être utilisé pour diverses marchandises (vrac, solides ou conteneurs). Pour les conteneurs, le choix se porte sur une grue dans le cas où la structure du site ne permettrait pas l'installation de portiques.

Deux cas passés réalisés ont également été identifiés dès le début du déploiement de la méthodologie. Par la suite, d'autres cas passés seront identifiés pour peupler la base de cas. Pour des raisons de confidentialités, nous ne donnerons pas de détails sur ces cas passés.

Activité 2.1.2 : Identification des concepts d'offres

D'autre part, la taxonomie des concepts d'offres a été identifiée (Figure 6.9). Sur cette taxonomie figurent tous les types d'offres élaborées par l'entreprise AES. L'offre représentative « Engin de levage portuaire neuf complet » y apparaît bien.

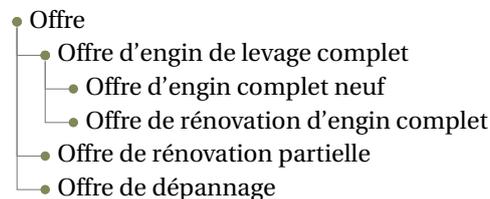


Figure 6.9 – Taxonomie des concepts d'offres pour l'entreprise AES

Activité 2.1.3 : Identification des restrictions spécifiques à l'entreprise

Dans un souci d'utilisabilité par les employés et car nous nous limitons dans un premier temps à une « preuve de concept » (POC – *proof of concept*), un certain nombre de restrictions sur le modèle générique ont été mises en place. Ainsi, le processus de réalisation sera « en série » et la nomenclature de la solution technique sera limitée à 3 niveaux de décomposition.

6.4.2 Déploiement de l'étape 2.2 - Exploration des offres

L'étape 2.2 a pour objectif de comprendre l'objet sur lequel nous travaillons (l'offre) sans encore le modéliser. Cette étape est composée de trois activités successives.

Activité 2.2.1 - Identification des différentes parties d'une offre

Lors de l'activité 2.2.1, des échanges avec l'expert connaissance permettent d'identifier les différentes parties d'une offre pour le périmètre « Engin de levage portuaire neuf », sans encore modéliser les éléments identifiés. Ces éléments sont relatifs :

- au contexte dans le cadre duquel l'offre est élaborée,
- aux exigences du client,
- à la solution technique proposée,
- au processus permettant de réaliser cette solution technique,
- aux indicateurs permettant d'évaluer l'offre,
- aux risques pouvant survenir lors de la réalisation de l'affaire.

L'ensemble des points ci-dessus ont donc été étudiés en interview.

Contexte Des éléments de contexte liés à l'historique du client et la confiance dans l'entreprise partenaire peuvent avoir un impact sur l'offre soumise. De plus, des caractéristiques de l'affaire (marché public ou privé par exemple) sont également à prendre en compte.

Exigences Les exigences clefs, pour une offre concernant un à plusieurs engins de levage portuaire, sont les suivantes :

- Type d'affaire (neuf ou rénovation),
- Nombre d'engins,
- Type des engins,
- Nombre de mouvements demandés pour chaque engin,
- Usage demandé pour chaque engin : crochet, benne, spreader, grappin, etc.

Solution technique La solution technique proposée est composée majoritairement d'artefacts tangibles (sous-ensembles et composants physiques d'un engin de levage portuaire) auxquels sont ajoutés des artefacts intangibles, comme de la formation. La partie tangible d'un engin de levage peut être décomposée de la façon suivante :

- Un engin de levage portuaire est composé une partie **Distribution électrique**, d'une partie **Contrôle commande** et de 4 à 8 **Mouvements**⁹.
- La partie **Distribution électrique** est composée d'un à deux **Transformateurs** et un **groupe électrogène** est optionnel.
- La partie **Contrôle commande** est caractérisée par le nombre d'automates et le nombre d'interfaces Homme-Machine. Pour chaque composant **Automate**, on identifiera le type et la fonction.
- Enfin, pour chaque **Mouvement**, il y a un à quatre **variateurs** et un à trente **moteurs**. Il peut y avoir jusqu'à trois **freins** par moteurs, mais il peut également ne pas y avoir de freins sur un moteur.

9. Plus d'informations sur les mouvements en annexe dans la section C page 201

Processus Le processus de réalisation d'un engin de levage portuaire neuf complet sans artefacts intangibles est composé de 14 activités, comme illustré figure C.1 en annexe C page 201. L'entreprise n'ayant après réflexion pas besoin d'un tel niveau de détails, ce processus sera simplifié pour la modélisation en un processus composé de six activités, auxquelles s'ajoutent l'activité de formation (liée à un artefact intangible) :

1. l'analyse fonctionnelle, qui permet de retranscrire les besoins du client en terme de fonctions auxquelles la solution proposée devra répondre. Les choix techniques du gros matériel (moteur par exemple) sont également effectués. La ressource impliquée est un.e chargé.e de projet, et le coût principal de cette activité est porté par les ressources humaines. Cette activité dure en moyenne 4 semaines.
2. la réalisation du dossier électrique et la programmation. Là encore le coût est porté par les ressources humaines. C'est un.e chargé.e d'étude qui intervient sur cette activité. Cette activité peut durer 14 à 20 semaines.
3. l'approvisionnement. Nous prenons en compte ici uniquement l'approvisionnement longue durée (plusieurs semaines), c'est-à-dire l'approvisionnement du gros matériel. Les approvisionnements courts (quelques jours) impactent peu la durée du processus de réalisation. Il s'agit de la seule activité où les coûts sont portés par des achats de matériel.
4. la fabrications et les tests. Une entreprise extérieure est chargée des tests. La durée de cette activité est en moyenne de 8 semaines.
5. l'expédition et l'installation. Il s'agit de la mise en place et du raccordement des armoires électriques.
6. la mise en service, qui est effectuée par un.e chargé.e d'études.
7. la formation. Le client est formé à l'utilisation de l'engin de levage portuaire.

Indicateurs Lors de l'élaboration d'une offre, l'entreprise cherche principalement à évaluer le coût de la solution technique proposée pour pouvoir proposer un prix au client potentiel. Des indicateurs de coût, de prix et de marge sont donc retenus. D'autre part, l'entreprise cherche également à évaluer le coût lié au processus de réalisation pour l'intégrer dans le prix proposé au client. Un indicateur de charge est donc également retenu. De plus, certaines offres intègrent des pénalités de retard si l'engin de levage portuaire n'est pas livré dans les délais annoncés. Des indicateurs de durée sont donc également choisis pour caractériser le processus de réalisation. Enfin, un indicateur de confiance est également retenu pour prendre en compte la confiance du soumissionnaire à livrer l'engin dans les conditions annoncées dans l'offre. L'indicateur de confiance proposé dans Sylla et al. (2017) étant particulièrement complexe à déployer dans une entreprise qui n'utilise à l'heure actuelle pas ces métriques, nous avons choisi de retenir dans un premier temps une échelle à trois niveaux : confiance élevée, moyenne ou faible, plus facile d'utilisation pour le personnel de l'entreprise.

Risques Pour rappel, nous nous intéressons uniquement aux risques de ne pas être capable de fournir la solution prévue dans les conditions prévues. Jusqu'à maintenant, l'entreprise ne prenait pas en compte les risques lors de l'élaboration d'une offre. Une dizaine de risques ont été identifiés lors des entretiens avec l'expert connaissance. Cependant, en concertation avec l'expert connaissance, nous avons décidé de ne traiter dans un premier temps que les risques avec les probabilités d'occurrence les plus importantes ou les impacts les plus critiques. Les quatre risques qui seront pris en compte sont donc les suivants (ils se rapportent aux activités identifiées précédemment) :

- Erreur analyse fonctionnelle Le risque d'un oubli ou d'une erreur humaine pendant l'activité d'analyse fonctionnelle est particulièrement critique, bien que peu probable.
- Mauvais choix matériel Survenant sur l'activité de réalisation du dossier électrique et programmation, le risque de choisir un composant qui ne correspondrait pas aux fonctionnalités attendues a une faible probabilité d'occurrence mais un impact délai qui peut être important puisqu'il s'agit d'attendre d'avoir reçu le composant approprié.

Matériel non conforme	Ce risque est lié au fournisseur et peut survenir lors de l'activité d'approvisionnement : un fournisseur livre un composant qui ne répond pas aux spécifications. L'entreprise doit alors renvoyer le composant et attendre un nouveau. La durée du projet peut être grandement impactée, le temps de recevoir du matériel conforme.
Écart demande client	Ce dernier risque n'est décelé que lors de la mise en service de la machine. Si l'entreprise se rend compte à ce moment que celle-ci ne correspond pas aux attentes du client, la correction pour assurer les fonctionnalités demandées peut prendre du temps.

Activité 2.2.2 - Description des règles métier de l'offre

L'activité suivante consiste à identifier les règles métier qui lient les parties de l'offre identifiées précédemment, toujours pour le périmètre « Engin de levage portuaire neuf ». Pour des raisons de confidentialité, nous ne présentons ici qu'un petit nombre de règles métier.

Règle métier 1. Dans le cas de moteurs à courant alternatif, il faut ajouter un composant pour l'évacuation de l'énergie et choisir la technologie de ce composant.

Règle métier 2. Le nombre de variateurs pour un mouvement dépend du type de mouvement (vertical ou horizontal).

Règle métier 3. Pour un mouvement donné, le nombre de variateurs est inférieur ou égal au nombre de moteurs.

Règle métier 4. La puissance des variateurs est calculée en fonction de la puissance des moteurs.

Activité 2.2.3 - Validation de l'offre

Les éléments présentés précédemment ont été validés lors d'une réunion qui réunissait l'expert connaissance, la chargée des relations internationales et l'experte OPERA. Lors de cette réunion, les différentes parties d'une offre (contexte, exigences, solution technique, processus de réalisation, indicateurs et risques) ont été présentées, discutées puis validées.

6.4.3 Déploiement de l'étape 2.3 - Modélisation des offres

Activité 2.3.1 - Identification des concepts

Lors de l'activité 2.1.2 (page 153), nous avons identifié les concepts d'offres, c'est-à-dire les concepts permettant de distinguer les différents types d'offres. Parmi ces concepts, nous avons choisi le périmètre de travail, appelé *offre représentative*. Pour rappel, ce périmètre concerne les « engins de levage portuaire neufs complets ».

Ici, pour le type d'offre « engin de levage portuaire neuf complet », nous cherchons à identifier les concepts qui caractérisent une offre, c'est-à-dire les concepts qui caractérisent les différents éléments composant une offre. Lors de cette activité, nous associons donc des concepts à chaque élément recueillis lors de l'activité 2.2.1 (le contexte, les exigences, la solution technique, le processus de réalisation, les indicateurs et les risques).

Contexte Parmi les quatre concepts de contexte identifiés dans le modèle générique page 83, seuls les concepts **Client**, **Affaire** et **Environnement externe** sont retenus. Le concept **Environnement interne** n'est pas utile pour cette entreprise (car nous avons vu précédemment, page 154, qu'aucun élément de contexte lié à l'environnement interne de l'entreprise n'est utile pour élaborer une offre).

Exigences L'ensemble des concepts d'exigences du modèle générique présentés page 83 sont retenus : concept **exigence sur un attribut**, **exigences sur un composant**, **exigence fonctionnelle**, **exigence technique liée à un indicateur**, **Coût acceptable** et **Date de livraison acceptable**.

Solution technique Comme expliqué page 83, des concepts spécifiques à l'entreprise sont identifiés pour chaque PYS, ainsi que pour chaque artefact composant ces PYS. Quatorze concepts ont été identifiés concernant la solution technique : **Engin de levage portuaire**, **Distribution électrique**, **Contrôle commande**, **Mouvement**, etc.

Processus de réalisation Sept concepts d'activités, correspondant aux activités listées page 155 ont été identifiés : **Analyse fonctionnelle**, **Réalisation du dossier électrique et programmation**, **Approvisionnement**, **Fabrications et tests**, **Expédition et installation**, **Mise en service** et **Formation**. De la même façon, quatre concepts de risque, correspondant aux risques listés page 155 ont également été définis : **Erreur analyse fonctionnelle**, **Mauvais choix matériel**, **Matériel non conforme** et **Écart demande client**.

Indicateurs Six concepts d'indicateurs, correspondant aux indicateurs listés page 155 ont été identifiés : **Coût**, **Prix**, **Marge**, **Charge**, **Durée** et **Confiance**.

L'ensemble des concepts identifiés ici seront structurés dans une taxonomie lors de l'activité 2.3.3.

Activité 2.3.2 - Identification des variables

Ici, toujours pour le périmètre « Engin de levage portuaire neuf », nous identifions les variables descriptives des différentes parties de l'offre à l'aide des éléments issus de l'activité 2.2.1. Les variables sont présentées de la façon suivante :

Nom de la variable (Type de variable) : {Domaine de définition} **Concept associé**

Plusieurs itérations ont été nécessaires pour passer du modèle générique d'offre (figure 3.9 page 73) au modèle spécifique à l'entreprise AES.

Contexte 8 variables ont été identifiées pour caractériser le contexte de l'offre : 3 caractérisent le client, 2 l'affaire, et 3 l'environnement extérieur. Aucune variable n'a été identifiée pour caractériser l'environnement interne. Quelques exemples de variables sont présentés ci-dessous.

Niveau d'exigence du client (numérique) : {1, 2, 3}	Contexte - Client
Client stratégique (symbolique) : {Oui, Non}	Contexte - Client
Type de marché (symbolique) : {public, privé}	Contexte - Affaire
Pénalités de retard (symbolique) : {Oui, Non}	Contexte - Affaire
Type de concurrence (symbolique) : {faible, fort}	Contexte - Environnement externe

Exigences 5 variables décrivent les exigences clef. Elles permettent notamment d'identifier le concept de solution technique, c'est-à-dire le concept de PYS, ainsi que la structure de cette solution.

Type d'affaire (symbolique) : {neuf, rénovation}	Exigence
Nombre d'engins (numérique) : {[1, 10]}	Exigence
Type d'engin (symbolique) : {grue, portique}	Exigence sur un composant
Nombre de mouvements (numérique) : {[4, 8]}	Exigence fonctionnelle
Usage (symbolique) : {crochet, benne, spreader, grapin, électro-aimant, palettes, bobine}	Exigence fonctionnelle

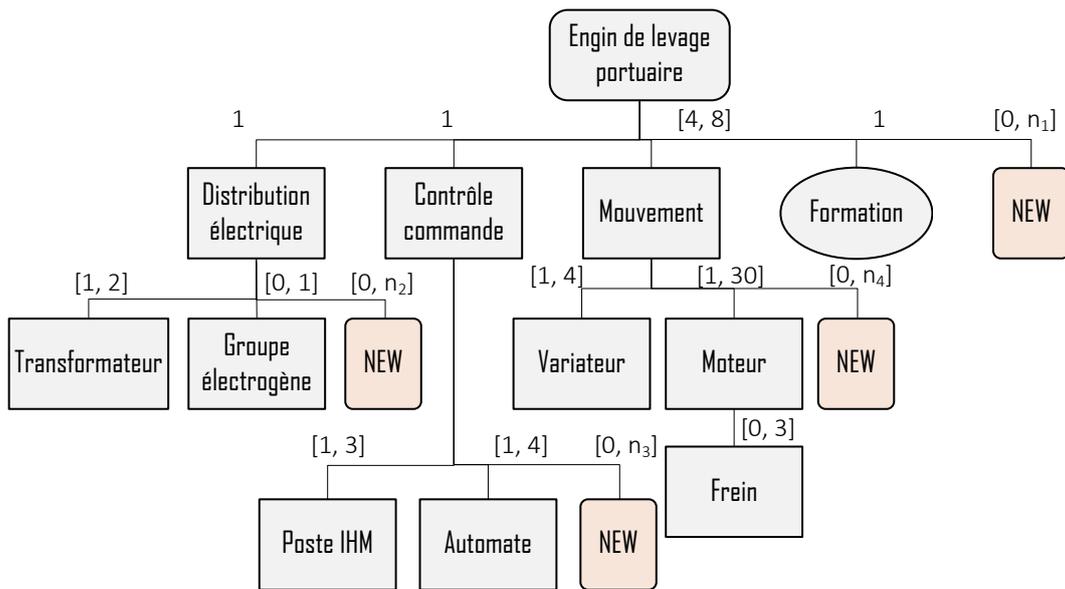


Figure 6.10 – Modèle spécifique d’engin de levage portuaire neuf complet au sein de l’entreprise AES

Solution technique Rappelons que nous avons choisi d’étudier comme offre représentative un engin de levage portuaire complet neuf (grue ou portique). Une nomenclature sur 3 niveaux décrit la solution technique proposée (figure 6.10). Cependant, si besoin, de nouveaux artefacts pourraient être ajoutés à tous les niveaux de la nomenclature. Chaque composant, à chaque niveau de la nomenclature, est décrit par une à plusieurs variables. Deux variables caractérisent le livrable de plus haut niveau (engin de levage portuaire) :

- Technologie des moteurs (symbolique) : {continu, alternatif asynchrone, alternatif synchrone} Engin de levage portuaire
- Technologie d’évacuation de l’énergie (symbolique) : {AFE, variateur réversible, résistance} Engin de levage portuaire

De plus, 17 variables caractérisent les composants, modulo le nombre de composants. Nous listons ci-dessous uniquement les variables pour le sous-ensemble **Mouvement**.

Pour chaque **mouvement** i , les paramètres à identifier sont les suivants : nom du mouvement, type de mouvement, puissance totale des moteurs, nombre de moteurs, nombre de variateurs (cf. les cinq variables ci-dessous).

- Nom du mouvement (symbolique) : {direction/orientation, translation, levage, relevage} Mouvement
- Type de mouvement (symbolique) : {horizontal, vertical} Mouvement
- Puissance totale des moteurs (numérique) : {[1.5, 1000] kW} Mouvement
- Nombre de moteurs (numérique) : {[1, 30]} Mouvement
- Nombre de variateurs (numérique) : {[1, 3]} Mouvement

Chaque mouvement est composé de moteur(s), variateur(s) et frein(s).

Pour chaque **moteur** j du mouvement i , les deux variables suivantes sont identifiées (entre autres) :

- Puissance moteur (numérique) : {[1.5, 1000] kW} Moteur
- Variateur(s) lié(s) (symbolique) : {liste des variateurs} Moteur

Pour chaque **variateur** l du mouvement i , la variable suivante est identifiée (entre autres) :

- Puissance variateur (numérique) : {[1.5, 1000] kW} Variateur

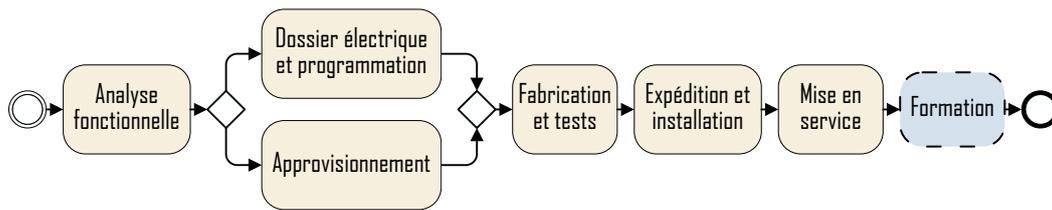


Figure 6.11 – Processus de réalisation spécifique à l'entreprise AES pour l'offre « Engin de levage portuaire neuf complet »

Processus de réalisation La figure 6.11 illustre le processus de réalisation associé à l'offre « Engin de levage portuaire neuf complet ». Aucune variable caractérisant le processus de réalisation n'a été identifiée. En effet, le point clef réside dans les durées de chaque activité, ce qui constitue un indicateur. Le choix des ressources n'est pas critique pour l'entreprise et n'a pas à être identifié dès le processus de réponse à appel d'offres. De plus, aucun achat ou autre variable liée au processus de réalisation n'a été identifiée.

Indicateurs Nous avons identifié dans l'activité 2.2.1 (page 154) six indicateurs pour évaluer une offre. Des variables sont donc liées à chaque partie de l'offre pour chacun des indicateurs concernés :

- Concernant la partie solution technique (le PYS), chaque niveau de la nomenclature est caractérisé par une variable de coût, une variable de prix et une variable de confiance.
- Concernant la partie processus de réalisation, chaque activité est caractérisée par cinq indicateurs : une variable de coût, une variable de prix, une variable de charge, une variable de durée et une variable de confiance.
- L'offre elle-même, au plus haut niveau, est caractérisée par les cinq indicateurs précédents, ainsi qu'un indicateur de marge.

Risques Pour chaque risque, trois variables doivent être évaluées : la probabilité d'occurrence, l'impact coût et l'impact délai. Quatre risques ont été identifiées lors de l'activité 2.2.1 : douze variables caractérisent donc la partie risque.

Activité 2.3.3 - Structuration des bases de connaissance

Les bases de connaissances sont structurées à l'aide d'une taxonomie de concepts, d'un problème de satisfaction de contraintes et de deux bases de cas (cas passés et cas de référence).

Taxonomie Les concepts identifiés lors de l'activité 2.3.1 sont organisés à l'aide d'une taxonomie. La figure 6.12 page suivante illustre la taxonomie structurant de concepts liés à une offre « Engin de levage portuaire neuf complet » dans l'entreprise AES.

CSP Pour formaliser la connaissance explicite, plusieurs structures de contraintes ont été identifiées :

- Treize contraintes sont internes au PYS (à l'engin de levage portuaire). Par exemple, les quatre règles métier identifiées lors de l'activité 2.2.2 (page 156) sont des règles internes au PYS. La règle métier 1 permet d'identifier que les variables *Technologie des moteurs* et *Technologie d'évacuation de l'énergie* sont liées par une contrainte d'activation. De même, la règle métier 2 nous indique que les variables *Nom du mouvement*, *Type de mouvement* et *Nombre de variateurs* sont liées par une contrainte de compatibilité, tout comme les variables *Nombre de variateurs* et *Nombre de moteurs* (règle métier 3), et *Puissance des variateurs* et *Puissance des moteurs* (règle métier 4). Ces contraintes seront formalisées lors de l'étape suivante (page 161).

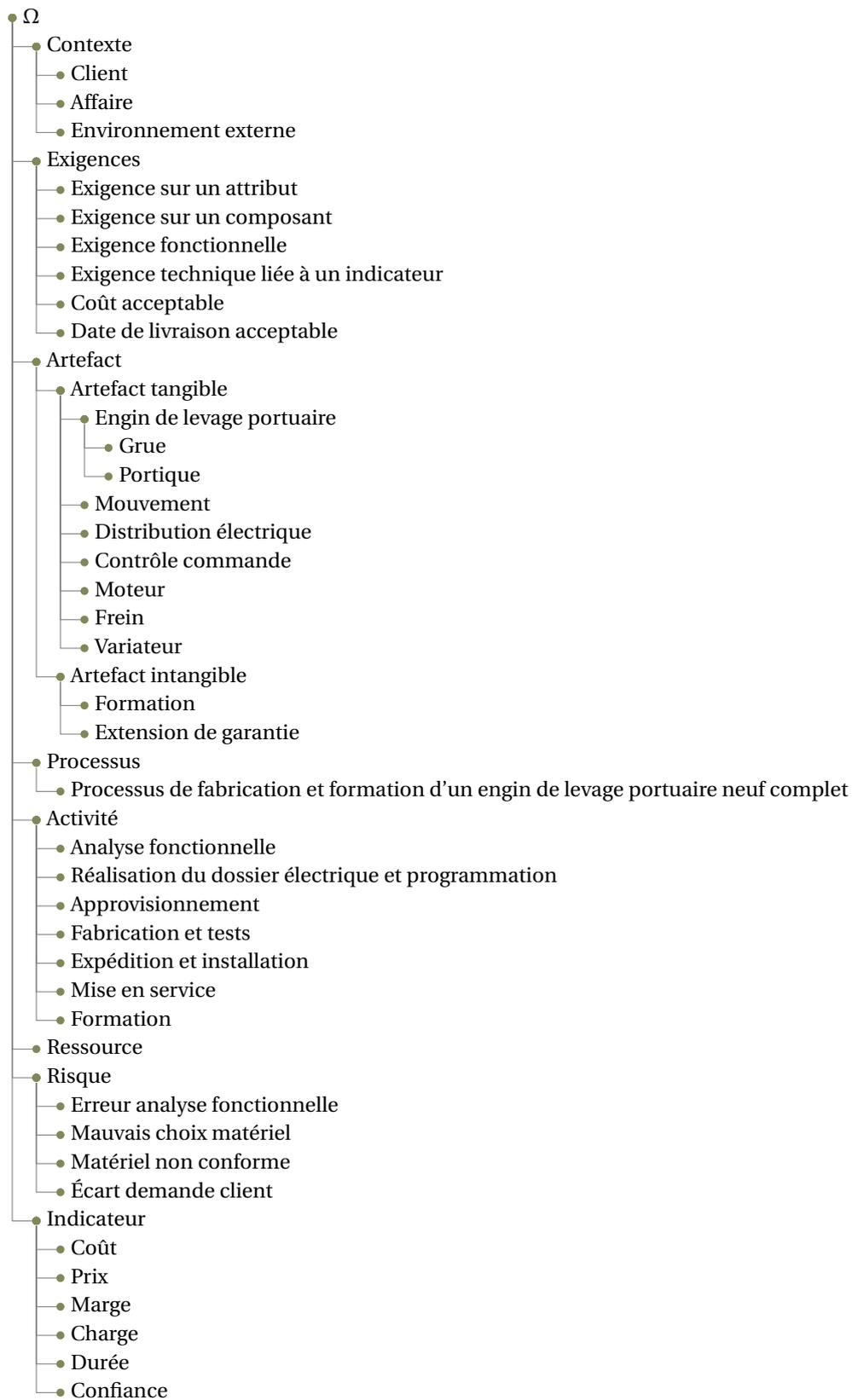


Figure 6.12 – Taxonomie caractérisant une offre *Engin de levage portuaire neuf complet* dans l'entreprise AES

- Les seules variables liées au processus importantes pour l'entreprise sont des indicateurs de durée. Nous n'avons pas donc identifié de contraintes internes au processus de réalisation, ni de contraintes liant des variables de la solution technique et des variables du processus de réalisation (car il n'y a pas de variables du processus).
- Deux contraintes lient des variables du contexte avec des variables d'une autre partie de l'offre.
- Des contraintes relatives aux risques lient les variables descriptives des risques avec des variables d'indicateurs.
- Des contraintes lient différents variables caractérisant les indicateurs (pour expliquer comment les calculer).

Bases de cas La structure des bases de cas (cas passés et cas de référence) est identifiée. Les descripteurs des deux bases de cas sont identiques, et correspondant à l'ensemble des variables listées précédemment.

Activité 2.3.4 - Validation

L'ensemble des éléments de modélisation ont été validés formellement par l'expert connaissance à l'aide d'un livrable papier.

6.4.4 Déploiement de l'étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances

Cette étape a pour objectif la formalisation des connaissances, c'est-à-dire des règles métier et cas passés.

Connaissance formalisée par des contraintes

Lors de cette étape, les règles métier identifiées lors de l'activité 2.2.2 (page 156) sont formalisées sous forme de contraintes. La structure de ces contraintes (liens entre les variables) a préalablement été identifiée lors de l'activité 2.3.3 (page 159). Nous présentons ici uniquement les contraintes liées aux règles métier présentées précédemment.

La règle métier 1 peut être formalisée par la contrainte d'activation 1.

Contrainte d'activation 1. La variable *Technologie d'évacuation de l'énergie* est inactive par défaut. On la valuera uniquement dans le cas de moteurs alternatifs :
Technologie des moteurs = alternatif active la variable *Technologie d'évacuation de l'énergie*.

Rappelons que le sous-système *mouvements* est caractérisé par 3 composants : 1 à 30 moteur(s), 1 à 3 variateur(s), et, pour chaque moteur, 1 à 3 frein(s).

La règle métier 2 peut être formalisée par les deux contraintes de compatibilité 1 et 2.

Contrainte de compatibilité 1. La variable *Type de mouvement* dépend de la variable *Nom du mouvement* (table 6.1).

Contrainte de compatibilité 2. La variable *Nombre de variateurs* est liée à la variable *Type de mouvement* (table 6.2). Pour un mouvement vertical, il y a un unique variateur par moteur. Dans le cas d'un mouvement horizontal, le nombre de variateurs dépend du niveau d'exigence du client, de la disponibilité de l'engin, etc. Ce choix de conception ne sera pas explicite, et laissé au choix de l'utilisateur.

La règle métier 3 est formalisée par la contrainte de compatibilité 3.

Table 6.1 – Table de compatibilité entre les variables *Nom du mouvement* et *Type de mouvement*

Nom du mouvement	Type de mouvement
direction/orientation	horizontal
translation	horizontal
levage	vertical
relevage	vertical

Table 6.2 – Table des contraintes de compatibilité entre les variables *Type de mouvement* et *Nombre de variateurs*

Type de mouvement	Nombre de variateurs
horizontal	1
horizontal	2
horizontal	3
vertical	1

Contrainte de compatibilité 3. Une contrainte lie la variable *Nombre de moteurs* et la variable *Nombre de variateurs* pour un mouvement donné : au maximum, il y a autant de variateurs que de moteurs (équation 1).

$$\text{Nombre de variateurs} \leq \text{Nombre de moteurs} \quad (1)$$

Enfin, la règle métier 4 est formalisée par la contrainte de compatibilité 4.

Contrainte de compatibilité 4. Pour un mouvement, quel que soit ce mouvement, une contrainte lie la puissance d'un variateur aux puissances des moteurs qui lui sont liés : pour un variateur i , la puissance du variateur est supérieure ou égale à la somme des puissances des moteurs qui lui sont liés (équation 2).

$$\text{Puissance}_{\text{variateur}} \geq \sum_{k=1}^{30} \text{Puissance}_{\text{moteurs liés}} \quad (2)$$

De plus, d'autres contraintes ont été formalisées sur les autres parties du modèle, mais ne sont pas détaillées ici pour des raisons de confidentialité.

Connaissance formalisée par des bases de cas

Les deux cas passés identifiés à l'étape 2.2 ont été formalisés à l'aide des supports de recueil figurant en annexe C page 203. Pour des raisons de confidentialité, les supports complétés avec les cas passés ne sont pas présentés dans ce mémoire. Cependant, le remplissage des supports a permis d'instancier le modèle spécifique sur un cas passé donné, et ainsi valider à la fois le modèle générique et le modèle spécifique.

6.5 Bilan du cas d'étude

Cette section fait le bilan du déploiement des deux premières phases de la méthodologie ISIEM dans l'entreprise AES.

6.5.1 Synthèse du déploiement pour AES

À l'issue du déploiement de la *Phase 2 - Spécialisation*, le modèle d'offre spécifique à l'entreprise AES a été élaboré. Le responsable commercial, qui a joué le rôle de l'expert connaissance, et la chargée des relations internationales, qui a joué le rôle de future utilisatrice de l'outil logiciel OPERA, ont été fortement impliqués pour aboutir à un tel modèle.

Au total, 25 concepts ont été identifiés pour caractériser les différentes parties de l'offre. Ces concepts sont structurés dans une taxonomie illustrée figure 6.12 page 160. Un total de 42 variables, modulo le nombre de composants, activités et risques, sont associées à ces concepts.

Grâce à l'instanciation du modèle spécifique sur les deux cas passés, nous avons pu valider le modèle spécifique à l'entreprise, mais également le modèle générique, à partir duquel le modèle spécifique a été élaboré. L'élaboration d'une offre (modèle instancié) peut se faire aussi bien à partir du modèle générique qu'à partir du modèle spécifique. Cependant, l'entreprise favorisera l'utilisation du modèle spécifique, plus facile d'utilisation car prenant en compte ses besoins.

La figure 6.13 illustre un exemple de solution technique pour un cas passé donné. Ce modèle est donc une instanciation du modèle spécifique. Pour chaque élément de l'offre, l'ensemble des variables associées à chaque concept sont également évaluées.

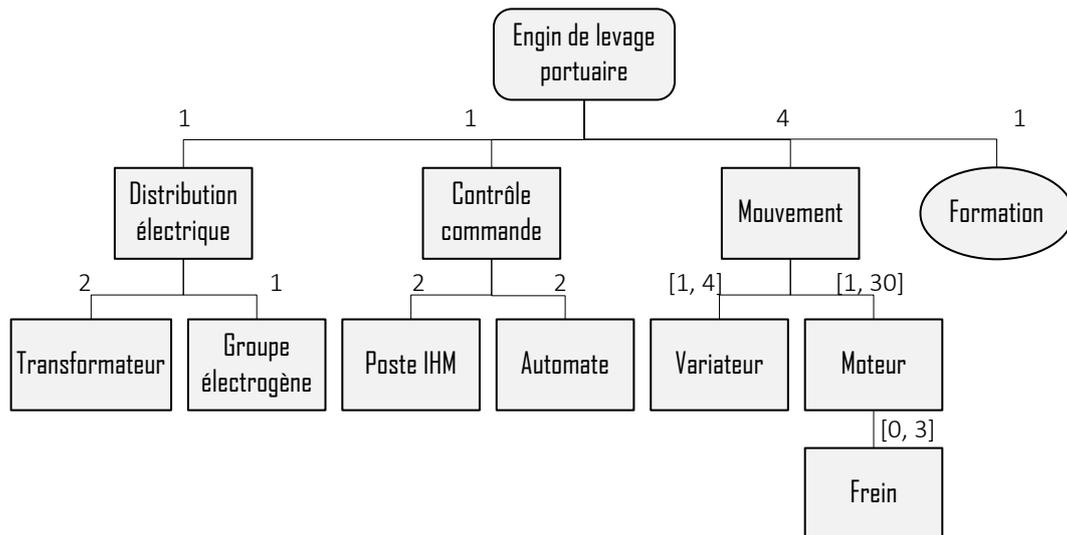


Figure 6.13 – Exemple de modèle instancié d'engin de levage portuaire neuf complet au sein de l'entreprise AES (cf. figure 6.14 pour la partie *Mouvement*)

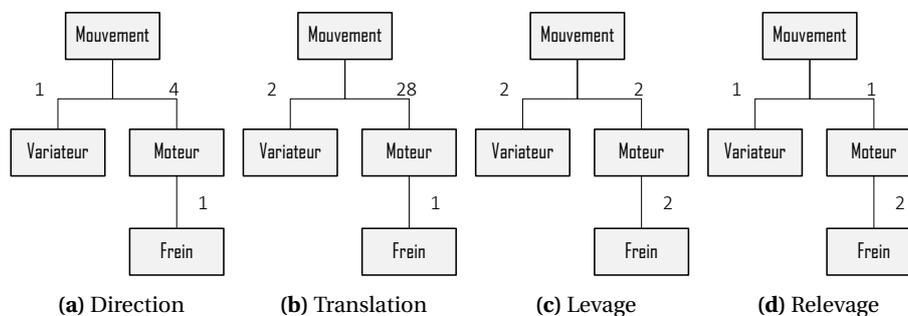


Figure 6.14 – Exemple de modèle instancié d'engin de levage portuaire neuf complet au sein de l'entreprise AES pour la partie *Mouvement*

6.5.2 Perspectives de déploiement des phases 3, 4 et 5

L'outil logiciel OPERA étant actuellement en cours de développement, nous n'avons pas pu l'implémenter dans l'entreprise, et donc pas pu tester le déploiement des phases *Implémentation*, *Exploitation* et *Maintien*. Cependant, un scénario de test a été développé sur un cas fictif (portant sur un vélo) pour pouvoir faire tester les fonctionnalités à l'ensemble des entreprises partenaires du projet.

Lors de la troisième itération du lot LT5 (juin - juillet 2019), les premières fonctionnalités de l'outil logiciel OPERA ont pu être testées par l'ensemble des partenaires, à la fois sur la partie élaboration d'offres et sur la partie ingénierie des risques. À l'occasion de cette phase de tests, nous avons questionné les entreprises partenaires du projet sur les apports d'OPERA. Le questionnaire figure en annexe page 209.

Les réponses de l'entreprise AES au questionnaire mettent en avant l'intérêt de l'approche combinée CSP - CBR, notamment grâce à la capitalisation et le partage de l'expérience passée. Il apparaît également que, du point de vue de l'entreprise, l'intérêt premier du projet réside dans l'amélioration de l'organisation des connaissances à exploiter pour l'élaboration d'offres. Enfin, l'entreprise a soulevé l'importance de la prise en compte et de la distinction de la solution technique et du processus de réalisation associé. Pour conclure, du point de vue de l'entreprise, l'utilisation d'un outil logiciel tel qu'OPERA et des modèles et méthodes associés permet de démultiplier les compétences et l'autonomie pour l'ensemble des collaborateurs de l'entreprise pour répondre aux appels d'offres.

6.6 Synthèse du chapitre 6

Ce chapitre est consacré à la mise en œuvre du cadre proposé dans le chapitre 3 et de la méthodologie proposée dans le chapitre 5 afin de permettre leur validation. Nous déployons donc nos deux contributions sur un cas d'étude tiré du projet OPERA.

Dans la section 6.1, nous présentons le projet OPERA ainsi que l'outil logiciel en cours de développement. La section 6.2 est consacrée à la présentation du cas d'étude : nous choisissons de décrire le cas d'étude de l'entreprise AES, qui conçoit et fabrique la partie électrique d'engins de levage portuaire (grues ou portiques). À ces engins sont souvent associés des formations ou autres modules de service, ce qui permet d'illustrer nos contributions avec un exemple de PSS.

La section 6.3 présente le déploiement de la première phase de la méthodologie ISIEM au sein de l'entreprise AES. Le périmètre d'étude est ainsi défini : nous avons travaillé sur les « Engins de levage portuaire neufs complets ». Puis la section 6.4 est consacrée au déploiement de la *Phase 2 - Spécialisation*. Le passage du modèle générique intégré d'offre proposé dans le chapitre 5 (page 73) à un modèle spécifique à une entreprise est ainsi détaillé étape par étape. Cette section permet également de valider le modèle générique d'offre proposé.

Ensuite, la section 6.5 fait le bilan du déploiement des phases 1 et 2 dans l'entreprise AES. L'exploration du cas d'étude AES a permis de mettre en œuvre les premières phases de la méthodologie ISIEM et donc de démontrer la pertinence du cadre de modélisation et d'exploitation proposé pour assister l'élaboration d'offres. Toutefois, nous n'avons illustré sa pertinence que dans le cas d'une offre pour laquelle la solution technique est centrée sur un produit, auquel un service est ajouté de façon réduite ($P\gamma SS_{TS}^T$). Un travail similaire a été effectué sur les autres entreprises partenaires du projet, et notamment les entreprises spécialisées dans le service. Cependant, ces cas d'étude sont toujours en phase de tests et n'ont pas pu être intégrés dans ce mémoire. Le modèle générique proposé ayant été co-construit avec l'ensemble des entreprises partenaires du projet, nous sommes confiants sur la validation de ces cas d'étude.

Ce chapitre a donc permis de valider nos deux contributions sur des exemples tirés du projet OPERA.

Conclusion générale et perspectives de recherche

Un message n'est pas délivré tant qu'il n'est pas compris.

Robin Hobb, *L'assassin royal*

Le dernier chapitre de ce mémoire de thèse fait une synthèse du travail de recherche et propose des perspectives de recherche. La première section fait un rappel du cadre de travail et des problématiques de recherche. La deuxième section rappelle brièvement nos deux contributions scientifiques. Enfin, les limites de notre travail et des perspectives de recherche sont introduites dans la troisième section.

Rappel du cadre des travaux et problématique

La première partie de ce mémoire de thèse est consacrée au positionnement des travaux.

Nos travaux concernent l'élaboration d'offres du point de vue de l'entreprise soumissionnaire en réponse à appel d'offres. Dans le chapitre 1, nous avons identifié cinq hypothèses de travail :

- H1** Le besoin du client est identifié et documenté.
- H2** L'entreprise soumissionnaire a préalablement évalué l'opportunité de l'appel d'offres et décidé d'y répondre (*Go*).
- H3** Nous nous limitons aux entreprises industrielles, qui travaillent en *Business-to-Business* (B2B).
- H4** La réponse à appel d'offres est en grande partie un travail de conception routinière.
- H5** L'entreprise soumissionnaire se limite à une pré-conception.

Afin d'aider les entreprises soumissionnaires à élaborer des offres attractives et réalisables, nous identifions également quatre facteurs qui sont pris en compte dans nos travaux :

- F1** Des indicateurs permettent à l'entreprise soumissionnaire d'évaluer une offre.
- F2** Une offre est composée d'une solution technique et du processus de réalisation associé.
- F3** Le risque de ne pas parvenir à fournir au client la solution technique proposée dans l'offre est évalué.
- F4** Les offres peuvent concerner des produits, des services, ou des systèmes produit-service (PSS).

F5 Le modèle proposé permet de prendre en compte des éléments liés au client et aux exigences dans la modélisation de l'offre.

F6 Le système à base de connaissances proposé permet d'exploiter les règles métiers explicites pour l'élaboration d'offres. Il permet également d'exploiter les cas passés, qui peuvent contenir de la connaissance intéressante lors de l'élaboration de nouvelles offres.

Ainsi, nous avons défini la problématique de recherche suivante :

Problématique de recherche

En réponse à appel d'offres, pour un besoin industriel connu auquel l'entreprise soumissionnaire a décidé de répondre en effectuant une pré-conception routinière,

Comment maîtriser et assister l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres?

Pour répondre à cette problématique, nous cherchons à proposer un système d'aide à base de connaissances prenant en compte la diversité des offres (produit, service et PSS) et le processus de réalisation, intégrant les risques et des indicateurs d'évaluation des offres.

Deux axes de recherche distincts ont émergé de cette problématique principale :

Axe de recherche n° 1 – Comment modéliser et exploiter la connaissance liée à une offre?

Axe de recherche n° 2 – Comment déployer un système d'aide à base de connaissances pour l'élaboration d'offres dans une entreprise?

Résumé et synthèse des contributions scientifiques

La deuxième partie de ce mémoire de thèse est consacrée au premier axe de recherche, c'est-à-dire la modélisation d'offres produits et/ou service pour l'élaboration d'offres. Cette partie est composée de deux chapitres.

Le chapitre 2, intitulé « État de l'art pour l'élaboration d'offres » est consacré à un premier état de l'art sur l'élaboration d'offres. Après avoir étudié les modèles de produits, de services et de PSS, nous concluons qu'aucun modèle n'est assez générique pour pouvoir modéliser la diversité des solutions techniques d'une offre. Nous choisissons également de formaliser et d'exploiter la connaissance à l'aide de trois approches : une taxonomie permet de structurer la connaissance, la formalisation du problème d'élaboration d'offres comme un problème de satisfaction de contraintes (CSP) permet de formaliser et exploiter la connaissance générale, et du raisonnement à partir de cas (CBR) permet d'exploiter la connaissance contextuelle contenue dans les cas passés.

Le chapitre 3, intitulé « Proposition d'un cadre centré connaissances pour l'élaboration d'offres » présente notre première proposition : un cadre de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres. Nous y définissons le terme système produit γ service (P γ SS) pour parler de systèmes composés d'artefacts tangibles et/ou intangibles (section 3.1). Un modèle de structure d'offre est également proposé (section 3.2), intégrant cinq composantes :

- la solution technique objet de l'offre (un P γ SS),
- le processus de réalisation de la solution technique,
- le contexte dans le cadre duquel l'entreprise soumissionnaire répond à l'appel d'offres,
- les exigences du client,
- des indicateurs permettant d'évaluer la solution technique proposée et le processus de réalisation associé.

Finalement, l'exploitation de ce modèle à l'aide d'une taxonomie, d'un problème de satisfaction de contraintes et de raisonnement à partir de cas est détaillée dans la section 3.4.

Ce premier axe de recherche a donc donné lieu à une première contribution :

Contribution n° 1.1 – Proposition d'un modèle générique de structure d'offre, prenant en compte la diversité des solutions techniques (produits, services et PSS) et le processus de réalisation, intégrant les risques et des indicateurs d'évaluation des offres.

Contribution n° 1.2 – Proposition d'un modèle de formalisation et d'exploitation des connaissances pour le modèle précédent.

À notre connaissance, bien qu'il existe de très nombreux travaux proposant des modèles pour la conception de produits, il n'existe pas de travaux ou modèles de connaissances spécifique à la réponse à appel d'offres. En réponse à appel d'offres, la concurrence entre les entreprises soumissionnaires fait qu'il est indispensable de proposer des éléments différenciateurs. De nos jours, l'ajout de service à une offre produit ou le passage d'offres produit à des offres services sont devenus des différenciateurs clefs. Le cadre proposé, qui permet de considérer toute la diversité des offres, associant des éléments de produit et de service, constitue un apport indiscutable au domaine. De plus, le modèle proposé, qui détaille également le processus de réalisation, et permet de dissocier formellement le service de son processus de réalisation, constitue également une contribution originale au domaine.

La troisième partie de ce mémoire de thèse est consacrée au deuxième axe de recherche, c'est-à-dire les méthodologies de déploiement pour l'élaboration d'offres. Cette partie est composée de deux chapitres.

Le chapitre 4, intitulé « État de l'art sur les méthodologies » est consacré à un second état de l'art sur les méthodologies d'élaboration d'offres. Nous distinguons trois types de méthodologies pouvant être utiles pour notre travail : les méthodologies de gestion des connaissances, les méthodologies de ré ingénierie des processus, et les méthodologies de déploiement de systèmes d'informations (SI). L'ensemble des méthodologies issues de la littérature étudiées nous permet d'identifier un certain nombre de points communs, au niveau des étapes clefs et des acteurs/rôles impliqués. Nous utilisons ces points communs pour construire notre propre méthodologie.

Le chapitre 5, intitulé « Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'utilisation pour l'élaboration d'offres » présente notre seconde contribution : une méthodologie d'instanciation et d'exploitation du cadre proposé dans le chapitre 3. Cette méthodologie, appelée ISIEM, est composée de cinq phases :

Initialisation – Cette phase a pour objectif de définir le périmètre de travail, identifier des acteurs impliqués et analyser l'existant.

Spécialisation – Cette phase explique comment passer du cadre générique proposé dans le chapitre 3 à un modèle spécifique à l'entreprise dans laquelle l'outil logiciel OPERA est déployé.

Implémentation – Durant cette phase, l'outil logiciel OPERA est implémenté dans l'entreprise. À l'issue de cette phase, l'outil logiciel est utilisable par l'entreprise pour répondre à des appels d'offres.

Exploitation – Pendant cette phase, l'utilisateur élabore des offres à l'aide de l'outil logiciel.

Maintien et actualisation – Cette phase permet l'actualisation du modèle avec les nouvelles connaissances de l'entreprise.

Ainsi, l'axe de recherche n° 2 donne lieu à une seconde contribution :

Contribution n° 2 – Proposition d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation en entreprise des modèles précédents.

L'état de l'art présenté dans le chapitre 4 a montré un existant méthodologique très conséquent en matière de déploiement systèmes à base de connaissances et de systèmes d'information. Cependant, le déploiement des systèmes d'aide à l'ingénierie exploitant des connaissances (c'est-à-dire le déploiement de KBS pour faire du *knowledge-based engineering*) a beaucoup moins été étudié. Assister l'élaboration d'offres avec l'assistance d'un KBS entre pleinement dans cette problématique. À notre connaissance, il n'existe pas de travaux considérant le déploiement de systèmes à base de connaissance associant les approches CSP et CBR. De plus, le grand niveau

de détail de la méthodologie proposée font de notre deuxième contribution un ensemble de propositions tout à fait originales et novatrices.

Le chapitre 6, intitulé « Application de nos propositions », est consacré à l'application de nos propositions sur un cas d'étude tiré du projet OPERA. Les premières phases de la méthodologie sont mises en œuvre, et le modèle générique de structure d'offre est instancié pour un cas donné dans l'une des entreprises partenaires du projet. La faisabilité du cadre de modélisation et d'exploitation ainsi que des premières phases de la méthodologie est donc démontrée.

Limites et perspectives de recherche

Nos propositions ont un certain nombre de limites qui permettent d'identifier plusieurs perspectives de recherches, que nous nous proposons de lister ici.

Limites sur le cadre de modélisation et d'exploitation

Nous présentons tout d'abord les limites intrinsèques au cadre de modélisation et d'exploitation tels qu'il est proposé et testé, puis nous proposons une ouverture sur de nouveaux champs d'application.

Gestion des risques En lien avec la thèse de R. Ayachi (2017-2020), le modèle d'offre proposé devra permettre d'intégrer une approche de gestion des risques plus complète.

Relation client-fournisseur Nous avons testé nos propositions sur des cas d'études tirés des quatre entreprises partenaires du projet OPERA. Ces entreprises travaillent toutes en réponse à appel d'offres. Cependant, même si le cadre proposé a été élaboré pour le processus de réponse à appel d'offres, les éléments qui le composent semblent également valables pour des sollicitations directes en relation client-fournisseur. En effet, la définition d'offre utilisée dans nos travaux¹⁰ est également valable dans le cas d'une sollicitation directe. Le cadre de modélisation proposé devrait donc être testé sur de telles offres.

Élaboration d'offres en situation non routinière Dans le cas de conception non routinière, les outils de configuration ne sont en général pas utilisés. Cependant, dans Sylla et al. (2018), les auteurs proposent d'utiliser les outils de configuration en situation non routinière. Cependant, en ingénierie de la conception, la définition de la solution technique implique souvent, dans un premier temps, l'identification des sous-ensembles porteurs d'une innovation en lien avec la décomposition structurelle prévisible du produit. Ainsi, une partie de la solution technique peut être traitée par configuration, ou du moins comme une conception routinière. Une autre partie de cette solution technique est, elle, traitée comme dans le cas d'une innovation :

- soit par une conception plus complète, avec des risques plus importants pour l'entreprise concernant le temps passé à mener ce travail supplémentaire, mais avec une offre plus pertinente et moins risquée dans le cas où l'offre est acceptée par le client ;
- soit par un processus de réalisation prévoyant par exemple des phases de créativité, de prototypage, ou d'expérimentation avec le client, évitant ainsi de passer du temps sur une étude risquée, mais nécessitant une confiance accrue de l'entreprise cliente envers l'entreprise répondant à l'appel d'offres.

Des travaux complémentaires seraient donc nécessaires pour compléter le cadre de modélisation et d'exploitation proposé dans ces cas de figure.

10. définie page 17

Cycle de vie du P γ SS Les propositions de ce mémoire concernent la pré-conception en réponse à appel d'offres. Dans le cas où l'appel d'offres est remporté par l'entreprise soumissionnaire, celle-ci s'intéresse alors à la conception détaillée de la solution technique. Le lien entre le travail effectué en réponse à appel d'offres à l'aide de l'outil logiciel OPERA, les exigences et la structure produit ou service (à l'aide d'un outil PLM ou SLM) pourrait être étudiée, pour la conception détaillée mais aussi pour la maintenance. De plus, dans les entreprises pratiquant l'ingénierie systèmes, et notamment la gestion des exigences, il serait intéressant de comparer le niveau de compatibilité et donc d'adaptation du cadre proposé.

Limites sur la méthodologie ISIEM

Là encore nous présentons tout d'abord les limites sur la méthodologie telle qu'elle est proposée et testée, puis nous proposons une ouverture dans de nouveaux contextes.

Validation des dernières phases de la méthodologie L'outil logiciel OPERA étant en cours de développement, nous n'avons pas pu tester l'ensemble de la méthodologie proposée en entreprise. Lorsque le démonstrateur sera opérationnel sur l'ensemble des fonctionnalités, nous proposons de valider le cadre et la modélisation proposées à l'aide d'expérimentations logicielles, ce qui permettra de consolider la méthodologie. De telles expérimentations seront conduites dans le cadre de la dernière itération du lot LT5.

Actualisation du modèle Dans la méthodologie proposée, la **Phase 5 - Maintenance** ne porte que sur l'exploitation des connaissances. Nous pourrions envisager des mises à jour plus larges, concernant par exemple l'évolution de l'activité de l'entreprise. Il s'agit ici d'actualisation à plus long terme, par exemple au bout d'une dizaine d'années.

Quantification des bénéfices liés au déploiement d'OPERA L'outil logiciel OPERA étant en cours de développement, nous n'avons pas pu évaluer les gains liés au déploiement des modèles et méthodes associés à l'outil. Il serait intéressant d'évaluer ces gains de performance à l'aide d'indicateurs (temps passé pour élaborer une offre, ressources nécessaires, nombre d'itérations, etc.).

Accompagnement au changement La méthodologie proposée engendre des changements importants dans la façon de répondre à des appels d'offres dans l'entreprise dans laquelle l'outil logiciel OPERA est déployée. Elle nécessite également une forte implication des parties prenantes. Bien que ce point ne soit pas détaillé dans nos travaux, il est important d'accompagner les acteurs impliqués sur les changements provoqués par le déploiement de l'outil.

Cette thèse est le fruit d'un travail collaboratif, nous espérons que vous avez trouvé du plaisir à lire ce mémoire.

Delphine Guillon, Élise Vareilles, Christophe Merlo, Éric Villeneuve et Michel Aldanondo

Bibliographie

- (Aamodt et al., 1994) A. Aamodt and E. Plaza. “Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches.” In: *AI Communications* 7.1 (1994), pp. 29–59 (cf. p. 55).
- (Abdmouleh et al., 2004) A. Abdmouleh, M. Spadoni, and F. Vernadat. “Proposition of a Repository for Enterprise Modeling: (EMC) Enterprise Modeling Components.” In: Jan. 2004, pp. 241–250 (cf. p. 103).
- (Aldanondo et al., 2008) M. Aldanondo and É. Vareilles. “Configuration for mass customization: How to extend product configuration towards requirements and process configuration.” In: *Journal of Intelligent Manufacturing* 19.5 (2008), pp. 521–535 (cf. p. 52).
- (Arab et al., 2018) I. Arab, S. Bourhnane, and F. Kafou. “Unifying Modeling Language-Merise Integration Approach for Software Design.” In: *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 9.4 (2018) (cf. p. 107).
- (Argelo et al., 1992) S. Argelo, R. Geensen, H. Grünwald, R. N. Van Hees, J. Hlavsa, S. Hoekstra, B. Matzinger, W. Meulensteen, J. Romme, and C. Voncken. *Introduction: Towards integral logistic structures*. Ed. by S. Hoekstra and J. Romme. McGraw-Hill Book Company, 1992. Chap. 1 (cf. p. 63).
- (Arslan et al., 2006) G. Arslan, M. Tuncan, M. T. Birgonul, and I. Dikmen. “E-bidding proposal preparation system for construction projects.” In: *Building and Environment* 41.10 (2006), pp. 1406–1413 (cf. p. 12).
- (Ayachi et al., 2018) R. Ayachi, D. Guillon, F. Marmier, É. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, L. Geneste, and Y. Beauregard. “Towards a Knowledge based Support for Risk Engineering When Elaborating Offer in Response to a Customer Demand.” In: *IEEM 2018 – International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. IEEE. Bangkok, Thailand, Dec. 2018, pp. 1056–1060 (cf. p. 12, 46, 72, 146).
- (Baczkowski, 2012) M. Baczkowski. « Amélioration du processus de déploiement d’une solution PLM par l’utilisation de cartes heuristiques et de persona : cas LASCOR ». Thèse de doct. Université Bordeaux 1, déc. 2012 (cf. p. 107).
- (Baines et al., 2009) T. Baines, H. Lightfoot, J. Peppard, M. Johnson, A. Tiwari, E. Shehab, and M. Swink. “Towards an operations strategy for product-centric servitization.” In: *International Journal of Operations & Production Management* 29.5 (2009), pp. 494–519 (cf. p. 40).
- (Ballesteros-Pérez et al., 2015) P. Ballesteros-Pérez, M. L. del Campo-Hitschfeld, D. Mora-Melià, and D. Domínguez. “Modeling bidding competitiveness and position performance in multi-attribute construction auctions.” In: *Operations Research Perspectives* 2 (2015), pp. 24–35 (cf. p. 12).

-
- (Bateson, 1979) J. E. Bateson. *Why we need services marketing*. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1979 (cf. p. 195).
- (Béler, 2008) C. Béler. “Modélisation générique d’un retour d’expérience cognitif. Application à la prévention des risques.” PhD thesis. Institut National Polytechnique de Toulouse, Nov. 2008 (cf. p. 96).
- (Bellos et al., 2002) V. Bellos, K. Kirytopoulos, V. Leopoulos, and M. Sfantsikopoulos. “[Innovative method for data collection and risk analysis during the bidding process](#).” In: *Risk Analysis III*. Ed. by C. Brebbia. Vol. 31. WIT Transactions on Modelling and Simulation, 2002, pp. 353–362 (cf. p. 8, 12).
- (Benaben, 2009) A.-L. Benaben. « Méthodologie d’identification et d’évaluation de la sûreté de fonctionnement en phase de réponse à appel d’offre ». Thèse de doct. Université de Toulouse, juin 2009 (cf. p. 8-12).
- (Bergmann, 2002) R. Bergmann. *Experience management: Foundations, development methodology, and internet-based applications*. Vol. 2432. Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 2002 (cf. p. 54).
- (Bernus et al., 1996). “[State-of-the-art on models, architectures and methodologies](#).” In: *Architectures for Enterprise Integration*. Ed. by P. Bernus, L. Nemes, and T. J. Williams. Chapman & Hall on behalf of IFIP and IFAC, 1996. Chap. 4 (cf. p. 33).
- (Berry, 1980) L. L. Berry. “Services marketing is different.” In: *Business* 30.3 (1980), pp. 24–29 (cf. p. 195).
- (Bielen et al., 2004) F. Bielen et C. Sempels. « Proposition d’une échelle de mesure bidimensionnelle du concept d’intangibilité ». In : *Recherche et Applications en Marketing* 19.3 (2004), p. 21-44 (cf. p. 195).
- (Botero Lopez, 2014) J. D. Botero Lopez. « Gestion des risques par retour d’expérience dans le processus de réponse à appel d’offres ». Thèse de doct. Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), nov. 2014 (cf. p. 6, 12, 14, 45).
- (Böttcher et al., 2011) M. Böttcher and S. Klingner. “[Providing a method for composing modular B2B services](#).” In: *Journal of Business & Industrial Marketing* 26.5 (2011), pp. 320–331 (cf. p. 38).
- (Boughton, 1987) P. D. Boughton. “[The competitive bidding process: Beyond probability models](#).” In: *Industrial Marketing Management* 16.2 (1987), pp. 87–94 (cf. p. 6-8, 11, 15, 25, 43, 66, 67, 89).
- (Brézillon, 2007) P. Brézillon. “[Context Modeling: Task Model and Practice Model](#).” In: *Modeling and Using Context* (2007), pp. 122–135 (cf. p. 49).
- (Browning et al., 2007) T. R. Browning and R. V. Ramasesh. “[A Survey of Activity Network-Based Process Models for Managing Product Development Projects](#).” In: *Production and Operations Management* 16.2 (2007), pp. 217–240 (cf. p. 34, 44, 45).
- (Bücker, 1999) J.-Y. Bücker. *Le Management des Connaissances : Mettre en œuvre un projet de Knowledge Management*. Paris : Éditions d’organisation, 1999 (cf. p. 93).
- (Bukowitz et al., 2000) W. Bukowitz and R. Williams. *The Knowledge Management Fieldbook*. London: Prentice Hall, 2000 (cf. p. 94).
- (Bullinger et al., 2003) H. J. Bullinger, K. P. Fähnrich, and T. Meiren. “[Service engineering – Methodical development of new service products](#).” In: *International Journal of Production Economics* 85.3 (2003), pp. 275–287 (cf. p. 37-39, 197).
- (Cagno et al., 2001) E. Cagno, F. Caron, and A. Perego. “[Multi-criteria assessment of the probability of winning in the competitive bidding process](#).” In: *International Journal of Project Management* 19.6 (2001), pp. 313–324 (cf. p. 11).
- (Carlborg et al., 2014) P. Carlborg and D. Kindström. “[Service process modularization and modular strategies](#).” In: *Journal of Business & Industrial Marketing* 29.4 (2014), pp. 313–323 (cf. p. 38, 57).
- (Caulier, 2001) P. Caulier. « [Méthodologie de conception ascendante de systèmes d’information](#) ». In : *Ingénierie et capitalisation des connaissances*. Sous la dir. de M. Zacklad et M. Grundstein. Hermès Science Publications, 2001. Chap. 5, p. 109-132 (cf. p. 96).

- (Chalal et al., 2006) R. Chalal and A. R. Ghomari. “An Approach for a Bidding Process Knowledge Capitalization.” In: *World Academy of Science, Engineering and Technology* 13.7 (2006), pp. 293–297 (cf. p. 7-9, 12).
- (Chapman et al., 2000) C. B. Chapman, S. C. Ward, and J. A. Bennell. “Incorporating uncertainty in competitive bidding.” In: *International Journal of Project Management* 18.5 (2000), pp. 337–347 (cf. p. 6, 11, 25).
- (Chua et al., 2000) D. K. H. Chua and D. Li. “Key factors in bid reasoning model.” In: *Journal of Construction Engineering and Management* 126.5 (2000), pp. 349–357 (cf. p. 11).
- (Codet de Boisse, 2013) A. Codet de Boisse. « Aide à la décision exploitant de la connaissance générale et contextuelle : application à la maintenance d’hélicoptères ». Thèse de doct. Université de Toulouse, fév. 2013 (cf. p. 48, 54).
- (Coudert, 2014) T. Coudert. “Formalisation et exploitation de connaissances et d’expériences pour l’aide à la décision dans les processus d’ingénierie système.” Habilitation à diriger des recherches. Oct. 2014 (cf. p. 50, 82).
- (Crilly, 2010) N. Crilly. “The roles that artefacts play: Technical, social and aesthetic functions.” In: *Design Studies* 31.4 (2010), pp. 311–344 (cf. p. 61).
- (Davenport et al., 1998) T. H. Davenport and L. Prusak. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press, 1998, p. 309. arXiv: 348772 . 348775 [10. 1145] (cf. p. 30, 31, 56).
- (Dieng et al., 2005) R. Dieng, O. Corby, F. Gandon, A. Giboin, J. Golebiowska, N. Matta et M. Ribière. « Méthodes de capitalisation des connaissances ». In : *Knowledge management : Méthodes et outils pour la gestion des connaissances*. 3^e éd. 01 - Informatique. Dunod, Paris, 2005. Chap. 8 (cf. p. 96, 101).
- (Diviné, 1989) M. Diviné. *Parlez-vous MERISE?* Les Éditions du phénomène, 1989, p. 258 (cf. p. 106).
- (Dong et al., 2011) M. Dong, D. Yang, and L. Su. “Ontology-based service product configuration system modeling and development.” In: *Expert Systems with Applications* 38.9 (2011), pp. 11770–11786 (cf. p. 38).
- (Eckert et al., 2017) C. M. Eckert, D. C. Wynn, J. F. Maier, A. Albers, N. Bursac, H. L. Xin Chen, P. J. Clarkson, K. Gericke, B. Gladysz, and D. Shapiro. “On the integration of product and process models in engineering design.” In: *Design Science* 3 (2017), p. 41 (cf. p. 34).
- (Edvardsson et al., 2005) B. Edvardsson, A. Gustafsson, and I. Roos. *Service portraits in service research: a critical review*. Vol. 16. 1. 2005, pp. 107–121 (cf. p. 37, 195, 196).
- (Ermine, 2001) J.-L. Ermine. « Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MASK ». In : *Ingénierie et capitalisation des connaissances*. Sous la dir. de M. Zacklad et M. Grundstein. ©Hermès Science Europe Ltd, Paris, 2001. Chap. 4, p. 67-105 (cf. p. 94, 99-102).
- (Ermine et al., 1996) J.-L. Ermine, M. Chaillot, P. Bigeon, B. Charreton et D. Malavieille. « MKSM - Méthode pour la gestion des connaissances ». In : *Ingénierie des systèmes d’information*. T. 4. AFCET-Hermès, 1996, p. 541-575 (cf. p. 99).
- (Felfernig et al., 2014) A. Felfernig, L. Hotz, C. Bagley, and J. Tiihonen. *Knowledge-Based Configuration: From Research to Business Cases*. Morgan Kaufmann, 2014 (cf. p. 37, 49, 53, 195).
- (Fiorèse et al., 2012) S. Fiorèse et J.-P. Meinadier, éd. *Découvrir et comprendre l’Ingénierie Système*. Collection AFIS. Cépaduès Éditions, 2012 (cf. p. 33, 34).
- (Force, 1997) I. -. I. T. Force. “GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology.” In: N398 (Aug. 1997). Version 1.4, ISO TC184/SC5/WG1 (cf. p. 105).
- (Friedman, 1956) L. Friedman. “A Competitive-Bidding Strategy.” In: *Operations research* 4.1 (1956), pp. 104–112 (cf. p. 6, 11, 25).
- (Gero, 1990) J. S. Gero. “Design Prototypes: A Knowledge-Based Schema for Design.” In: *AI Magazine* 11.4 (1990), pp. 26–36 (cf. p. 34).

-
- (Gero et al., 2014) J. S. Gero and U. Kannengiesser. “The Function-Behaviour-Structure Ontology of Design.” In: *An Anthology of Theories and Models of Design* (2014), pp. 263–283 (cf. p. 34).
- (Goedkoop et al., 1999) M. J. Goedkoop, C. J. G. Van Halen, H. R. M. Te Riele, and P. J. M. Rommens. *Product Service systems, Ecological and Economic Basics*. 1999, p. 132 (cf. p. 40, 57).
- (Goldstein et al., 2002) S. M. Goldstein, R. Johnston, J. Duffy, and J. Rao. “The service concept: The missing link in service design research?” In: *Journal of Operations Management* 20.2 (2002), pp. 121–134. arXiv: [S0272-6963\(01\)00090-0](https://arxiv.org/abs/S0272-6963(01)00090-0) [[10.1016](https://doi.org/10.1016)] (cf. p. 38, 57).
- (Grönroos, 2015) C. Grönroos. *Service management and marketing: managing the service profit logic*. 4th ed. John Wiley & Sons Ltd, 2015 (cf. p. 36, 37, 39, 57, 195, 196).
- (Gruber, 1993) T. R. Gruber. “A translation approach to portable ontology specifications.” In: *Knowledge Acquisition* 5.2 (June 1993), pp. 199–220 (cf. p. 50, 58).
- (Grundstein, 2002) M. Grundstein. « De la capitalisation des connaissances au Management des connaissances dans l’entreprise ». In : *1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel*. 12-13 décembre 2002. Nantes, France, 2002 (cf. p. 94, 95, 102, 108, 109, 113, 114).
- (Guillon et al., 2019a) D. Guillon, C. Merlo, É. Villeneuve, É. Vareilles, and M. Aldanondo. “A methodology for implementing a product-centred bid model for suppliers.” In: *ICED19 22nd International Conference on Engineering Design*. accepted. Delft, The Netherlands, Aug. 2019 (cf. p. 150).
- (Guillon et al., 2019b) D. Guillon, C. Merlo, É. Villeneuve, É. Vareilles et M. Aldanondo. « Méthodologie d’exploitation d’un modèle produit-processus en réponse à appel d’offres ». In : *CIGI QUALITA 2019*. accepted. Montréal, Québec, Canada, juin 2019 (cf. p. 150).
- (Guillon et al., 2018) D. Guillon, É. Vareilles, M. Aldanondo, E. Villeneuve et C. Merlo. « Caractérisation de services industriels en réponse à appels d’offres ». In : *12ème Conférence internationale de Modélisation, Optimisation et SIMulation - MOSIM 2018*. « L’essor des systèmes connectés dans l’industrie et les services ». ISAE et IMT Mines Albi. Toulouse, France, juin 2018, p. 133-139 (cf. p. 37).
- (Guillon et al., 2019c) D. Guillon, É. Villeneuve, C. Merlo, É. Vareilles, and M. Aldanondo. “Industrial Services Characterization for Bidding Process.” In: *9th IFAC/IFIP/IFORS/IISE/INFORMS Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2019*. accepted. Berlin, Germany, Aug. 2019 (cf. p. 37).
- (Hegge et al., 1991) H. M. H. Hegge and J. C. Wortmann. “Generic bill-of-material: a new product model.” In: *International Journal of Production Economics* 23 (1991), pp. 117–128 (cf. p. 35).
- (Heiskala et al., 2005) M. Heiskala, K.-S. Paloheimo, and J. Tiihonen. “Mass Customisation of Services: Benefits and Challenges of Configurable Services.” In: *Frontiers of e-Business Research (FeBR)* (2005), pp. 206–221 (cf. p. 37, 195, 196).
- (Hilpinen, 2004) R. Hilpinen. “Artifact.” In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2004. 2004 (cf. p. 61, 89).
- (Hosny et al., 2012) O. Hosny and A. Elhakeem. “Simulating the winning bid: A generalized approach for optimum markup estimation.” In: *Automation in Construction* 22 (2012), pp. 357–367 (cf. p. 11).
- (Hubka et al., 1996) V. Hubka and W. E. Eder. *Design Science: Introduction to the needs, scope and organization of engineering design knowledge*. Springer-Verlag London Limited, 1996 (cf. p. 15, 25, 31, 56).
- (INSEE, 2019) INSEE. *Définitions – Services*. Date de publication : 28/05/2019. 2019. URL : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1161> (cf. p. 36).
- (Ki Moon et al., 2009) S. Ki Moon, T. W. Simpson, J. Shu, and S. R. Kumara. “Service representation for capturing and reusing design knowledge in product and service families using object-oriented concepts and an ontology.” In: *Journal of Engineering Design* 20.4 (2009), pp. 413–431 (cf. p. 38).

- (Kimiz, 2005) D. Kimiz. *Knowledge Management in Theory and Practice*. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005, p. 372. arXiv: [arXiv: 1011.1669v3](https://arxiv.org/abs/1011.1669v3) (cf. p. 94).
- (Kingman-Brundage et al., 1995) J. Kingman-Brundage, W. R. George, and D. E. Bowen. “Service logic”: achieving service system integration.” In: *International Journal of Service Industry Management* 6.4 (1995), pp. 20–39 (cf. p. 38).
- (Kolodner, 1993) J. Kolodner. *Case-based Reasoning*. Morgan Kaufmann Publishers, 1993 (cf. p. 53, 54).
- (Kosanke et al., 1999a) K. Kosanke, F. Vernadat, and M. Zelm. “CIMOSA: Enterprise engineering and integration.” In: *Computers in Industry* 40.2 (1999), pp. 83–97 (cf. p. 105).
- (Kosanke et al., 1999b) K. Kosanke and M. Zelm. “CIMOSA modelling processes.” In: *Computers in Industry* 40.2 (1999), pp. 141–153 (cf. p. 103).
- (Krömker et al., 1997) M. Krömker, K. Thoben, and A. Wickner. “An infrastructure to support concurrent engineering in bid preparation.” In: *Computers in Industry* 33.97 (1997), pp. 201–208 (cf. p. 7-12, 17, 25, 46).
- (Lenfle et al., 2009) S. Lenfle and C. Midler. “The Launch of Innovative Product-Related Services: Lessons from automotive telematics.” In: *Research Policy* 1.38 (2009), pp. 156–169 (cf. p. 41).
- (Løkkegaard et al., 2016) M. Løkkegaard, N. H. Mortensen, and T. C. McAloone. “Towards a framework for modular service design synthesis.” In: *Research in Engineering Design* 27.3 (2016), pp. 237–249 (cf. p. 38, 53).
- (Lovelock et al., 2004) C. Lovelock and E. Gummesson. “Whither Services Marketing?” In: *Journal of Service Research* 7.1 (2004), pp. 20–41 (cf. p. 37, 39, 195, 196).
- (Marling et al., 2002) C. Marling, M. Sqalli, E. Rissland, H. Muñoz-Avila, and D. Aha. “Case-Based Reasoning Integrations.” In: *AI Magazine* 23.1 (2002), pp. 69–86 (cf. p. 54, 55).
- (Marmier et al., 2013) F. Marmier, D. Gourc, and F. Laarz. “A risk oriented model to assess strategic decisions in new product development projects.” In: *Decision Support Systems* 56 (2013), pp. 74–82 (cf. p. 45, 46).
- (Marzouk et al., 2003) M. Marzouk and O. Moselhi. “A decision support tool for construction bidding.” In: *Construction Innovation* 3.2 (2003), pp. 111–124 (cf. p. 11).
- (Maussang-Detaille, 2008) N. Maussang-Detaille. « Méthodologie de conception pour les systèmes produits-services ». Thèse de doct. Institut Polytechnique de Grenoble, nov. 2008 (cf. p. 41, 43, 57).
- (McElroy, 1999) M. W. McElroy. “The knowledge life cycle.” In: *ICM Conference on KM*. Miami, 1999 (cf. p. 94).
- (Médiateur des entreprises, 2018) Médiateur des entreprises. *Chefs d’entreprise : osez la commande publique !* 2018 (cf. p. 6, 193).
- (Merlo, 2003) C. Merlo. « Modélisation des connaissances en conduite de l’ingénierie : Mise en œuvre d’un environnement d’assistance aux acteurs ». Thèse de doct. Université Bordeaux 1, déc. 2003 (cf. p. 32, 48, 104).
- (Meyer et al., 1996) M. H. Meyer and M. H. Zack. “The Design and Development of Information Products.” In: *Sloan Management Review* 37.3 (1996), pp. 43–59 (cf. p. 94).
- (Milton, 2008) N. R. Milton. *Knowledge technologies*. Italy: Polimetrica, 2008 (cf. p. 1, 18).
- (Mittal et al., 1989) S. Mittal and F. Frayman. “Towards a Generic Model of Configuraton Tasks.” In: *IJCAI*. Vol. 89. 1989, pp. 1395–1401 (cf. p. 49, 52).
- (Mont, 2002) O. Mont. “Clarifying the concept of product – service system.” In: *Journal of Cleaner Production* 10 (2002), pp. 237–245 (cf. p. 40, 57).
- (Montanari, 1974) U. Montanari. “Networks of constraints: Fundamental properties and applications to picture processing.” In: *Information Sciences* 7.Supplement C (1974), pp. 95–132 (cf. p. 50).

-
- (Morelli, 2006) N. Morelli. “Developing new product service systems (PSS): methodologies and operational tools.” In: *Journal of Cleaner Production* 14.17 (2006), pp. 1495–1501 (cf. p. 40, 57).
- (NF EN 16271, 2013) NF EN 16271. *Management par la valeur - Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel - Exigences pour l'expression et la validation du besoin à satisfaire dans le processus d'acquisition ou d'obtention d'un produit*. Indice de classement : X 50-151. Fév. 2013 (cf. p. 35).
- (Nguyen et al., 2013) T.-H. Nguyen, F. Marmier, and D. Gourc. “A decision-making tool to maximize chances of meeting project commitments.” In: *International Journal of Production Economics* 142.2 (Apr. 2013), pp. 214–224 (cf. p. 146).
- (Noël, 2006) F. Noël. “A product-process-organisation integrative model for collaborative design.” In: *Innovation in Life Cycle Engineering and Sustainable Development* (2006), pp. 407–418 (cf. p. 34).
- (Nonaka, 1991) I. Nonaka. “The Knowledge Creating Company.” In: *Harvard Business Review* 69 (1991), p96–104 (cf. p. 30, 56).
- (Nonaka et al., 1997) I. Nonaka, H. Takeuchi, M. Ingham et G. Koenig. *La connaissance créatrice : la dynamique de l'entreprise apprenante*. De Boeck Université, 1997 (cf. p. 31).
- (Parasuraman et al., 1985) A. Parasuraman, V. A. Zeithaml, and L. L. Berry. “A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research.” In: *Journal of Marketing* 49.4 (1985), pp. 41–50 (cf. p. 36, 195, 196).
- (Pinel, 2013) M. Pinel. « L'introduction de la gestion du cycle de vie produit dans les entreprises de sous-traitance comme vecteur d'agilité opérationnelle et de maîtrise du produit ». Thèse de doct. Université de Grenoble, mai 2013 (cf. p. 103, 107).
- (Pitiot et al., 2014) P. Pitiot, M. Aldanondo, and E. Vareilles. “Concurrent product configuration and process planning: Some optimization experimental results.” In: *Computers in Industry* 65.4 (2014), pp. 610–621 (cf. p. 14).
- (Pitiot et al., 2013) P. Pitiot, M. Aldanondo, E. Vareilles, P. Gaborit, M. Djefel, and S. Carbonnel. “Concurrent product configuration and process planning, towards an approach combining interactivity and optimality.” In: *International Journal of Production Research* 51.2 (2013), pp. 524–541 (cf. p. 52).
- (Plo, 2018) L. Plo. « Proposition d'une démarche de déploiement d'une solution PLM dans des entreprises "libérées" : cas du biscuitier POULT ». Thèse de doct. Université de Bordeaux, juil. 2018 (cf. p. 107).
- (Rochfeld et al., 1983) A. Rochfeld and H. Tardieu. “MERISE: An information system design and development methodology.” In: *Information and Management* 6 (1983), pp. 143–159 (cf. p. 106, 109).
- (Romero et al., 2014) J. Romero, T. Coudert, É. Vareilles, L. Geneste, M. Aldanondo, and J. Abeille. “Case-based reasoning and system design: An integrated approach based on ontology and preference modeling.” In: *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AI EDAM)* 28.1 (2014), pp. 49–69 (cf. p. 146).
- (Roy et al., 2009) R. Roy and D. Baxter. “Product-service systems.” In: *Journal of Engineering Design* 20.4 (2009), pp. 327–328 (cf. p. 16, 25).
- (Saleh et al., 2018) M. S. Saleh, O. Ismail, A. Kamel, and H. Hassan. “From CommonKADS to SOA Environment: An Adaptation Model.” In: *Arabian Journal for Science and Engineering* 43.12 (2018), pp. 7605–7619 (cf. p. 98).
- (Samuel et al., 2018) K. M. Samuel and R. S. Shukla. “Challenges to design a distributed database using UML and MERISE.” In: *International Journal of Advanced Computer Technology (IJACT)* VII.VI (2018) (cf. p. 107).

- (Scheer et al., 2006) A.-W. Scheer and K. Schneider. "ARIS - Architecture of Integrated Information Systems." In: *Handbook on Architectures of Information Systems*. Ed. by P. Bernus, K. Mertins, and G. Schmidt. 2nd ed. Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 605–623 (cf. p. 107, 109).
- (Schierholt, 2001) K. Schierholt. "Process configuration : combining the principles of product configuration and process planning." In: *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing* 15.5 (2001), pp. 411–424 (cf. p. 52).
- (Schreiber et al., 1994a) G. Schreiber, B. Wielinga, H. Akkermans, W. Van deWelde, and A. Anjewierden. "CML: The CommonKADS Conceptual Modelling Language." In: *International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1994, pp. 1–25 (cf. p. 32).
- (Schreiber et al., 2000) G. Schreiber, H. Akkermans, A. Anjewierden, R. De Hoog, N. Shadbolt, W. Van De Velde, and B. Wielinga. *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. ©Massachusetts Institute of Technology, 2000 (cf. p. 96-98, 109).
- (Schreiber et al., 1994b) G. Schreiber, B. Wielinga, R. De Hoog, H. Akkermans, and W. Van de Velde. "CommonKADS: A Comprehensive Methodology for KBS Development." In: *IEEE Expert* 9.6 (1994), pp. 28–37 (cf. p. 32, 56, 96, 97).
- (Shen et al., 2012) J. Shen, L. Wang, and Y. Sun. "Configuration of product extension services in servitisation using an ontology-based approach." In: *International Journal of Production Research* 50.22 (2012), pp. 6469–6488 (cf. p. 41, 43, 66-68, 198-200).
- (Shostack, 1977) G. L. Shostack. "Breaking free from product marketing." In: *The Journal of Marketing* 41.2 (1977), pp. 73–80 (cf. p. 38, 61, 195).
- (Shostack, 1982) G. L. Shostack. "How to Design a Service." In: *European Journal of Marketing* 16.1 (1982), pp. 49–63 (cf. p. 33, 38).
- (Spohrer et al., 2007) J. Spohrer, P. P. Maglio, J. Bailey, and D. Gruhl. "Steps toward a science of service systems." In: *IEEE Computer Society* January (2007), pp. 71–77 (cf. p. 36, 56).
- (Sriram et al., 1989) D. Sriram, G. Stephanopoulos, R. Logcher, D. Gossard, N. Groleau, D. Serrano, and D. Navinchandra. "Knowledge-based system applications in engineering design: Research at MIT." In: *AI Magazine* 10.3 (1989), pp. 79–96 (cf. p. 15).
- (Staab et al., 2009) S. Staab and R. Studer, eds. *Handbook on ontologies*. 2nd ed. Springer, 2009 (cf. p. 50).
- (Stahel, 1997) W. R. Stahel. National Academy of Sciences, 1997, pp. 91–100 (cf. p. 41).
- (Sutton et al., 2009) D. Sutton and V. Patkar. "CommonKADS analysis and description of a knowledge based system for the assessment of breast cancer." In: *Expert Systems with Applications* 36.2 PART 1 (2009), pp. 2411–2423 (cf. p. 98).
- (Sylla, 2018) A. Sylla. « Aide à la décision en réponse à appel d'offres : une approche intégrée de conception conjointe produit-processus, de gestion des risques et de retour d'expériences ». Thèse de doct. Université de Toulouse, juil. 2018 (cf. p. 9, 11-14, 46, 146).
- (Sylla et al., 2018) A. Sylla, D. Guillon, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, and L. Geneste. "Configuration knowledge modeling: How to extend configuration from assemble / make to order towards engineer to order for the bidding process." In: *Computers in Industry* 99 (2018), pp. 29–41 (cf. p. 13, 168).
- (Sylla et al., 2017) A. Sylla, É. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, L. Geneste, and K. Kirytopoulos. "Customer/Supplier Relationship: reducing Uncertainties in Commercial Offers thanks to Readiness, Risk and Confidence Considerations." In: *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2017, pp. 1115–1122 (cf. p. 13, 14, 16, 46, 73, 123, 155).
- (Tan et al., 2007) A. R. Tan, T. C. Mcaloone, and C. Gall. "Product / Service-System Development – An Explorative Case Study in a Manufacturing Company." In: *International conference on engineering design (ICED)*. Paris, 2007 (cf. p. 40, 57).

-
- (Thoben et al., 2001) K.-D. Thoben, J. Eschenbächer, and H. Jagdev. “[Extended products: evolving traditional product concepts.](#)” In: *7th International Conference on Concurrent Enterprising*. June 2001, pp. 429–439 (cf. p. 41).
- (Tiihonen et al., 2014) J. Tiihonen, W. Mayer, M. Stumptner, and M. Heiskala. *Configuring Services and Processes*. Morgan Kaufmann, 2014. Chap. 21 (cf. p. 53, 58).
- (Tisseyre, 1999) R.-C. Tisseyre. *Knowledge management : théorie et pratique de la gestion des connaissances*. Nouvelles Technologies Informatiques. Hermès science publications, 1999 (cf. p. 96).
- (Tukker, 2004) A. Tukker. “[Eight Types of Product Service Systems.](#)” In: *Business Strategy and the Environment* 13 (2004), pp. 246–260 (cf. p. 41, 42, 64, 65, 69).
- (Tukker et al., 2006) A. Tukker and U. Tischner. “[Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research.](#)” In: *Journal of Cleaner Production* 14.17 (2006), pp. 1552–1556 (cf. p. 41, 57).
- (Vallespir et al., 2002) B. Vallespir et G. Doumeingts. « La méthode GRAI ». In : *Groupement de Recherche en Productique (GRP), École de printemps, La modélisation d'entreprise, Une réflexion sur l'enseignement et la pratique des méthodes*. Albi, France, 2002 (cf. p. 104, 105).
- (Vandermerwe et al., 1988) S. Vandermerwe and J. Rada. “[Servitization of Business: Adding Value by Adding Services.](#)” In: *European Management Journal* 6.4 (1988), pp. 314–324 (cf. p. 40, 57).
- (Vanwelkenhuysen, 1998) J. Vanwelkenhuysen. “[The tender support system.](#)” In: *Knowledge-Based Systems* 11.5–6 (1998), pp. 363–372 (cf. p. 11).
- (Vareilles, 2005) É. Vareilles. « Conception et approches par propagation de contraintes : contribution à la mise en œuvre d'un outil d'aide interactif ». Thèse de doct. Institut National Polytechnique de Toulouse, juin 2005 (cf. p. 51, 146).
- (Vareilles, 2015) É. Vareilles. « Configuration interactive et Contraintes : Connaissances, Filtrage et Extensions ». Habilitation à diriger des recherches. Institut National Polytechnique de Toulouse, nov. 2015 (cf. p. 48-50, 53, 55, 146).
- (Vareilles et al., 2015) É. Vareilles, T. Coudert, M. Aldanondo, L. Geneste, and J. Abeille. “[System design and project planning: Model and rules to manage their interactions.](#)” In: *Integrated Computer-Aided Engineering* 22.4 (2015), pp. 327–342 (cf. p. 146).
- (Vernadat, 2003) F. Vernadat. “[Enterprise Modelling and Integration: From Fact Modelling to Enterprise Interoperability.](#)” In: *Enterprise Inter- and Intra-Organizational Integration*. Ed. by K. Kosanke, R. Jochem, J. G. Nell, and A. O. Bas. Vol. 108. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, Boston, MA, 2003, pp. 25–33 (cf. p. 102, 103).
- (White, 2004) S. A. White. *Introduction to BPMN*. 2004 (cf. p. 45, 58, 117).
- (Wielinga et al., 1992) B. J. Wielinga, A. T. Schreiber, and J. A. Breuker. “[KADS: a modelling approach to knowledge engineering.](#)” In: *Knowledge Acquisition* 4.1 (1992), pp. 5–53 (cf. p. 32, 96, 109).
- (Wiig, 1993) K. Wiig. *Knowledge management foundations*. Arlington, 1993 (cf. p. 94).
- (Williams, 1994) T. J. Williams. “[The Purdue enterprise reference architecture.](#)” In: *Computers in Industry* 24.2-3 (1994), pp. 141–158 (cf. p. 105).
- (Wilson, 2003) J. M. Wilson. “[Gantt charts: A centenary appreciation.](#)” In: *European Journal of Operational Research* 149.2 (2003), pp. 430–437 (cf. p. 45).
- (Xavier et al., 2013) D. Xavier, F. Morán, R. Fuentes-Fernández, and G. Pajares. “[Modelling knowledge strategy for solving the DNA sequence annotation problem through CommonKADS methodology.](#)” In: *Expert Systems with Applications* 40.10 (Aug. 2013), pp. 3943–3952 (cf. p. 98).
- (Zacklad et al., 2001) M. Zacklad et M. Grundstein. « [Introduction](#) ». In : *Ingénierie et capitalisation des connaissances*. Sous la dir. de M. Zacklad et M. Grundstein. Hermès Science Publications, 2001. Chap. 1, p. 15-22 (cf. p. 94).

- (Zeithaml et al., 2010) V. A. Zeithaml, M. J. Bitner, and D. D. Gremler. "Services Marketing Strategy." In: *Wiley International Encyclopedia of Marketing*. Ed. by J. N. S. Malhotra and N. K. John Wiley & Sons Ltd, 2010 (cf. p. 38).
- (Zeithaml et al., 1985) V. A. Zeithaml, A. Parasuraman, and L. Berry. "Problems and strategies in services marketing." In: *The Journal of Marketing* 49.2 (1985), pp. 33–46 (cf. p. 36, 57, 195, 196).
- (Zhang et al., 2013) L. L. Zhang, E. Vareilles, and M. Aldanondo. "Generic bill of functions, materials, and operations for SAP2configuration." In: *International Journal of Production Research* 51.2 (2013), pp. 465–478 (cf. p. 52).

Acronymes

ANR Agence Nationale de la Recherche.....	2, 19, 144, 146
AO Appel d'offres	7
ARIS <i>Architecture of Integrated Information Systems</i>	107, 108, 113, 114
ATO <i>Assemble-to-Order</i>	63, 74–77, 186
BOM <i>Bill-of-material</i>	35
BPMN <i>Business Process Model and Notation</i>	45, 117, 123, 133
CBR <i>Case Based Reasoning</i> – Raisonnement à partir de cas	53, 55, 87, 112
CGI Centre de Génie Industriel, laboratoire de recherche à l'IMT Mines Albi	19, 144–147
CIMOSA <i>Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture</i>	102, 103, 105
CommonKADS <i>Common Knowledge Acquisition and Design System</i>	32, 93, 96–98, 100–104, 108, 113, 146, 186
CSP <i>Constraint Satisfaction Problem</i> – Problème de satisfaction de contraintes	50, 51, 55, 83, 85, 87, 112, 159, 185
DP <i>Delivery Process</i> – Processus de réalisation, cf. définition page 14.	62
ETO <i>Engineer-to-Order</i>	63, 74, 75, 186
FBS Functional Behaviour Structure	34
GIM <i>GRAI Integrated Methodology</i>	104, 105, 108, 113, 116, 186
GRAI Graphes à Résultats et Activités Interreliées	103, 104
IHIP <i>Intangibility - Heterogeneity - Inséparability - Perishability</i> , les quatre caractéristiques du service, cf. définitions en annexe page 195.	36, 39, 52, 69, 195
INSEE Institut national de la statistique et des études économiques. https://www.insee.fr/fr/accueil	36, 195
IS Ingénierie Système.....	33–35
ISIEM Méthodologie proposée dans ces travaux, acronyme de Initialisation – Spécialisation – Implémentation – Exploitation – Maintien et actualisation	114, 115, 117, 139, 140, 143, 150, 162, 164, 167, 169, 186, 187

KBS <i>Knowledge Based System</i> – Système à base de connaissances	1, 2, 17, 19, 23, 32, 55, 93, 94, 96–98, 108, 109, 112, 113, 118, 139, 167
KPI <i>Key Performance Indicator</i> – Indicateur de performance clef	118
LGP Laboratoire Génie de Production, laboratoire de recherche à l'ENIT	19, 144–147
LT Lot de travail	144–146, 149, 164, 169, 209
MASK <i>Method for Analysing and Structuring Knowledge</i> – Méthode d'Analyse et de Structuration des Connaissances	93, 96, 99–102, 108, 113, 186
OC Offre commerciale	9, 144
OPERA Outils logiciels et ProcEssus pour la Réponse à Appels d'offres	2, 5, 12, 13, 19, 20, 22–24, 33, 36, 45, 46, 66, 74, 87, 112, 115–118, 124, 128, 130, 132–135, 138–140, 143–147, 149, 150, 152, 156, 162–164, 167–169, 185, 187, 209
OT Offre technique	9, 144
PERA <i>Purdue Enterprise Reference Architecture</i>	105
PES <i>Product Extension Service</i>	41, 42, 66, 198
PLM <i>Product Lifecycle Management</i>	35, 106, 107
PRAO Processus de Réponse à Appel d'Offres, cf. définition page 9	133
PSS <i>Product Service System</i> – Système Produit Service, cf. définition page 41	viii, 1, 2, 16–18, 22, 24, 30, 32, 40–44, 46, 47, 52, 56, 59–69, 75, 87, 88, 113, 121, 123, 144, 149, 164–166, 183, 189, 191, 195, 197, 199
PγSS <i>Product γ Service System</i> – Système produit γ service, cf. définition page 61	59, 61–66, 69–77, 79, 81, 83, 86, 88, 111, 112, 121–125, 127, 135, 136, 138, 156, 157, 159, 164, 166, 168, 183, 185, 186, 189, 216
SADT <i>Structured Analysis and Design Technics</i>	99
SI système d'informations	93, 104, 106–108, 167
TS <i>Technical Solution</i> – Solution Technique	62
UML <i>Unified Modelling Language</i>	37, 106, 187, 197

Liste des définitions

Définition n° 1 : Processus de réponse à appel d'offres.....	9
Définition n° 2 : Processus de réalisation.....	14
Définition n° 3 : Offre.....	17
Définition n° 4 : Produit.....	33
Définition n° 5 : Service.....	37
Définition n° 6 : Système Produit-Service (PSS – <i>Product Service System</i>).....	41
Définition n° 7 : Concept - Taxonomie.....	50
Définition n° 8 : Problème de satisfaction de contraintes.....	50
Définition n° 9 : Cas.....	54
Définition n° 10 : Similarité.....	54
Définition n° 11 : Artefact tangible – Artefact intangible.....	61
Définition n° 12 : Système produit γ service (P γ SS).....	61
Définition n° 13 : Processus de préparation.....	70
Définition n° 14 : Processus opérationnel.....	71

Liste des figures

1.1	Le processus de réponse à appel d'offres, traduit et adapté de (Krömker et al., 1997)	7
1.2	Le processus de réponse à appel d'offres, traduit et adapté de (Chalal et al., 2006)	8
1.3	Le processus de réponse à appel d'offres, adapté de Benaben (2009)	8
1.4	Le processus de réponse à appel d'offres, adapté de Sylla (2018)	9
1.5	Le processus de réponse à appel d'offres tel que défini pour nos travaux	10
1.6	Les risques du processus de réponse à appel d'offres, adapté de Botero Lopez (2014)	12
1.7	Deux composantes de l'offre technique en réponse à appel d'offres	15
1.8	Deux composantes de l'offre technique en réponse à appel d'offres et diversité de la solution technique	17
1.9	Problématique de nos travaux de thèse	18
1.10	Contributions de nos travaux de recherche	19
1.11	Quelques chiffres clefs du projet OPERA	20
1.12	Les partenaires du projet OPERA	21
1.13	Organisation de la recherche	21
1.14	Structure du mémoire	24
2.1	Plan du chapitre 2 : cadre visé de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres	30
2.2	Donnée, Information et Connaissance	31
2.3	Plan de la section 2.2 sur la modélisation d'offres	33
2.4	Les principales sous-catégories de PSS, adapté et traduit de Tukker (2004)	42
2.5	Positionnement de la section 2.3 pour l'élaboration d'offres	48
2.6	Classification des variables d'un CSP, adapté de Vareilles (2005)	51
2.7	Problème de satisfaction de contraintes appliqué à la configuration d'offres produit	52
2.8	Cycle du CBR, traduit et adapté de Aamodt et al. (1994), avec la permission d'IOS Press	55

3.1	Rappel de la structure du cadre de modélisation et d'exploitation proposé	60
3.2	Typologie de P γ SS	62
3.3	Modèle de P γ SS	64
3.4	Modèle de contexte d'offre	67
3.5	Modèle d'exigences clients en réponse à appel d'offres	68
3.6	Modèle de solution technique en réponse à appel d'offres	70
3.7	Les deux sous-processus du processus de réalisation	70
3.8	Modèle de processus de réalisation en réponse à appel d'offres	72
3.9	Modèle générique de structure d'offre	73
3.10	Légende pour les figures de la section 3.3	74
3.11	Exemple 1 : Modélisation d'un P γ SS $_{TS}^T$ « Machine à découpe en ATO » et du processus de réalisation associé	75
3.12	Exemple 2 : Modélisation d'un P γ SS $_{DP}^T$ « Machine à découpe en ETO » et du processus de réalisation associé	76
3.13	Exemple 3 : Modélisation d'un P γ SS $_{TS}^M$ « Machine à découpe en ATO et formation standard » et du processus de réalisation associé	78
3.14	Exemple 4 : Modélisation d'un P γ SS $_{DP}^M$ « Machine à découpe en ATO et formation personnalisée » et du processus de réalisation associé	78
3.15	Exemple 5 : Modélisation d'un P γ SS $_{DP}^I$ « Diagnostic » et du processus de réalisation associé	80
3.16	Exemple 6 : Modélisation d'un P γ SS $_{DP}^M$ « Révision légère » et du processus de réalisation associé	80
3.17	Exemple 7 : Modélisation de P γ SS $_{TS}^M$ « Révision lourde » et du processus de réalisation associé	81
3.18	Exemple de taxonomie pour structurer la connaissance nécessaire à l'élaboration d'une offre	84
3.19	Contraintes de compatibilité au sein d'une offre	86
3.20	Proposition d'un cadre de modélisation et d'exploitation pour l'élaboration d'offres	88
4.1	La problématique de capitalisation des connaissances dans les organisations, adaptée de Grundstein (2002)	95
4.2	Approches de gestion des connaissances	96
4.3	Les six modèles et les trois phases de la méthodologie CommonKADS, traduit et adapté de Schreiber et al. (2000, p. 14) ©Massachusetts Institute of Technology	97
4.4	Vue graphique des six rôles de la méthodologie CommonKADS, traduit et adapté de Schreiber et al. (2000, p. 21)	98
4.5	Axiome du macroscopie de la connaissance MASK, adapté de Ermine (2001, p. 72) ©Hermès Science Europe Ltd, Paris	100
4.6	Le cube CIMOSA, adapté de Abdmouleh et al. (2004)	103
4.7	Démarche de réingénierie GIM, adaptée de Vallespir et al. (2002)	105

5.1	Positionnement de la méthodologie dans le cadre méthodologique d'assistance à l'élaboration d'offres proposé	112
5.2	Méthodologie ISIEM	114
5.3	Phase 1 - <i>Initialisation</i> – Diagramme d'activités UML	115
5.4	Phase 1 - <i>Initialisation</i> – Représentation IDEF0	118
5.5	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Diagramme d'activités UML	119
5.6	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Détail des activités de l'étape 2.1 - Identification des offres	120
5.7	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Détail des activités de l'étape 2.2 - Exploration de l'offre	122
5.8	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Détail des activités de l'étape 2.3 - Modélisation	126
5.9	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Détail des activités de l'étape 2.4 - Peuplement des bases de connaissances	129
5.10	Phase 2 - <i>Spécialisation</i> – Représentation IDEF0	131
5.11	Phase 3 - <i>Implémentation</i> – Diagramme d'activités UML	131
5.12	Phase 3 - <i>Implémentation</i> – Représentation IDEF0	133
5.13	Phase 4 - <i>Exploitation</i> – Diagramme d'activités UML	134
5.14	Phase 4 - <i>Exploitation</i> – Représentation IDEF0	136
5.15	Phase 5 - <i>Maintien</i> – Diagramme d'activités UML	137
5.16	Phase 5 - <i>Maintien</i> – Représentation IDEF0	139
5.17	Méthodologie ISIEM : passage d'un cadre générique d'assistance à l'élaboration d'offres à un cadre opérationnel	140
6.1	Élaboration d'une offre en réponse à appel d'offres dans le cadre du projet OPERA	145
6.2	Macro-phasage du projet OPERA	145
6.3	Architecture de l'outil logiciel OPERA	147
6.4	Interface d'accueil du module d'élaboration d'offres	148
6.5	Interface d'édition de la solution technique	148
6.6	Rappel de la méthodologie ISIEM	151
6.7	Processus de réponse à appel d'offres de l'entreprise AES	152
6.8	Exemple d'éléments de grue et de portique (source : AES)	153
6.9	Taxonomie des concepts d'offres pour l'entreprise AES	153
6.10	Modèle spécifique d'engin de levage portuaire neuf complet au sein de l'entreprise AES	158
6.11	Processus de réalisation spécifique à l'entreprise AES pour l'offre « Engin de levage portuaire neuf complet »	159
6.12	Taxonomie caractérisant une offre <i>Engin de levage portuaire neuf complet</i> dans l'entreprise AES	160
6.13	Exemple de modèle instancié d'engin de levage portuaire neuf complet au sein de l'entreprise AES (cf. figure 6.14 page 163 pour la partie Mouvement)	163
6.14	Exemple de modèle instancié d'engin de levage portuaire neuf complet au sein de l'entreprise AES pour la partie Mouvement	163

B.1	Modèle élémentaire de service en notation UML, figure de Bullinger et al. (2003)	197
B.2	Les 3 sous-ontologies de la méta-ontologie PESCO, figure de Shen et al. (2012) . .	198
B.3	Sous-ontologie <i>Produit</i> du modèle PESCO (Shen et al. (2012))	198
B.4	Sous-ontologie <i>Service</i> du modèle PESCO, figure de Shen et al. (2012)	199
B.5	Sous-ontologie <i>Client</i> du modèle PESCO (Shen et al., 2012)	200
C.1	Processus de réalisation détaillé de l'entreprise AES	202

Liste des tableaux

2.1 Synthèse des caractéristiques des PSS	42
2.2 Exemple de contrainte de compatibilité sous forme de table	51
2.3 Exemple de mesure de similarité locale sous forme de matrice	54
3.1 Nombre de produits et services en fonction du type de P γ SS	61
3.2 Typologie de P γ SS	63
5.1 Exemple de contrainte formalisée à partir d'une règle métier	128
6.1 Table de compatibilité entre les variables <i>Nom du mouvement</i> et <i>Type de mouvement</i>	162
6.2 Table des contraintes de compatibilité entre les variables <i>Type de mouvement</i> et <i>Nombre de variateurs</i>	162

Annexes

A L'appel d'offres sur un marché public : une procédure formalisée	193
B Détails de la revue de littérature sur les services et les PSS	195
C Compléments au cas d'étude AES	201
D Publications et autres communications	213



L'appel d'offres sur un marché public : une procédure formalisée

Source : Médiateur des entreprises (2018)

Un appel d'offres peut être lancé pour les marchés publics ou privés. Dans le cas des marchés publics, le décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 s'applique en France. Ce texte régit les droits et devoirs en matière d'appel d'offres, mais surtout protège les entreprises et acheteurs publics à travers trois principes :

1. liberté d'accès à la commande publique,
2. égalité de traitement des candidats,
3. transparence des procédures.

Il existe plus de 130 000 acheteurs publics en France :

- les ministères, établissements publics nationaux et entreprises au niveau national,
- et les établissements publics locaux, les collectivités territoriales et ports et aéroports publics au niveau local.

Toute entreprise, (fournisseur de produits ou prestataire de services) souhaitant répondre aux marchés publics doit d'abord passer par une phase de recherche des avis de marchés publiés par les organismes publics. Selon les types de marchés et leur valeur estimée, les organismes publics doivent donner une publicité plus ou moins importante à leurs avis de marché (appel d'offres) pour garantir aux entreprises soumissionnaires un accès équitable à l'information. Cette publicité peut être effectuée :

- dans les journaux officiels de publication : journal officiel de l'Union Européenne (JOUE), bulletin officiel des annonces de marchés publics (BOAMP), journal des annonces légales (JAL),
- sur les plateformes de publicité : plateforme des achats de l'État (PLACE), France marchés ou acheteurs publics en régions.

Dans le cas de la procédure formalisée, plusieurs types de documents sont contenus dans l'appel d'offres :

- l'avis d'appel à la concurrence, qui récapitule les informations essentielles relatives au marché.
- le dossier de consultation des entreprises (DCE), qui contient les documents nécessaires pour répondre à l'appel d'offres. Il comprend généralement le règlement de consultation, le cahier des clauses administratives particulières, le cahier des clauses techniques particulières, l'acte d'engagement et ses annexes.

- le règlement de consultation des entreprises, qui est contenu dans le DCE et fixe les règles de passation du marché :
 - allotissement ou non,
 - variante autorisée ou non,
 - tranche conditionnelle ou non,
 - contenu du dossier de candidature ou du dossier administratif,
 - contenu de l'offre
 - critères de jugement et de pondération,
 - coordonnées du responsable administratif et technique en charge de la consultation.

B

Détails de la revue de littérature sur les services et les PSS

Caractéristiques IHIP

Dans la littérature, et notamment en marketing et management, les services sont souvent définis par opposition au produit (Edvardsson et al., 2005). S'il est difficile de définir ce qu'est un service ¹, il est possible de lister ses principales caractéristiques, souvent opposées à celles des produits. Historiquement, quatre caractéristiques ont été identifiées : intangibilité (*Intangibility*), hétérogénéité (*Heterogeneity*), non séparabilité de la production et de la consommation (*Inseparability*) et périssabilité (*Perishability*). Ces quatre caractéristiques sont parfois regroupées sous le terme IHIP (Edvardsson et al., 2005 ; Felfernig et al., 2014 ; Lovelock et al., 2004).

I — Intangibilité L'intangibilité est la première caractéristique d'un service, la plus citée mais surtout la plus critique et celle dont découle toutes les autres (Bateson, 1979). Dans la revue de littérature faite sur le sujet par Zeithaml et al. (1985), c'est la seule caractéristique citée par tous les auteurs identifiés. Cette intangibilité est définie à l'origine par opposition aux produits qui sont, eux, tangibles, c'est à dire palpables et matériels (Shostack, 1977). La définition de l'INSEE page 36 souligne également cette intangibilité. D'autres auteurs donnent un sens un peu plus large à l'intangibilité : un service est impalpable, c'est à dire qu'il ne peut être touché, mais il ne peut être ni vu, senti, entendu ou goûté non plus.

Bateson ; Berry distinguent l'intangibilité physique et l'intangibilité mentale (Bateson, 1979 ; Berry, 1980). L'intangibilité physique désigne l'incapacité des cinq sens à saisir un service, alors que l'intangibilité mentale désigne la difficulté de se faire une représentation mentale du service. Dans Bielen et al. (2004), les auteurs proposent une échelle de mesure bidimensionnelle du concept d'intangibilité, basée sur ces deux intangibilités. Une dimension permet d'évaluer l'intangibilité physique d'un service, tandis que l'autre dimension permet d'évaluer l'intangibilité mentale d'un service. Cette intangibilité « entraîne une difficulté pour le consommateur à évaluer l'offre et ses caractéristiques (attributs, prix, qualité...) » (Bielen et al., 2004). Elle entraîne également pour le soumissionnaire une difficulté à mettre un prix sur un service.

Cette caractéristique est également citée par Edvardsson et al. (2005), Grönroos (2015), Heiskala et al. (2005), Lovelock et al. (2004) et Parasuraman et al. (1985).

1. cf. les multiples définitions du service page 36

H — Hétérogénéité L'hétérogénéité concerne le potentiel de haute variabilité dans la performance des services. L'hétérogénéité d'un service est due aux ressources humaines, par opposition à la répétabilité d'une machine. Un service n'est pas reproductible aussi aisément qu'un produit. La qualité et l'essence d'un service peut varier d'un intervenant à l'autre et d'un client à l'autre. La performance d'un service pour un même intervenant peut elle aussi varier d'un jour à l'autre.

Cette caractéristique entraîne donc une difficulté de standardisation Zeithaml et al. (1985). En effet, il est difficile d'uniformiser les résultats d'un service quand les ressources sont variées. Par exemple, on peut supposer que la qualité d'une formation dépend fortement de l'intervenant. Le fait qu'elle soit dispensée par un consultant junior ou senior n'aura pas le même résultat. L'hétérogénéité des résultats d'un même service est particulièrement importante pour les services *labor intensive*.

Cette caractéristique est également par Edvardsson et al. (2005), Grönroos (2015), Heiskala et al. (2005), Lovelock et al. (2004) et Parasuraman et al. (1985).

I -- Non séparabilité La caractéristique de non séparabilité a plusieurs facettes, toutes liées mais avec quelques nuances.

- Tout d'abord, par définition, cela signifie que la production et la consommation du service sont simultanées, par opposition aux produits où la production et la distribution sont séparés de la consommation (Edvardsson et al., 2005; Heiskala et al., 2005; Lovelock et al., 2004; Parasuraman et al., 1985). Nous retrouvons ici la 2^{ème} caractéristique citée par Grönroos (2015).
- Ensuite, le client participe au processus de production du service, au moins dans une certaine mesure, contrairement aux produits, pour lesquels le client ne participe pas à la production (3^{ème} caractéristique citée par Grönroos (2015)). Cette implication du client dans le processus de réalisation (en formation par exemple) découle de la non séparabilité (Heiskala et al., 2005).
- Enfin, Grönroos ajoute que la valeur ajoutée d'un service est le résultat des interactions client-fournisseur, par opposition au produit, où la valeur ajoutée est créée au sein de l'usine. Selon lui, (traduit de l'anglais) « pour les services, les interactions entre le client et le fournisseur sont souvent présentes et d'importance, bien que les parties impliquées n'en soient pas toujours conscientes » (Grönroos, 2015).

P — Périssabilité La périssabilité (*time-perishability* en anglais) signifie que les services ne peuvent être conservés. Si la ressource n'est pas utilisée à un instant t, elle ne pourra pas être récupérée et utilisée plus tard. Un service a une consommation immédiate, contrairement à certains produits qui ont une durée de vie de plusieurs années après livraison. Ils ont une durée éphémère et ne peuvent être stockés (Grönroos, 2015). Un service de location par exemple, n'est pas pérenne car le client ne jouit du service que pendant une durée limitée, contrairement à l'achat d'un produit, où le client jouit de la pérennité du bien, qu'il peut stocker. Les entreprises de services ont donc souvent une problématique de synchronisation de la demande client et de leurs capacités (Zeithaml et al., 1985).

Cette caractéristique est également citée par Edvardsson et al. (2005), Heiskala et al. (2005) et Lovelock et al. (2004).

Modèle élémentaire de service

Dans Bullinger et al. (2003), en lien avec les caractéristiques identifiées page 37, trois modèles sont utilisés pour modéliser chacune des dimensions du service² :

- la dimension structure, qui peut être représentée à l'aide de modèles de ressources (*resource models*),
- la dimension processus, qui est représentée à l'aide de modèles processus,
- la dimension résultat, qui peut être représentée au moyen de modèles produits.

La figure B.1 montre l'intégration de ces trois modèles dans un modèle élémentaire de service (*basic service model*). En plus des éléments décrits précédemment, sont introduits des éléments liés au client (*Customer*) et à l'aspect commercial d'une offre (*Customer segment* et *Sales channel*).

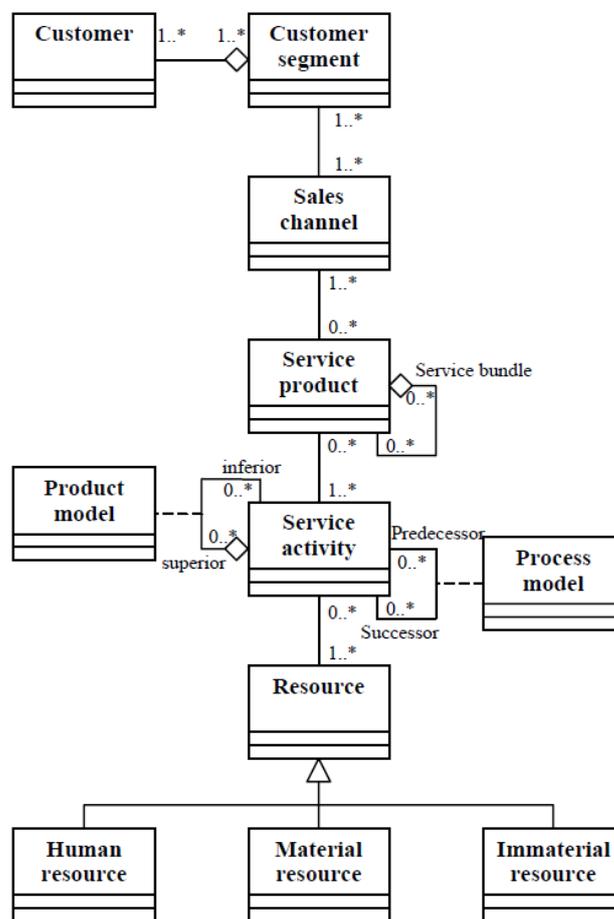


Figure B.1 – Modèle élémentaire de service en notation UML, figure de Bullinger et al. (2003)

2. cf. section Dimensions d'un service page 37

Modèle PESCO pour la configuration de PES

Dans Shen et al. (2012), les auteurs proposent 3 sous-ontologies pour configurer des *product extension service* (PES). La figure B.2 illustre la façon dont ces trois sous-ontologies sont liées.

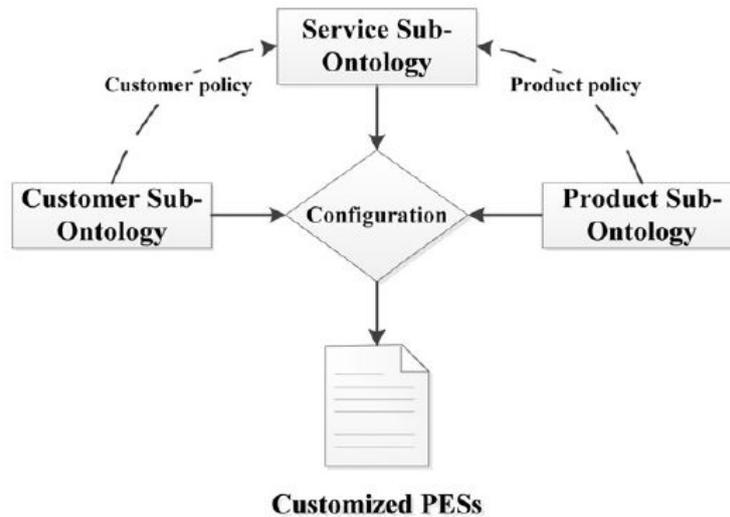


Figure B.2 – Les 3 sous-ontologies de la méta-ontologie PESCO, figure de Shen et al. (2012)

Sous-ontologie *Produit*

Les auteurs proposent la sous-ontologie *Produit* illustrée figure B.3.

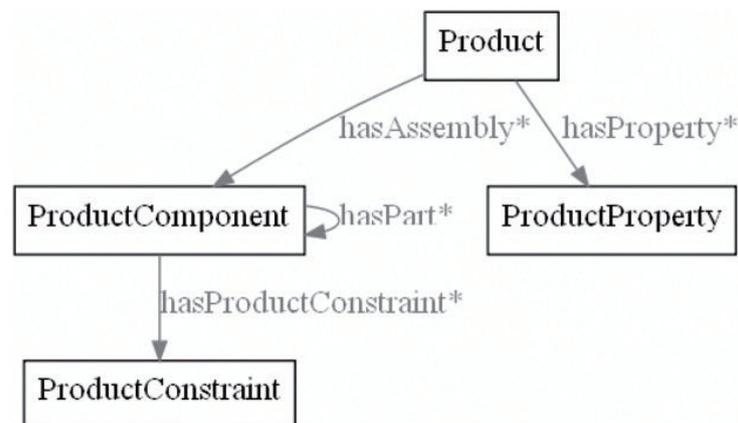


Figure B.3 – Sous-ontologie *Produit* du modèle PESCO (Shen et al. (2012))

Sous-ontologie *Service*

L'ontologie proposée figure B.4 page ci-contre vise à définir un PES.

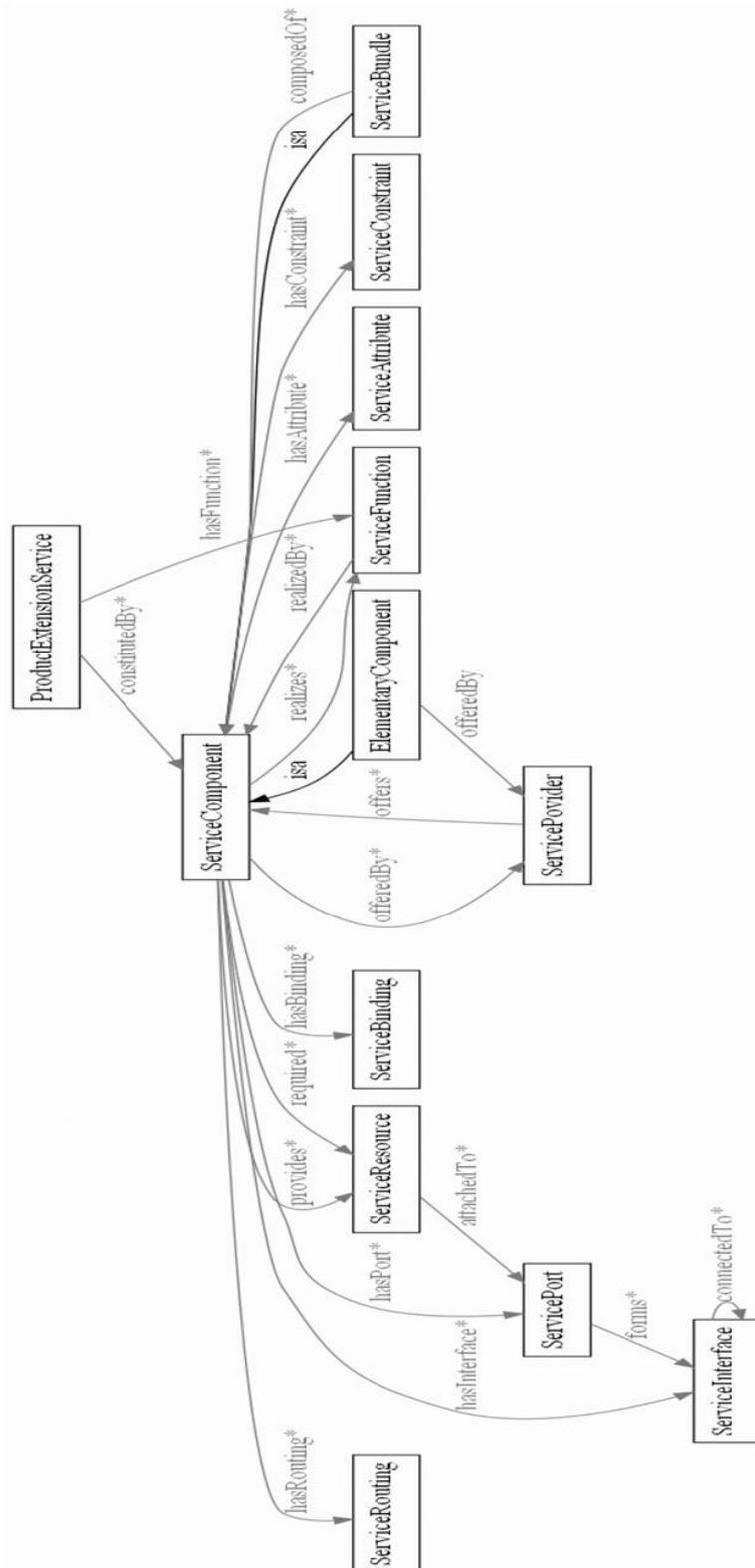


Figure B.4 – Sous-ontologie *Service* du modèle PESCO, figure de Shen et al. (2012)

Sous-ontologie *Client*

Les auteurs proposent la sous-ontologie *Client* illustrée figure B.5.

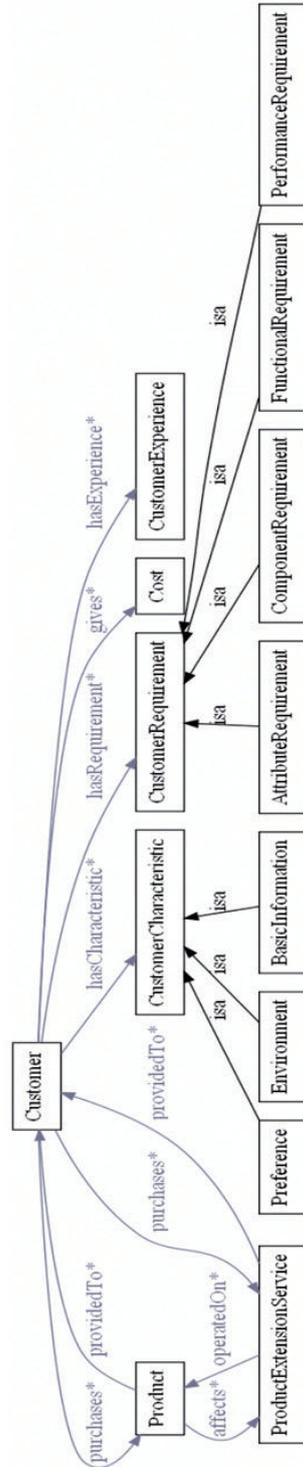


Figure B.5 – Sous-ontologie *Client* du modèle PESCO (Shen et al., 2012)

C

Compléments au cas d'étude AES

Description des mouvements d'un engin de levage portuaire

Le système peut effectuer entre 4 et 8 mouvements différents. Les différents mouvements possibles d'un engin de levage sont les suivants :

- Direction/Orientation (x 1, 2 ou 3) :
 - dans le cas d'un portique, on parlera de direction : Translation du chariot sur la poutre
 - dans le cas d'une grue, on parlera d'orientation : Orientation de la partie haute
- Translation : Translation de l'ensemble de l'engin de levage sur des rails sur le quai
- Relevage (ou variation de portée) : Levage de tout l'avant de l'engin de levage
- Levage : Chargement. Il peut y avoir plusieurs mouvements de levage (1, 2 ou 3).

Processus de réalisation détaillé de l'entreprise AES

La figure C.1 page suivante illustre le processus de réalisation détaillé de l'entreprise AES.

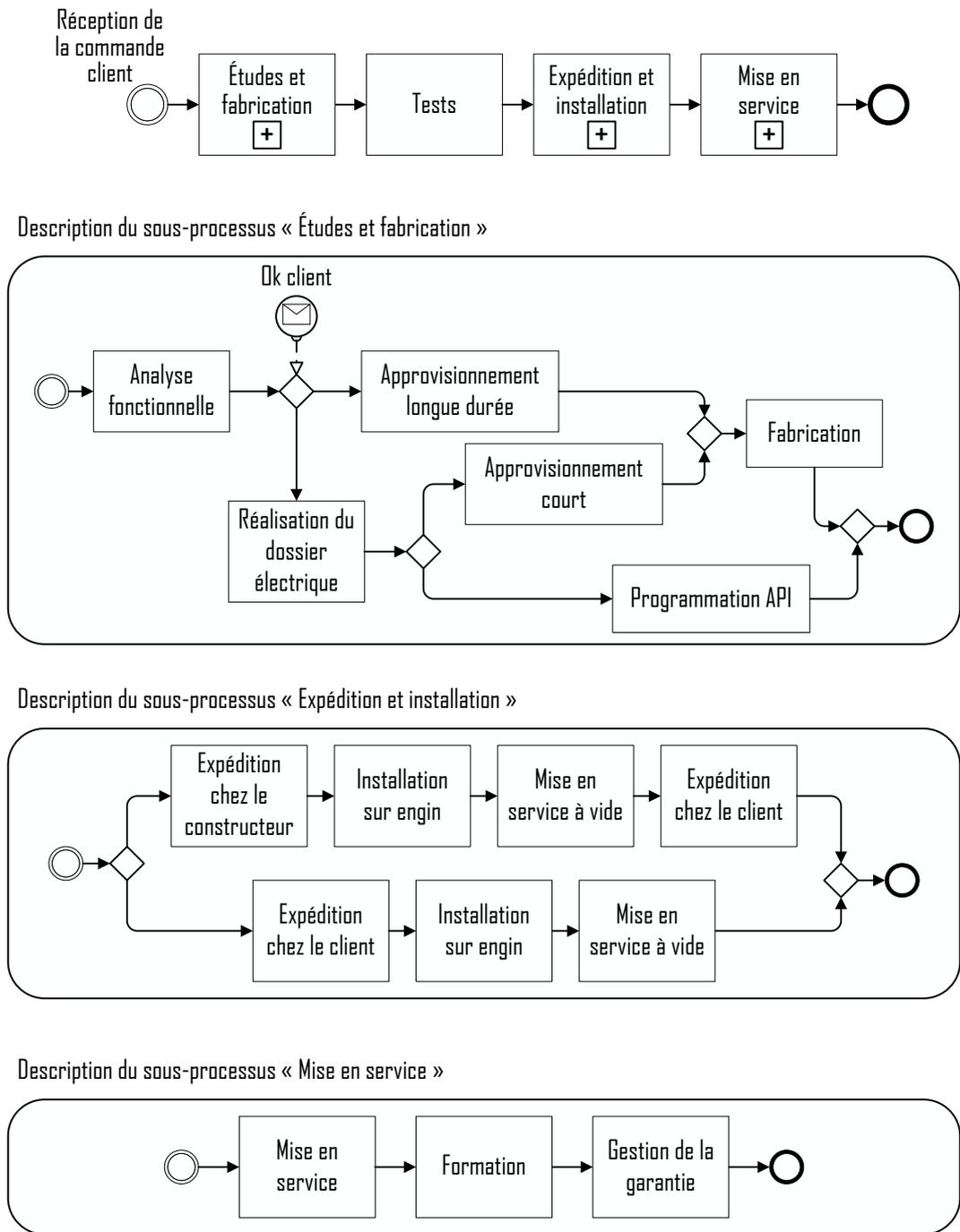


Figure C.1 – Processus de réalisation détaillé de l’entreprise AES

Document utilisé pour le recueil des cas passés

<p>Offre</p> <p>Nom de l'offre : Nom du client :</p> <p>Date de début de l'affaire : Date de mise en service : Date de fin du dossier :</p> <p>Description :</p>		<p>Données administratives</p>																			
<p>Indicateurs de l'offre</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>PREVISIONNEL</th> <th>REALISE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coût</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Marge</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Charge</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Durée</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Confiance   </p>					PREVISIONNEL	REALISE	Coût			Prix			Marge			Charge			Durée		
	PREVISIONNEL	REALISE																			
Coût																					
Prix																					
Marge																					
Charge																					
Durée																					

BESOINS/ ATTENTES / EXIGENCES CLIENT

Type d'affaire	neuf	Rénovation
Nombre d'engins		

CONTEXTE

<p>Caractérisation du client</p> <table border="1"> <tr> <td>Niveau d'exigence du client</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Client stratégique</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Confiance client</td> <td>25%</td> <td>50%</td> <td>75% 100%</td> </tr> </table>	Niveau d'exigence du client	1	2	3	Client stratégique	Oui	Non		Confiance client	25%	50%	75% 100%	<p>Caractérisation de l'affaire</p> <table border="1"> <tr> <td>Type de marché</td> <td>public</td> <td>privé</td> </tr> <tr> <td>Pénalités de retard</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> </table>	Type de marché	public	privé	Pénalités de retard	Oui	Non
Niveau d'exigence du client	1	2	3																
Client stratégique	Oui	Non																	
Confiance client	25%	50%	75% 100%																
Type de marché	public	privé																	
Pénalités de retard	Oui	Non																	
<p>Caractérisation de l'environnement interne</p>	<p>Caractérisation de l'environnement extérieur</p> <table border="1"> <tr> <td>Complexité environnement</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Type de concurrence</td> <td>Faible</td> <td></td> <td>Fort</td> </tr> <tr> <td>Confiance partenaire</td> <td>25%</td> <td>50%</td> <td>75% 100%</td> </tr> </table>	Complexité environnement	1	2	3	Type de concurrence	Faible		Fort	Confiance partenaire	25%	50%	75% 100%						
Complexité environnement	1	2	3																
Type de concurrence	Faible		Fort																
Confiance partenaire	25%	50%	75% 100%																

Lot 1

Indicateurs Lot = Indicateur Livrable 1 (car un seul livrable)

Type d'agrégation = N/A (car un seul livrable)

Livrable 1 : Engin de levage portuaire

Type d'engin	portique								
	Grue		5	6	7	8			
Nombre de mouvements	4								
Précisez les mouvements									
Usage	Crochet	Benne	Spreader	Grappin	Electro aimant	Palettes	Bobine		
Techno moteurs et alternateurs	continu		alternatif asynchrone			alternatif synchrone			
Disponibilité	1		2			3			
Evacuation énergie	AFE		variateur réversible			résistance			

Indicateurs Livrable	PREVISIONNEL	REALISE	
Coût			
Prix			
Confiance			

{1}	{4, 8}	{1}	{0, 1}																																																				
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Distribution électrique</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nombre de transformateurs</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Alimentation de secours</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> <td></td> </tr> </table> <p>Inclus le coût de l'AFE ?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Nombre de transformateurs	1	2	Non	Alimentation de secours	Oui	Non		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Contrôle commande</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nombre d'automates</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Nombre de postes IHM</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Nombre d'automates	1	2	3	4	Nombre de postes IHM	1	2	3		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Mouvements</h4> <div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Pour l'ensemble des mouvements</th> </tr> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Pour l'ensemble des mouvements		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Accessoires</h4> <p>Armoire, capteurs, siège de conduite, divers armoire, TGBT, etc.</p> <div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf	
Nombre de transformateurs	1	2	Non																																																				
Alimentation de secours	Oui	Non																																																					
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
Nombre d'automates	1	2	3	4																																																			
Nombre de postes IHM	1	2	3																																																				
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
Pour l'ensemble des mouvements																																																							
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Distribution électrique</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nombre de transformateurs</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Alimentation de secours</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> <td></td> </tr> </table> <p>Inclus le coût de l'AFE ?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Nombre de transformateurs	1	2	Non	Alimentation de secours	Oui	Non		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Contrôle commande</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Nombre d'automates</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Nombre de postes IHM</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Nombre d'automates	1	2	3	4	Nombre de postes IHM	1	2	3		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Mouvements</h4> <div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Pour l'ensemble des mouvements</th> </tr> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Pour l'ensemble des mouvements		PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Accessoires</h4> <p>Armoire, capteurs, siège de conduite, divers armoire, TGBT, etc.</p> <div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; height: 40px; margin-bottom: 5px;"></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf	
Nombre de transformateurs	1	2	Non																																																				
Alimentation de secours	Oui	Non																																																					
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
Nombre d'automates	1	2	3	4																																																			
Nombre de postes IHM	1	2	3																																																				
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
Pour l'ensemble des mouvements																																																							
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Options:</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Astreinte</td> <td>Oui pendant ans</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Pièces de rechange</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>GPAO</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Digilife</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Autre option :</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Astreinte	Oui pendant ans	Non	Pièces de rechange	Oui	Non	GPAO	Oui	Non	Digilife	Oui	Non	Autre option :	Oui	Non	PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf		<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px;"> <h4>Options:</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Astreinte</td> <td>Oui pendant ans</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Pièces de rechange</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>GPAO</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Digilife</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> <tr> <td>Autre option :</td> <td>Oui</td> <td>Non</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>PREVI.</th> <th>REALISE</th> </tr> <tr> <td>Coût</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prix</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conf</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Astreinte	Oui pendant ans	Non	Pièces de rechange	Oui	Non	GPAO	Oui	Non	Digilife	Oui	Non	Autre option :	Oui	Non	PREVI.	REALISE	Coût		Prix		Conf									
Astreinte	Oui pendant ans	Non																																																					
Pièces de rechange	Oui	Non																																																					
GPAO	Oui	Non																																																					
Digilife	Oui	Non																																																					
Autre option :	Oui	Non																																																					
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							
Astreinte	Oui pendant ans	Non																																																					
Pièces de rechange	Oui	Non																																																					
GPAO	Oui	Non																																																					
Digilife	Oui	Non																																																					
Autre option :	Oui	Non																																																					
PREVI.	REALISE																																																						
Coût																																																							
Prix																																																							
Conf																																																							

Page 5

Page 6

Page 5

Page 6

Pas de détails

Distribution électrique

Transformateur(s)

Transformateur 1	Nombre de secondaires			PREVI.	REALISE
	1	2	3	😊	
Coût					
Prix					
Conf				😊	😞

Groupe électrogène

S'il y en a un, fourni par le client (pas de coût supplémentaire)

Poste(s) IHM

PREVI.	REALISE
😊	😞
Coût	
Prix	
Conf	😞

Contrôle commande

Automate(s)

Automate 1

Type d'automate	Classique	De sécurité
Fonction de l'automate	Mouvement	CEC
	Outils	SSCC

PREVI.	REALISE
Coût	
Prix	
Conf	😊

Automate 2

Type d'automate	Classique	De sécurité
Fonction de l'automate	Mouvement	CEC
	Outils	SSCC

PREVI.	REALISE
Coût	
Prix	
Conf	😊

Automate 3

Type d'automate	Classique	De sécurité
Fonction de l'automate	Mouvement	CEC
	Outils	SSCC

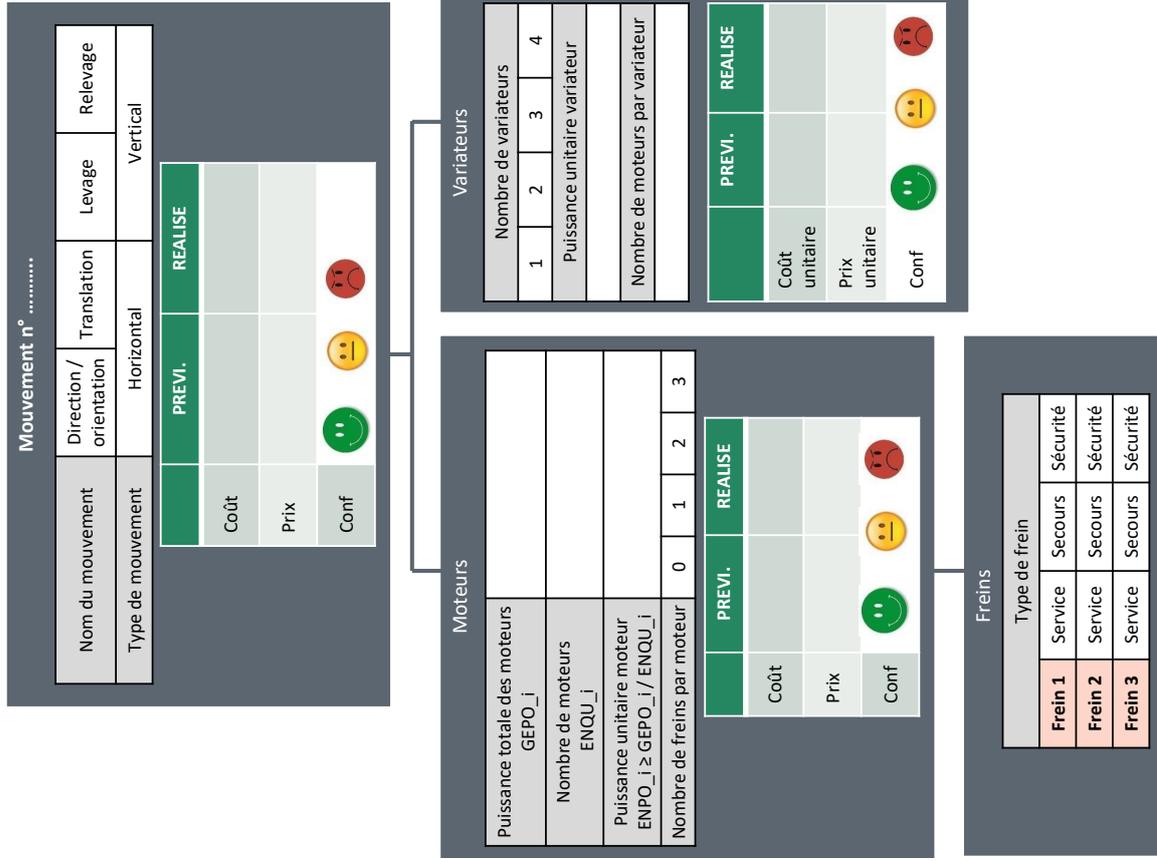
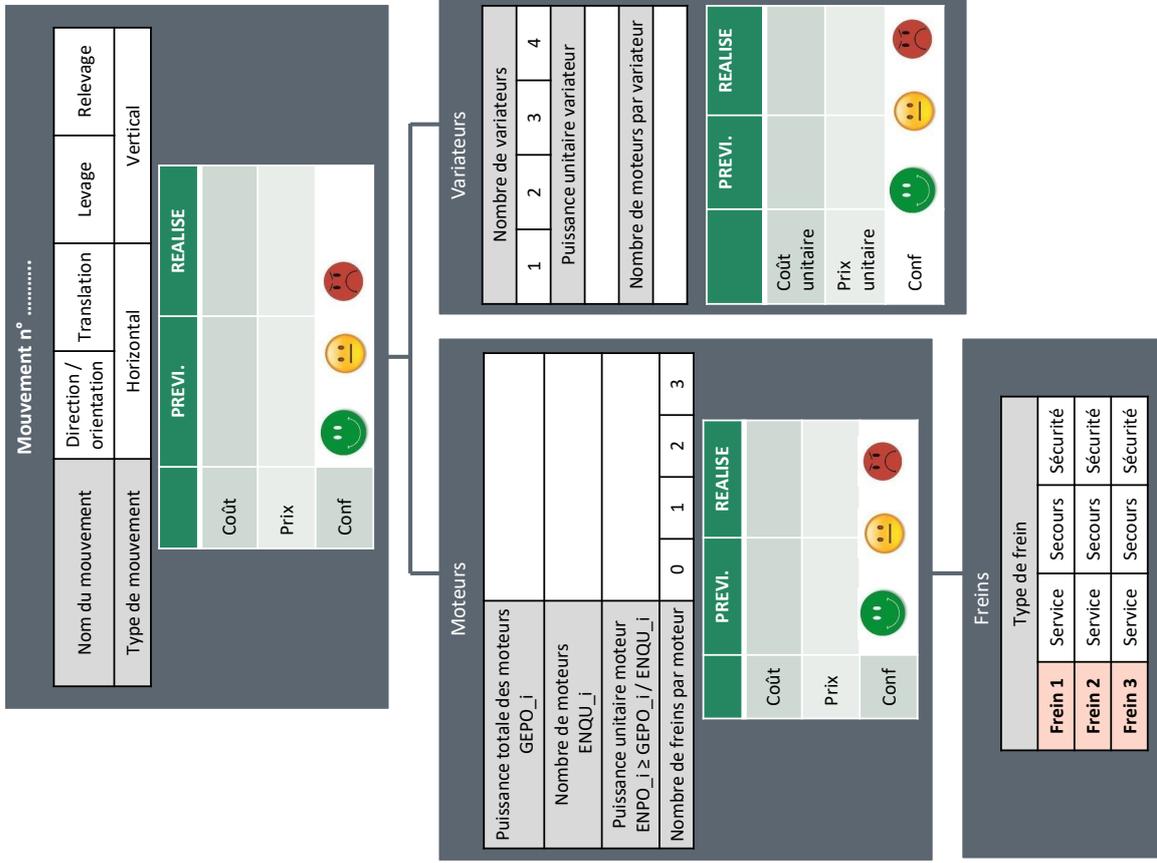
PREVI.	REALISE
Coût	
Prix	
Conf	😊

Automate 4

Type d'automate	Classique	De sécurité
Fonction de l'automate	Mouvement	CEC
	Outils	SSCC

PREVI.	REALISE
Coût	
Prix	
Conf	😊

Commentaires



Note : d'après la première itération de remplissage des cas passés, le coût des freins est négligeable.

Rappel des risques identifiés
R1. Erreur analyse fonctionnelle
R2. Mauvais choix matériel
R3. Matériel non conforme
R4. Impossibilité de démarquer les essais
R5. Manque de ressources cognitives
R6. Ecart demande client

Indicateurs Processus	
Coût	
Prix	
Charge	
Durée	
Confiance	😊 😐 😞

	Etudes	Approvisionnement	Fabrication	Tests	Expédition	Mise en service
Ressource 1	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :
	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :
	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :
Ressource 2	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :
	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :
	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :
Ressource 3	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :	Type :
	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :	Taux horaire :
	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :	Charge :
Autres frais (non liés à une ressource)	Nombre de déplacements :					Nombre de déplacements :
	Coût des déplacements :					Coût des déplacements :
Coût	PREVISION	REALISE	PREVISION	REALISE	PREVISION	REALISE
Prix						
Charge						
Durée						
Confiance	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	😐	😐	😐	😐	😐	😐
	😞	😞	😞	😞	😞	😞



Fiche nouveau risque

ID du risque	
Description du risque	
Activité où l'événement peut être détecté = Activité source	
PREVISIONNEL	REEL
Attributs impactant la probabilité	
Probabilité d'occurrence (événementiellement en fonction des attributs précédents)	Risque survenu ? Oui Non

IMPACTS du risque (sur 1 à 3 activités)			
	Activité n° :	Activité n° :	Activité n° :
Activité(s) impactée(s)	PREVISIONNEL	REEL	PREVISIONNEL
Impact coût du risque			
Impact durée du risque			
Impact coût de l'action préventive			
Impact délai de l'action préventive			
Impact coût de l'action corrective			
Impact délai de l'action corrective			

Actions préventives (1 à 3 actions)			
	Action	Action	Action
Noms des actions			
Impact probabilité			
Action mise en place	Oui Non	Oui Non	Oui Non
Coût de l'action	PREVISIONNEL	PREVISIONNEL	PREVISIONNEL
Durée de l'action			

Actions correctives (1 à 3 actions)			
	Action	Action	Action
Noms des actions			
Action mise en place	Oui Non	Oui Non	Oui Non
Coût de l'action corrective	PREVISIONNEL	PREVISIONNEL	PREVISIONNEL
Durée de l'action corrective			

Questionnaire de déploiement OPERA

À l'occasion de la phase de tests inscrite dans le cadre de la troisième itération du lot LT5 (juin - juillet 2019), nous avons questionné les entreprises partenaires du projet sur les apports d'OPERA. Le questionnaire utilisé est présenté ici.

Questionnaire de déploiement OPERA en entreprise.

11/06/2019

Entreprise rencontrée :

Rappel de l'offre représentative :

1 Statistiques avant OPERA

- Nombre d'offres répondues par an :
 - Nombre d'offres représentatives répondues par an :
 - (Nombre d'offres standards répondues par an :)
- Pourcentage de réussite global :
 - Pourcentage de réussite pour les offres représentatives :
- Pour un appel d'offre donné, nombre de personnes impliquées dans la réponse :
- Compétences des personnes impliquées pour répondre à un appel d'offre :
- Temps passé pour répondre à un appel d'offres (heures de travail) :
- Nombre d'itérations avec le client pour aboutir à l'offre finale :

2 Retours sur de déploiement d'OPERA

2.1 Apports des travaux sur la gestion des connaissances et le processus d'élaboration d'offres

Dans quelle mesure les travaux effectués décrits dans les colonnes ont permis l'amélioration des items de chaque ligne ? Classer les de 1 (impact le + fort) à 6 (impact le - fort) sans exæquo.

Exemple : Les spécifications de l'outil logiciel OPERA (et notamment le fait de répondre au questionnaire initial) a amélioré fortement le processus d'élaboration d'offres car les risques sont pris en compte.

Travaux effectués →	Spécifications de l'outil logiciel OPERA	Élaboration des use cases spécifiques à chaque entreprise
Amélioration de : ↓	<ul style="list-style-type: none">➤ <i>Questionnaire initial</i>➤ <i>Réunions croisées fonctionnalités OPERA</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ <i>Réunions d'élaboration des cas d'étude</i>
Connaissances à exploiter pour l'élaboration d'offres		
Organisation de ces connaissances		
Processus d'élaboration d'offres		
Autre élément amélioré ?		

Commentaires :

2.2 Prise en compte du processus de réalisation dans l'offre

Dans OPERA, nous considérons et distinguons :

- la solution technique objet de l'appel d'offres (un produit ou un service),
- son processus de réalisation (les activités qui seront mises en œuvre pour fournir le client si l'offre est acceptée).

Pensez-vous que le combinaison de ces deux éléments soit utile ou que seule la solution technique suffirait ?

2.3 Apports liés aux entités prises en compte dans le modèle

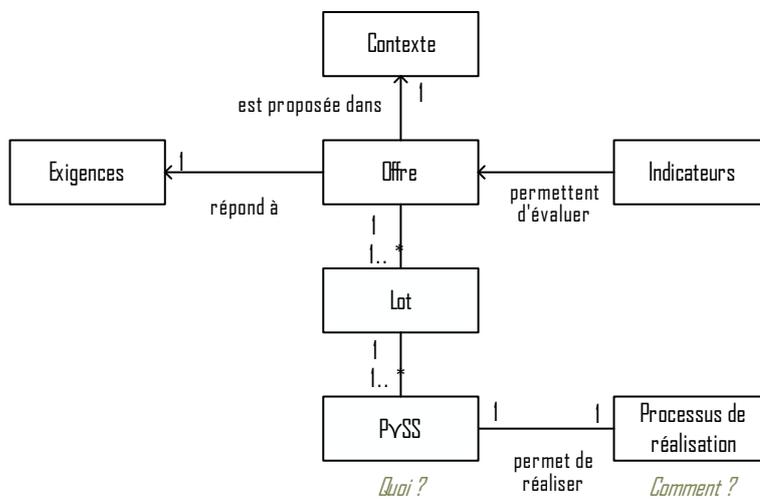


Figure 1 : Rappel du modèle d'offre

Classer les apports de 1 (impact le + fort) à 6 (impact le - fort) sans exæquo.

Prise en compte des risques	
Prise en compte d'indicateurs d'évaluation des offres	
Prise en compte de la confiance	
Formalisation du contexte de l'offre	
Distinction de la solution technique du processus de réalisation associé.	
Prise en compte des produits et des services	
Autre apport ?	

Commentaires :

2.4 Formalisation des connaissances

Dans OPERA, nous utilisons deux approches de formalisation des connaissances :

- La formalisation des règles métiers sous forme de contraintes.
- La formalisation des cas passés dans une base de cas.

Pensez-vous que la combinaison des deux approches soit utile ou que l'une seule de ces deux approches suffirait (et laquelle) ?

2.5 Améliorations attendues

Qu'est-ce que l'ensemble de ces travaux et le déploiement du logiciel OPERA va changer dans vos pratiques de réponse à appel d'offres ?

D

Publications et autres communications

Publications

Journal

Configuration knowledge modeling : how to extend configuration from Assemble/Make to Order towards Engineer to Order for the Bidding Process (2018)

A. Sylla, D. Guillon, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, L. Geneste
Computers in Industry, Vol. 99, Août 2018, Pages 29–41

Articles de conférences

Industrial Services Characterization for Bidding Process

D. Guillon, E. Villeneuve, C. Merlo, E. Vareilles et M. Aldanondo
MIM 2019 (27-31 août 2019, Berlin, Allemagne)

A methodology for implementing a product-centred bid model for suppliers

D. Guillon, C. Merlo, E. Villeneuve, E. Vareilles et M. Aldanondo
ICED 2019 (5-8 août 2019, Delft, Pays-Bas)

Méthodologie d'exploitation d'un modèle produit-processus en réponse à appel d'offres

D. Guillon, C. Merlo, E. Villeneuve, E. Vareilles et M. Aldanondo
CIGI 2019 (25-29 juin, Montréal, Canada)

How to use configuration software in “Less Routine Design” situations? Some modelling propositions

A. Sylla, D. Guillon, L. Garces Monge, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert et L. Geneste
IEEM 2018 (16-19 décembre 2018, Bangkok, Thaïlande)

Towards a knowledge based support for risk engineering when elaborating offer in response to a customer demand

R. Ayachi, D. Guillon, F. Marmier, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, L. Geneste et Y. Beauregard

IEEM 2018 (16-19 décembre 2018, Bangkok, Thaïlande)

How to deal with Engineering-to-Order Product/System Configuration?

A. Sylla, D. Guillon, R. Ayachi, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert et L. Geneste
20th Intl. Workshop on Configuration (27-28 septembre 2018, Graz, Autriche)

Knowledge retrieval for configuring risk characteristics when answering tenders or direct customer demands

R. Ayachi, D. Guillon, E. Vareilles, F. Marmier, M. Aldanondo, T. Coudert et L. Geneste
20th Intl. Workshop on Configuration (27-28 septembre 2018, Graz, Autriche)

Caractérisation de services industriels en réponse à appels d'offres

D. Guillon, E. Vareilles, M. Aldanondo, E. Villeneuve et C. Merlo
MOSIM 2018 (27-29 juin 2018, Toulouse, France)

Élaboration d'offres en relation client / fournisseur : Vers une exploitation des connaissances pour l'ingénierie des risques

R. Ayachi, D. Guillon, F. Marmier, E. Vareilles, M. Aldanondo, T. Coudert, L. Geneste et Y. Beauregard
MOSIM 2018 (27-29 juin 2018, Toulouse, France)

Customer Supplier Relation : towards a Constraint-Based Model for Bids

D. Guillon, A. Sylla, E. Vareilles, M. Aldanondo, E. Villeneuve, C. Merlo, T. Coudert et L. Geneste
IEEM 2017 (10-13 décembre 2017, Singapour)

Configuration and Response to calls for tenders : an open bid configuration model

D. Guillon, A. Sylla, E. Vareilles, M. Aldanondo, E. Villeneuve, C. Merlo, T. Coudert et L. Geneste
19th Configuration Workshop (14-15 septembre 2017, IESEG, Paris La Défense, France)

Best Student Paper Award

Rayonnement scientifique

Présentations aux groupements de recherche

Nov. 2017 **24^{èmes} journées STP du GDR MACS**, Nancy.

Présentation intitulée *ANR OPERA + thèse « Modèle générique d'offre et une méthode d'exploitation de ce modèle »*, avec E. Vareilles

Nov. 2017 **Rassemblement du groupe Iode**, Bordeaux.

Présentation intitulée *Élaboration d'une méthode pour la modélisation des offres et des risques-projet*

Dissémination grand public

Juill. 2018 **EuroScience Open Forum (ESOF)**, Toulouse.

Présentation d'un poster intitulé "Offer customization and risk management in bidding process", au sujet du projet OPERA

Sept. 2017 **Nuit Européenne des Chercheurs**, Albi.

Participation à l'atelier **Top Chrono pour ma thèse**

Présentation en 5 minutes de mon sujet de thèse

RÉSUMÉ

Assistance à l'élaboration d'offres du produit au service : proposition d'un modèle générique centré connaissances et d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation

Les travaux présentés dans ce mémoire s'inscrivent dans une problématique d'aide à l'élaboration d'offres, en adoptant le point de vue de l'entreprise soumissionnaire lors d'un processus de réponse à appel d'offres. Ces offres peuvent concerner indifféremment des produits, des services ou des systèmes produit-service (PSS). Dans le cadre de nos travaux, nous regroupons cette diversité sous le terme « P γ SS ». Nous nous intéressons donc à la problématique suivante : « Comment maîtriser et assister l'élaboration d'offres en réponse à appel d'offres? »

Notre première contribution consiste en un cadre de modélisation et d'exploitation des connaissances. Ce cadre est composé d'un modèle générique de structure d'offre, ainsi que d'un modèle d'exploitation des connaissances. Le modèle générique de structure d'offre permet de modéliser à la fois (1) la solution technique (ce que l'entreprise propose au client) et (2) son processus de réalisation (comment l'entreprise fournit cette solution). Il intègre également les notions de contexte d'élaboration, d'exigences client, d'indicateurs d'évaluation (coût, délai de réalisation, confiance, etc.) et de risques. Ce modèle est formalisé et exploité à l'aide d'une taxonomie, d'un problème de satisfaction de contraintes (CSP) et de raisonnement à partir de cas (CBR).

Notre deuxième contribution porte sur la caractérisation d'une méthodologie de déploiement et d'exploitation du cadre proposé. Cette méthodologie, appelée ISIEM, intègre des phases d'adaptation et de déploiement du cadre en entreprise (phases d'Initialisation, Spécialisation et Implémentation), mais également des phases d'utilisation (phases d'Exploitation et Mise à jour).

Les travaux présentés dans ce mémoire s'inscrivent dans le cadre du projet ANR OPERA. Nos deux contributions sont illustrées par un cas d'étude provenant de l'une des entreprises partenaires du projet.

MOTS-CLÉS : Réponse à appel d'offres, Modélisation produit-service-processus, Méthodologie de déploiement, Système à base de connaissances.

ABSTRACT

How to assist in bid elaboration from products to services: proposal of a knowledge-based generic model and a methodology for deployment and exploitation

The work presented in this thesis deals with assistance in bid elaboration, by adopting the point of view of the bidder during a tendering response process. These bids may concern products, services or product-service systems (PSS). As part of our work, we group this diversity under the term "P γ SS". We are therefore interested in the following problem: "How to master and assist in bid elaboration in response to calls for tenders?"

Our first contribution is a framework for modelling and exploiting knowledge. This framework is composed of a generic model of bid structure, as well as a knowledge exploitation model. The generic model of bid structure allows the modelling of both (1) the technical solution (what the company proposes to the customer) and (2) its realization process (how the company provides this solution to the customer). It also integrates the elaboration context, customer requirements, the evaluation indicators (cost, delivery time, confidence, etc.) and risks. This model is formalized and exploited using a taxonomy, a constraint satisfaction problem (CSP) and case-based reasoning (CBR).

Our second contribution deals with the characterization of a methodology for deploying and exploiting the proposed framework. This methodology, called ISIEM, includes phases of adaptation and deployment of the framework in enterprise (Initialization, Specialization and Implementation phases), but also phases of use (Exploitation and Maintenance phases).

The work presented in this thesis is part of the ANR OPERA project. Our two contributions are illustrated by a case study from one of the project's partner companies.

KEYWORDS: Bidding process, Product-Service-Process modelling, Deployment method, Knowledge-based system.