



**HAL**  
open science

# Gestion des risques par retour d'expérience dans le processus de réponse à appel d'offres

Juan Diego Botero Lopez

► **To cite this version:**

Juan Diego Botero Lopez. Gestion des risques par retour d'expérience dans le processus de réponse à appel d'offres. Autre. Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT, 2014. Français. NNT : 2014INPT0090 . tel-04261639

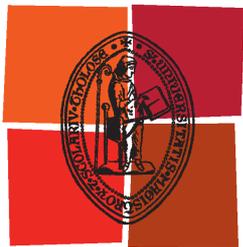
**HAL Id: tel-04261639**

**<https://theses.hal.science/tel-04261639>**

Submitted on 27 Oct 2023

**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  
de Toulouse

# THÈSE

En vue de l'obtention du

## DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse)

Discipline ou spécialité :

Genie industriel

---

**Présentée et soutenue par :**

M. JUAN DIEGO BOTERO LOPEZ

le jeudi 27 novembre 2014

**Titre :**

GESTION DES RISQUES PAR RETOUR D'EXPERIENCE DANS LE  
PROCESSUS DE REPONSE A APPEL D'OFFRES

---

**Ecole doctorale :**

Systemes

**Unité de recherche :**

Laboratoire de Génie de Productions de l'ENIT (E.N.I.T-L.G.P.)

**Directeur(s) de Thèse :**

M. DANIEL NOYES

**Rapporteurs :**

M. ERIC BONJOUR, UNIVERSITE DE LORRAINE

M. NOUREDDINE ZERHOUNI, UNIVERSITE DE BESANCON

**Membre(s) du jury :**

M. DIDIER GOURC, ECOLE NLE SUP DES MINES ALBI CARMAUX, Président  
M. CÉDRICK BELER, ECOLE NATIONALE D'INGENIEUR DE TARBES, Membre  
M. DANIEL NOYES, ECOLE NATIONALE D'INGENIEUR DE TARBES, Membre  
Mme NADA MATTA, UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE TROYES, Membre



# RESUME

Un appel d'offres (AO) est une procédure qui permet au maître d'ouvrage (MOA) de faire le choix du prestataire ou maître d'œuvre (MOE) à qui il confiera une réalisation de travaux, fournitures ou services. Cette pratique, incontournable pour quasiment tous les secteurs professionnels, repose sur la mise en concurrence de prestataires potentiels vis-à-vis d'une demande client. Chaque répondant engage des ressources et du temps pour élaborer des propositions qui ne seront pas toujours retenues. Le processus de réponse à appel d'offres (PRAO) est fortement contraint car, pour être acceptées, les propositions doivent satisfaire aux exigences du Cahier des Charges (CdC) tout en restant économiquement viables pour le prestataire.

Le PRAO est une pratique risquée. De façon générale, le premier niveau de risque est de ne pas répondre à l'AO et d'écarter un projet intéressant sur le plan technique et/ou économique ; ensuite, si la décision a été de répondre, un deuxième risque est de ne pas être accepté par le client ; enfin, en cas d'acceptation, si la proposition a été mal élaborée à cause d'une appréciation incorrecte par le prestataire des difficultés sous-tendues par la réalisation, celui-ci peut s'engager dans un processus très pénalisant (dépassements de budgets, non conformités aux exigences techniques, non-respect des délais,...).

Afin de minimiser ces risques, nous proposons dans ce travail une amélioration du processus de réponse à appel d'offres (PRAO) par la mise en place d'une instrumentation renforçant ce processus et la définition d'une méthodologie de conduite adaptée. L'objectif est de fournir au MOE des outils d'aide à la décision pour détecter, rendre compte et minimiser les risques potentiels.

La démarche consiste à adosser au PRAO un système de retour d'expérience, portant sur les PRAO passés et sur les cycles de développement associés, couplé à une démarche structurée de gestion des risques afin d'offrir au soumissionnaire les appuis nécessaires à la construction d'une réponse « robuste » à l'AO.

Cette instrumentation du cadre de travail du souscripteur et la proposition de conduite associée forment le socle de la méthodologie BiPRiM (**B**idding **P**rocess **R**isk **M**anagement) que nous avons développée.

Nous proposons dans celle-ci la mise en œuvre pratique des modèles de risques et d'expériences PRAO que nous avons développés ; nous nous appuyons sur les mécanismes d'acquisition, de traitement et d'exploitation du système de retour d'expérience sous-jacent pour conduire le processus de gestion des risques PRAO et, en élargissant, le processus décisionnel qui supporte le PRAO.

**Mots-clés** : appel d'offres, gestion de risques, retour d'expérience, cycle de vie du projet, aide à la décision.

# ABSTRACT

Call for tenders is a procedure that allows a client company to choose the provider of works, supplies or services. This practice is essential for almost all industry sectors and is based on the competition of potential providers according to a client request. Each bidder commits resources and time to develop proposals that will not always be accepted. Bidding Process (BP) is highly constrained because, to be accepted, proposals must meet the client requirements while remaining economically viable for the provider.

BP is a risky practice. In general, the first risk level is related to the choice of not responding to a call for tenders whereas it was an opportunity (*i.e.* an interesting project on technical and/or economic terms). Then, if the decision was to respond, a second risk level is not to be accepted by the client; finally, when the tender is accepted, a third risk level is related to the proposal realization potential problems. Indeed, if the related offer was poorly developed, due to an incorrect assessment by the bidder of the difficulties of the underlying realization, the bidder can be engaged in a very penalizing process (overruns, non-compliance of technical requirements, non-compliance of deadlines...).

In order to minimize these risks, an improvement of BP has been proposed by setting up an instrumentation reinforcing this process and by the definition of a methodology for its appropriate management. The objective is therefore to provide to the bidder decision support tools to detect, report and minimize potential risks.

The approach consists in the integration to the BP of an experience feedback system involving past bidding processes and associated development cycles, coupled with a structured approach of risk management to provide to the bidder the necessary support for the development of a "robust" response to new calls for tenders.

This proposed bidder decision support system instrumentation and the associated management process establish the basis of the BiPRiM methodology (**Bidding Process Risk Management**) that was developed.

In this development, a practical implementation of risk models and BP experiences has been developed. It rests upon the mechanisms of acquisition, processing and exploitation of the underlying experience feedback system in order to conduct the risk management process in the BP while broadening the associated decision-making process.

**Keywords:** call for tenders, risk management, experience feedback, project lifecycle, decision support.

# REMERCIEMENTS

*La posibilidad de realizar un sueño es lo que hace que la vida sea interesante (P. Coelho).*

Je tiens tout d'abord à remercier mes encadrants : M. Daniel Noyes, directeur de thèse et M. Cédric Béler, co-encadrant de thèse. J'ai particulièrement apprécié de travailler avec eux, que ce soit pour leurs qualités humaines et scientifiques, leur disponibilité mais aussi pour leur bonne humeur permanente et ce, du début à la fin de la thèse. J'ai vraiment énormément apprécié de collaborer et d'évoluer dans ce contexte de travail. La thèse est avant tout un travail personnel mais il est clair que sans eux, je n'aurais pu le mener à terme. Grâce à eux, j'ai acquis la confiance en mes capacités de chercheur, et je leur en suis extrêmement reconnaissant.

J'associe à ces remerciements, M. Jean-Yves Fourquet, directeur du Laboratoire Génie de Production (LGP) de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes (ENIT), ainsi que tous les membres du laboratoire et de l'ENIT. La cordialité des échanges m'a toujours permis de me sentir à l'aise dans ce cadre, ce qui a permis ma bonne intégration dans le milieu de la recherche. Une mention spéciale à M. Laurent Geneste, directeur de l'équipe SDC, qui m'a accueilli dans son équipe de recherche et m'a généreusement apporté les moyens nécessaires au bon déroulement de ma thèse.

Je remercie également M. Talal Masri, directeur de l'ENIT qui, par le biais du service des relations internationales, m'a accepté dans son établissement depuis le master en septembre 2010. Merci à toutes les personnes de ce service et plus particulièrement à Mme. Danielle Bartharès pour son soutien inconditionnel, aussi bien dans les démarches administratives que sur le plan affectif.

J'adresse également mes remerciements aux membres du jury de thèse : M. Eric Bonjour et M. Noureddine Zerhouni pour avoir accepté de rapporter sur ce mémoire, M. Didier Gourc pour avoir présidé le jury, Mme. Nada Matta, pour avoir accepté de participer en tant qu'examinateur.

Je remercie également toutes les personnes que j'ai rencontrées à l'ENIT que ce soit dans un cadre professionnel ou personnel. Je remercie plus particulièrement mes collègues doctorants du LGP avec qui nous partageons nos doutes, désillusions, frustrations, mais aussi des grands moments de bonheur. De façon plus personnelle, je tiens à remercier Paula Potes, Victor Muñoz, Vanesa Manotas et Simon Cailhol avec qui j'ai partagé énormément de choses. Je n'oublierai jamais nos pauses et nos discussions sur le présent et sur l'avenir.

Je souhaite remercier toutes les personnes que j'ai connues pendant mon séjour en France. Les étudiants dans le cadre d'Erasmus, les assistants de langues, les élèves de l'ENIT et tous ceux que j'ai côtoyés pendant ces trois ans de thèse, et avec qui j'ai passé beaucoup de moments très agréables. Merci pour tous ces échanges culturels et pour m'avoir ouvert les portes de vos pays.

Je ne saurais terminer ces remerciements sans citer mes proches. Merci à tous de m'avoir toujours encouragé durant cette période. Un grand merci à ma famille, ma mère, mes frères et ma sœur qui m'ont toujours soutenu dans les décisions que j'ai prises. Je leur dédie cette thèse.



# ACRONYMES

AR :	Analyse des risques
AFR :	Analyse finale des risques
AO :	Appel d'offre
BiPRIM :	Bidding Process Risk Management (méthodologie)
BiPMS :	Bidding Process Monitoring Sheet (fiche REx)
CdC :	Cahier des charges
CEMDEx :	Causes, Effects, Mapping, Description, Experience (modèle risque)
C.Q.D :	Coût, qualité, délai
DO :	Donneur d'ordre
IS :	Ingénierie Système
LGP :	Laboratoire Génie de Production
M.C :	Mécanismes de construction
MOA :	Maître d'ouvrage (donneur d'ordre - client)
MOE :	Maître d'œuvre (prestataire)
OC :	Offre commerciale
PMR :	Processus de Management des Risques
PRAO :	Processus de réponse à appel d'offres
PRAO-P :	Processus de réponse à appel d'offres étendu au cycle du projet
RàPC :	Raisonnement à partir de cas
RàPT :	Raisonnement à partir de trace
REx :	Retour d'expérience
RT :	Réponse technique
SdF :	Sûreté de fonctionnement
SI :	Système d'Information
SQL :	Standard Query Language



# TABLE DES MATIERES

Résumé .....	i
Abstract .....	ii
Acronymes .....	v
Table des figures.....	xi
Liste des tableaux.....	xiii
<b>Introduction Générale .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I. Le processus de réponse à appel d’offres : problématique de recherche .....</b>	<b>5</b>
I.1 Contextualisation du processus de réponse à appel d’offres (PRAO).....	6
I.1.1 Définition et modélisation du PRAO .....	6
I.1.2 Aspects normatifs du PRAO .....	8
I.1.3 Lien entre PRAO et projet .....	11
I.1.4 Positionnement du PRAO dans un contexte projet .....	17
I.2 Le processus de management des risques.....	20
I.2.1 Communication et concertation .....	21
I.2.2 Établissement du contexte.....	21
I.2.3 Appréciation du risque .....	22
I.2.4 Traitement du risque.....	24
I.2.5 Surveillance et revue .....	25
I.3 Revue des travaux existants.....	27
I.3.1 PRAO - Risque .....	27
I.3.2 PRAO - REx.....	29
I.3.3 REx – Risque .....	30
I.3.4 Discussion .....	32
I.4 Formulation du problème .....	33
I.4.1 Caractérisation du problème .....	33
I.4.2 Revue des contraintes du problème .....	35
I.4.3 Proposition de solution .....	37
I.5 Conclusion .....	39
<b>CHAPITRE II. Modélisation du risque.....</b>	<b>41</b>
II.1 Définition du risque.....	42
II.1.1 Description générale du risque .....	42
II.1.2 Description par les éléments constitutifs.....	44
II.1.3 Représentations graphiques du risque .....	48
II.2 Concepts associés au risque.....	51
II.2.1 Risque et incertitude .....	51

II.2.2	Risque et danger.....	54
II.2.3	Autres concepts liés au risque.....	55
II.3	Notre vue du risque.....	56
II.3.1	Notre représentation du risque .....	57
II.3.2	Le risque PRAO .....	58
II.4	Typologie des risques PRAO-P.....	60
II.4.1	Classifications des risques .....	60
II.4.2	Typologie des situations risque dans le PRAO-P .....	63
II.5	Proposition d'un modèle risque PRAO .....	71
II.5.1	Le type des causes de l'événement déclencheur (<C>) .....	71
II.5.2	La nature des effets ou des conséquences (<E>) .....	74
II.5.3	La forme ou « mapping » (<M>).....	76
II.5.4	Les caractéristiques descriptives (<D>).....	76
II.5.5	La catégorie REx (<Ex>).....	77
II.5.6	Synthèse du modèle CEMDEX .....	78
II.6	Conclusion .....	81
<b>CHAPITRE III.</b>	<b>Le retour d'expérience : un moyen d'assistance à la gestion des risques .....</b>	<b>83</b>
III.1	Gestion des connaissances.....	84
III.1.1	Typologies des connaissances .....	84
III.1.2	Dynamique des connaissances.....	85
III.1.3	Mécanismes de gestion des connaissances .....	85
III.1.4	Lien entre expérience et connaissance .....	86
III.2	Retour d'expérience (REx).....	87
III.2.1	Définition du retour d'expérience (REx).....	88
III.2.2	Typologie de retour d'expérience .....	90
III.2.3	Retour d'expérience et risques .....	93
III.2.4	Définition de l'expérience .....	95
III.3	Constitution d'un processus REx.....	97
III.3.1	Couplage PRAO – REx .....	97
III.3.2	Instrumentation du PRAO-P .....	100
III.3.3	Trame générique de la fiche BiPMS .....	103
III.4	Modèle des composantes de la fiche BiPMS.....	105
III.4.1	Composante « Contexte » .....	105
III.4.2	Composante « Analyse » .....	107
III.4.3	Composante « Solution » .....	109
III.4.4	Composante « Déploiement ».....	110
III.4.5	Composante « Clôture ».....	111
III.5	Opérationnalisation de la fiche BiPMS.....	112

III.5.1	Spécifications de réalisation.....	113
III.5.2	Les différents types de descripteurs .....	115
III.5.3	Prototype réalisé.....	119
III.6	Conclusion.....	124
<b>CHAPITRE IV. Démarche globale de gestion des risques dans le PRAO : Méthodologie BiPRiM....</b>		<b>125</b>
IV.1	Architecture support de la méthodologie BiPRiM .....	126
IV.1.1	Connaissance engagée .....	126
IV.1.2	Alignement des modèles et des processus .....	127
IV.1.3	Méthodologie BiPRiM .....	130
IV.2	Les mécanismes d'appui .....	132
IV.2.1	Raisonnement à Partir de Cas .....	132
IV.2.2	Les moteurs de recherche.....	134
IV.2.3	Sélection des mesures de similarité.....	138
IV.3	Ingénierie Risque : conduite du PMR dans le PRAO.....	143
IV.3.1	Appréhension de la fiche BiPMS .....	144
IV.3.2	Exploitation de l'expérience en vue de la gestion des risques .....	145
IV.4	Ingénierie PRAO : estimation de l'offre commerciale (OC).....	154
IV.4.1	Etablissement de l'offre commerciale .....	155
IV.4.2	Estimation de l'offre commerciale par retour d'expérience.....	156
IV.5	Discussion sur BiPRiM .....	157
IV.6	Conclusion .....	158
<b>Conclusion générale .....</b>		<b>161</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>165</b>
<b>Annexes.....</b>		<b>183</b>
ANNEXE A. Analyse des causes et des effets centrée « entité ».....		185
ANNEXE B. Analyse des causes et des effets centrée « classes » .....		187
ANNEXE C. Activités du processus REx.....		189
ANNEXE D. Fiche BiPMS .....		195



# TABLE DES FIGURES

Figure I-1. Modèle du PRAO, d’après [Chalal et Ghomari, 2006].....	7
Figure I-2. Modèle du PRAO, d’après [Benaben, 2009] .....	7
Figure I-3. PRAO étendu au projet (PRAO-P) .....	11
Figure I-4. Processus de conception, d’après [Pahl et Beitz, 96] traduit par [Hadj-Hamou, 02] .....	15
Figure I-5. Activités de conception durant le PRAO, d’après [Benaben, 2009].....	17
Figure I-6. Phasage classique d'un projet, adapté de [Nguyen, 2011].....	18
Figure I-7. Positionnement du PRAO dans un cadre projet .....	19
Figure I-8. Processus de management du risque, selon [ISO 31000, 2009].....	21
Figure I-9. Pyramide des risques d’accident du travail, adapté de [Bird et al., 1974] .....	23
Figure I-10. Représentation du risque, d’après [Gouriveau et Noyes, 2003] .....	23
Figure I-11. Positionnement des risques dans un référentiel .....	24
Figure I-12. Possibilités de traitement des risques, adapté de [Gouriveau, 2003] .....	25
Figure I-13. Composantes principales de la problématique de recherche .....	27
Figure I-14. Architecture PRIMA .....	30
Figure I-15. Les trois macro-risques du PRAO .....	34
Figure I-16. Les échelles de temps à considérer .....	35
Figure I-17. Espace d'action MOA - MOE .....	36
Figure I-18. Architecture globale de la solution envisagée .....	38
Figure II-1. Modèle du risque défini dans [Gouriveau, 2003] .....	48
Figure II-2. Modèle du risque défini dans [Gourc, 2006] .....	48
Figure II-3. Modèle du risque du SEI [Alberts, 2006] .....	49
Figure II-4. Modèle conceptuel du risque du CIRANO [Bernard et al., 2002] .....	50
Figure II-5. Modèle conceptuel du risque d’après [Sienou, 2009] .....	50
Figure II-6. Représentation générale du risque.....	56
Figure II-7. Arborescence d'un scénario de risque, d’après [Delmotte et al., 2014] .....	57
Figure II-8. Représentation du risque proposée .....	57
Figure II-9. Effets cascade du risque.....	58
Figure II-10. Classification des causes et des effets pour l’entité « projet ».....	65
Figure II-11. Classification des causes et effets pour la classe « technique ».....	66
Figure II-12. Exemple 1 : Situation risque en phase amont .....	67
Figure II-13. Exemple 2 : Situation risque impliquant les phases amont et aval .....	67
Figure II-14. Exemple 3 : Situation risque avec plusieurs phases, classes et entités .....	67
Figure II-15. Cartographie situations risque PRAO.....	68
Figure II-16. (a) Influence des entités - (b) Influence des classes .....	69
Figure II-17. (a) Effets sur les entités - (b) Effets sur les classes.....	69
Figure II-18. Situations de risques à remonter.....	69
Figure II-19. Interactions entités / classes génériques de risques PRAO-P.....	70
Figure II-20. Classification des causes des risques PRAO .....	72
Figure II-21. Classification des effets des risques PRAO.....	75
Figure II-22. Modèle CEMDEx.....	78
Figure II-23. Les composants du modèle CEMDEx .....	79
Figure II-24. Simplification du mapping <M> .....	80
Figure III-1. Cycle de gestion des connaissances, d’après [Grundstein, 2002] .....	84
Figure III-2. Dynamique des connaissances, d’après [Baumard, 1996] .....	85
Figure III-3. Lien entre expérience et connaissance.....	87
Figure III-4. Vue d'ensemble des applications du REx, adapté de [Béler, 2008] .....	89
Figure III-5. Types de REx selon la période de capitalisation, d’après [Bertin, 2012] .....	92

Figure III-6. Positionnement du REX dans la pyramide des risques, d'après [Béler, 2008].....	93
Figure III-7. Les classes de retour d'expérience dans un référentiel de risques .....	94
Figure III-8. Modélisation d'une expérience, d'après [Kamsu Foguem et al., 2008].....	96
Figure III-9. Le processus REX et ses trois activités, adapté de [Rakoto, 2004].....	97
Figure III-10. REX sur le PRAO .....	98
Figure III-11. Transposition des risques du cycle de développement vers le PRAO.....	99
Figure III-12. Connaissances métier à appréhender.....	103
Figure III-13. Trame générique de la fiche BiPMS .....	103
Figure III-14. Etats possibles de remplissage fiche BiPMS.....	104
Figure III-15. En-tête de l'expérience .....	105
Figure III-16. Composante « Contexte ».....	106
Figure III-17. Composante « Analyse ».....	108
Figure III-18. Composante « Solution ».....	109
Figure III-19. Composante « Déploiement » .....	110
Figure III-20. Composante « Clôture » .....	111
Figure III-21. Expérience vue comme une hiérarchie de descripteurs.....	115
Figure III-22. Descripteur simple .....	116
Figure III-23. Descripteur type sélection .....	116
Figure III-24. Descripteurs de fichiers.....	117
Figure III-25. Exemple de descripteurs composites .....	118
Figure III-26. Descripteur type collection simple .....	118
Figure III-27. Descripteur type collection composite .....	118
Figure III-28. Descripteur type risque (cas particulier collection composite) .....	119
Figure III-29. Vue générale de BiPMS – Onglet contexte .....	120
Figure III-30. Détails sur la vue d'un descripteur simple .....	121
Figure III-31. Affichage d'informations.....	121
Figure III-32. Affichage de l'aide succincte par survol.....	121
Figure III-33. Descripteur complexe C08 .....	122
Figure III-34. Descripteur collection simple C10.....	122
Figure III-35. Descripteur collection composite A04 .....	123
Figure III-36. Descripteur du risque et application CEMDEX .....	123
Figure IV-1. Le REX comme moyen de management des connaissances.....	127
Figure IV-2. Les éléments d'appui .....	127
Figure IV-3. Trame directrice de la méthodologie BiPRiM .....	128
Figure IV-4. Couplage fiche REX, PRAO, trame directrice.....	129
Figure IV-5. Méthodologie BiPRiM .....	131
Figure IV-6. Principe de la mesure de similarité multiple proposée .....	143
Figure IV-7. Ingénierie risque dans BiPRiM .....	145
Figure IV-8. Exemple de recherche par similarité .....	146
Figure IV-9. Exemple recherche par requête des valeurs .....	147
Figure IV-10. Récupération de la trace des raisonnements .....	147
Figure IV-11. Construction base des risques potentiels.....	148
Figure IV-12. Estimation du filtrage par les risques $\alpha$ et $\beta$ .....	151
Figure IV-13. Exemple de recherche assistée de risques .....	153
Figure IV-14. Positionnement du PMR dans BiPRiM .....	154
Figure C-1. Activité de capitalisation, inspiré de [Béler, 2008] .....	189
Figure C-2. Activité de traitement, inspiré de [Béler, 2008] .....	191
Figure C-3. Activité d'exploitation, adapté de [Béler, 2008] .....	192

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1. Comparaison PRAO-P et cycle projet .....	13
Tableau II-1. Définitions du risque, inspiré de [Sienou, 2009] .....	43
Tableau II-2. Liste des scénarios.....	45
Tableau II-3. Forme d'association des causes et des effets .....	76
Tableau II-4. Exemple synthèse du modèle risque PRAO .....	80
Tableau IV-1. Exemple de matrice de similarité.....	141



# INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, les entreprises sont confrontées à un environnement économique instable dû à un fort accroissement de la concurrence mondiale et à un client de plus en plus exigeant. L'élaboration des produits satisfaisant les besoins du client dans des conditions économiques optimales, est de plus en plus contrainte. En effet, les entreprises sont régulièrement confrontées à des contraintes de qualité, de coût et de délai imposées autant par le client que par leur propre cadre de travail (niveau de charge, compétences, moyens,...). Pour remplir ces conditions, il est indispensable que les phases amont du projet se déroulent en adéquation avec une gestion des risques adaptée car, au cours de ces phases, les concepteurs doivent établir des solutions permettant de répondre aux besoins du client sans contrarier les objectifs de l'entreprise.

La relation de travail entre l'entreprise et le client commence souvent par une procédure d'appel d'offres par laquelle le *client* demande aux prestataires potentiels (entreprises soumissionnaires) une proposition commerciale en réponse à la formulation (cahier des charges) de ses besoins (produit ou service). Cette étape nommée processus de réponse à d'appel d'offres (PRAO) est très importante parce que les décisions prises lors de cette phase amont du cycle de développement établissent les conditions des relations et des responsabilités des acteurs de la collaboration.

Le PRAO est une pratique risquée. En effet, au-delà du risque évident de non acceptation de l'offre, il existe celui d'une appréciation incorrecte par le soumissionnaire des difficultés sous-tendues par la réalisation (mauvaise prise en compte du contexte de réalisation, erreurs d'évaluation,...), pouvant biaiser la nature de l'offre. Si celle-ci est acceptée, le prestataire risque de s'engager dans un processus très pénalisant (dépassements de budgets, non conformités aux exigences techniques, non-respect des délais,...).

Selon notre approche, les prises de décisions faites lors des phases du PRAO ont une influence très importante sur le projet qui en découle. La non-coordination de ces deux processus entraîne des surplus de coûts de production, des retards de livraison du produit au client et des problèmes de qualité. Actuellement, les décisions sont prises pendant le projet et elles reposent sur le savoir-faire ainsi que sur l'expérience de l'acteur. Notre étude propose une meilleure mise en œuvre du PRAO à l'aide d'un mécanisme de retour d'expérience afin de réduire les risques propres au PRAO (no go, non acceptation,...) ainsi que ceux liés au développement de l'objet PRAO (dépassement des coûts, accidents, non conformités, retards,...).

L'objectif de ce travail est de proposer une instrumentation adaptée du processus de réponse à appel d'offres et la définition puis la mise en place d'une méthodologie, désignée par BiPRiM (Bidding Process Risk Management), de conduite de ce processus en tenant compte des risques potentiels. Cette méthodologie s'appuie sur l'expérience acquise lors des PRAO(s) et de projets associés passés pour la réalisation d'un PRAO robuste (un PRAO gagnant avec les bonnes conditions autant pour le client que pour le prestataire). Ainsi, le soumissionnaire sera en mesure de faire une proposition satisfaisant les attentes du client et cohérente envers ses propres besoins et ses contraintes métier. Plus précisément, le travail fourni concerne le développement d'une démarche de capitalisation, traitement et exploitation d'expériences afin de réduire dans le présent les problèmes rencontrés dans le passé et de favoriser les bonnes pratiques. Autrement dit, il s'agit d'établir des mécanismes permettant de rechercher dans une base d'expériences et de connaissances la possibilité de réutiliser certaines parties, ou bien d'en adapter d'autres pour minimiser ainsi les risques dès la phase de PRAO.

Cette thèse, élaborée dans le cadre d'une allocation de recherche MESR, a été le fruit du travail autour d'un sujet à caractère stratégique prenant chaque jour de plus en plus d'importance dans

le contexte industriel : le processus de réponse à appel d'offres (PRAO). Notons immédiatement que même si les travaux n'étaient pas directement inscrits dans un cadre contractuel avec une entreprise, nos développements de recherche se sont fortement appuyés sur des expériences industrielles impliquant l'ENIT. Celles-ci ont été de deux types :

- celles, nombreuses, où l'ENIT, répondant elle-même à un appel d'offre quelconque, a directement endossé le rôle de prestataire potentiel d'un donneur d'ordre industriel ou institutionnel,
- celles où l'ENIT a effectué une prestation scientifique pour le compte d'une entreprise sur l'objet même du processus d'appel d'offre ou celui de réponse à appel d'offre.

Pour présenter nos développements, nous avons structuré ce mémoire de thèse en quatre chapitres.

Dans le chapitre I, nous présentons le contexte et la problématique de recherche.

Nous commençons par établir le cadre du processus de réponse à appel d'offres où nous exposons les différentes caractéristiques de ce processus. Nous introduisons les différents modèles d'organisation du PRAO ainsi que les aspects normatifs de ce processus. Les liens existants entre le PRAO et le projet sont également présentés dans le but de montrer la nécessité de considérer l'ensemble du cycle projet dans l'analyse du PRAO. Nous détaillons ensuite le positionnement du PRAO dans un contexte projet.

Nous présentons le processus de management des risques (PMR) qui, de par la finalité de nos travaux, apparaît comme le fil directeur de la démarche à mettre en place pour la gestion des risques dans le PRAO. Un état de l'art des travaux sur le PRAO nous permettant d'argumenter sur les éléments d'intérêt scientifique directement identifiables est aussi présenté. Nous exposons la formulation du problème en partant de la caractérisation de celui-ci jusqu'à la définition de la solution à mettre en place.

A partir de ces éléments, nous faisons enfin une proposition de solution par rapport à laquelle nous articulons notre démonstration au fil des chapitres suivants.

Le chapitre II est consacré au risque comme concept fondamental dans nos travaux de recherche. Nous donnons la définition du risque selon trois approches différentes mais complémentaires (description générale, éléments constitutifs, représentations graphiques) et nous prenons parti dans chacune des approches. Nous exposons d'autres concepts associés au risque souvent utilisés dans la littérature et qui servent de support à nos développements. Notre propre vue du risque est ensuite présentée en y intégrant les facteurs externes du contexte, dits facteurs influents, pouvant intervenir à la fois sur l'occurrence d'un événement indésirable et sur l'importance des conséquences. Cette vue est étendue au risque PRAO pour lequel nous proposons une typologie particulière ainsi qu'une cartographie des situations « risque » permettant d'identifier les phases du PRAO/Projet susceptibles de subir leurs conséquences.

Nous proposons pour la représentation des risques PRAO un modèle de risque, le modèle CEMDEX, formé de cinq composantes regroupant chacune plusieurs attributs. Ce modèle permet d'appréhender l'ensemble des caractéristiques utiles pour renseigner les processus impliqués dans la méthodologie de gestion des risques que nous préconisons. Le bilan de ce chapitre nous permet de nous positionner par rapport à l'existant quant à la vue à adopter par rapport au risque et son extension à notre cadre particulier de travail.

Dans le chapitre III, nous présentons d'abord les principes généraux du retour d'expérience (articulés autour des activités de capitalisation des expériences et des connaissances, du traitement des expériences stockées pour leur transformation en connaissances et d'exploitation des expériences et des connaissances de la base pour une nouvelle expérience) et leur application dans le PRAO. Nous présentons la définition de l'expérience dans notre contexte de travail en la déclinant suivant cinq composantes (contexte, analyse, solution, déploiement et clôture). Nous explicitons trois niveaux différents, selon la conduite et l'efficacité du PRAO, pour le vecteur

« expérience » développé (PRAO « no go », PRAO « refusé », PRAO « accepté »). Nous proposons une instrumentation du PRAO avec un REx *a priori* pour lequel la capitalisation des informations est faite au fur et à mesure des investigations dans l'expérience via une fiche REx développée à ces fins. Les descripteurs conformant chacune des composantes de la fiche REx sont détaillés et son opérationnalisation via un outil informatique est exposée. Nous terminons ce chapitre avec une présentation de la version préliminaire du prototype réalisé permettant de faire, de manière plus aisée, la saisie des informations relatives à l'expérience courante tout en étant assisté par l'exploitation des expériences antérieures. Le bilan des éléments présentés dans ce chapitre nous permet de structurer l'expérience et de définir les principes d'un retour d'expérience axé sur la gestion des risques dans le PRAO.

Le chapitre IV est consacré à « l'alignement » des modèles et des processus présentés dans les chapitres précédents pour la structuration d'une méthodologie permettant la bonne conduite du PRAO. Cette méthodologie, appelée BiPRiM (Bidding Process Risk Management) établit la démarche globale pour la gestion des risques dans le PRAO. Nous décrivons la manière avec laquelle un prestataire utilisant cette méthodologie aborde un nouveau problème, donc un nouvel appel d'offres et le conduit jusqu'à la clôture du projet associé. Pour cela, nous définissons des mécanismes dédiés pour la réutilisation efficace des expériences passées ainsi que la ligne de conduite de la démarche proposée. En complément de ces mécanismes, nous donnons les principes généraux pour l'estimation d'une offre commerciale en réponse à un appel d'offres, prenant en compte l'ingénierie risque qui y est menée. Nous discutons enfin de l'implémentation et la validation de la méthodologie BiPRiM dans un contexte industriel. Soulignons que nous avons tenu à garder dans les développements présentés dans ce dernier chapitre un niveau de définition générique pour permettre une généralisation de la solution facilitant son déploiement à différents types d'entreprises.

Nous terminons le mémoire par une conclusion générale dans laquelle nous rapportons les faits saillants des développements que nous avons exposés et les principaux résultats auxquels ils ont abouti. Nous présentons enfin les pistes de recherche à suivre pour approfondir et prolonger ces résultats.



# CHAPITRE I.

## LE PROCESSUS DE REPONSE A APPEL D'OFFRES : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Pour évoluer dans le contexte économique actuel, les entreprises doivent atteindre des niveaux de performance de plus en plus élevés. Pour cela, elles font preuve d'adaptabilité et de réactivité, tout en recherchant continuellement une amélioration de la qualité. Pour assurer leur survie, les organisations ont pour défi de concevoir, de développer et de produire plus vite et moins cher, des produits qui répondent aux exigences des utilisateurs. Cependant, il ne suffit plus de réaliser le bon produit ou le bon service, il faut qu'il soit meilleur que celui de la concurrence.

Dans ce contexte, le processus de réponse à appel d'offres (PRAO) est devenu en quelques années une pratique incontournable où tous les secteurs professionnels sont concernés. Pour fonctionner, l'appel d'offre repose sur la mise en concurrence des prestataires potentiels. Chaque soumissionnaire consacre du temps et des ressources pour faire des propositions qui ne seront pas toujours retenues. Pour pouvoir être acceptées, les propositions doivent répondre aux attentes du client en minimisant le coût et le délai tout en garantissant le niveau de qualité requis.

Le PRAO est donc une pratique risquée, par le caractère compétitif même de ce processus mais aussi par le fait que le prestataire peut s'engager dans la réalisation d'un système qui pourra engendrer des dépassements de coûts liés à des défauts survenant en cas de mauvaise prise en compte du contexte de réalisation et d'exploitation.

C'est pourquoi nous souhaitons assister le PRAO et le projet associé par un processus de management des risques (PMR) et un système de retour d'expérience (REx) permettant de structurer la démarche de gestion des risques en tenant compte des expériences vécues. Ainsi, le soumissionnaire sera en mesure de faire une proposition qui répond aux attentes du client et qui est conforme à ses propres objectifs et contraintes.

Le chapitre est organisé en quatre sections.

Dans la première section, nous exposons le contexte du processus de réponse à appel d'offres. Nous y présentons la définition et modélisation du PRAO en nous appuyant sur les travaux existants par rapport à l'organisation de ce processus. Les aspects normatifs du PRAO sont de même introduits dans cette partie où nous faisons la distinction entre les différents types d'AO et leurs caractéristiques. Nous présentons ensuite une étude des liens existant entre le PRAO et le projet. Nous y montrons la nécessité de considérer l'ensemble du cycle du projet dans l'analyse du PRAO et nous nous intéressons au processus de conception en identifiant les activités concernant le PRAO. Enfin, nous détaillons le positionnement du PRAO dans un contexte projet et nous distinguons les processus menés par le client et par le prestataire.

Nous présentons dans la section suivante le processus de management des risques (PMR) qui, du fait que nos travaux portent sur la gestion des risques, facilitera la structuration de la démarche à mettre en place en l'inscrivant dans un processus standard. Nous détaillons les différentes activités de ce processus et nous montrons quelques applications qui justifient son utilisation dans nos travaux.

Dans la troisième section, nous présentons un état de l'art sur les travaux portant sur le PRAO et sur les différents concepts associés à notre problématique de recherche. Nous distinguons trois familles de travaux qui offrent des perspectives intéressantes de poursuite ou qui peuvent être

source d'inspiration pour la proposition de la solution à mettre en place. Nous positionnons notre travail par rapport à ceux-ci en indiquant les éléments qui justifient notre approche.

Nous formulons dans la dernière section le problème que nous visons à résoudre dans nos travaux de thèse. Partant ensuite de la caractérisation du problème, nous spécifions les contraintes de celui-ci et nous esquissons certaines pistes de la solution à mettre en place. Nous exposons ensuite plusieurs points d'intérêt scientifique directement identifiables du problème tel qu'il est posé et dans les développements qu'il peut induire. Notre proposition de solution est présentée en fin de chapitre.

## I.1 CONTEXTUALISATION DU PROCESSUS DE REPONSE A APPEL D'OFFRES (PRAO)

Un appel d'offres (AO) est une procédure qui permet au maître d'ouvrage de faire le choix de l'entreprise la plus à même de réaliser une prestation de travaux, fournitures ou services [Benaben, 2009]. Chaque acteur fait une réponse à l'appel d'offre mais, pour pouvoir être acceptées, les propositions en réponse au cahier des charges (CdC) doivent satisfaire aux attentes tout en restant économiquement viables. Le cadre d'élaboration de ces réponses est fortement contraint car celles-ci sont guidées par la recherche de compromis entre coût minimum et réalisation des fonctions de service du CdC.

Une des principales caractéristiques du PRAO est sa courte durée. Le soumissionnaire ne dispose généralement que de peu de temps, deux à huit semaines souvent, pour élaborer la réponse au client, ce qui induit de fortes contraintes. S'agissant du premier contact avec le client, il est nécessaire d'afficher le plus clairement possible le savoir-faire de l'entreprise pour mettre celui-ci en confiance.

Le PRAO se déroule dans un cadre incertain puisque le produit n'existe pas encore et que les informations dont l'entreprise dispose sont souvent parcellaires. Il faut donc anticiper le développement potentiel du produit en élaborant le futur scénario de ce développement pour établir, en cohérence avec les règles financières et commerciales de l'entreprise, la proposition qui sera envoyée au client. A cette fin, il est nécessaire de connaître l'ensemble des informations sur les exigences du client mais aussi sur les méthodes et procédures de développement du produit.

Une autre spécificité liée au PRAO concerne la nature des documents à traiter par l'équipe de conception. Il s'agit du dossier fourni par le client dans l'appel d'offre. Ce dossier, qui peut varier d'un client à un autre, est classiquement construit sur la base des documents suivants :

- le cahier des charges du produit,
- les annexes relatives à un aspect particulier du produit, des informations sur les procédures clients, des informations ou documents réglementaires,...,
- les documents administratifs à compléter par le prestataire : documents standards du client pour la réponse de l'entreprise (matrice d'agrément, matrice de conformité, tableau d'exigences sur lequel le fournisseur doit situer sa proposition,...).

### I.1.1 Définition et modélisation du PRAO

Selon Chalal, le processus de réponse à appel d'offres (PRAO) correspond à la première phase du cycle de vie du produit (phase d'acquisition) et comporte les étapes suivantes [Chalal et Ghomari, 2006] :

- réception de l'AO et des documents associés (cahier des charges clients (CdC)),
- faisabilité (étude des possibilités de réponse incluant une analyse technique et financière primaire),
- décision de poursuite couplée aux choix stratégiques d'entreprise,
- élaboration de la réponse, cotation et évaluation,
- négociation.

Les auteurs proposent un modèle de PRAO dans le cadre d'une problématique de capitalisation de la connaissance au cours de ces phases afin de mieux répondre aux nouveaux appels d'offres. Nous rappelons sur la Figure I-1 ce modèle.

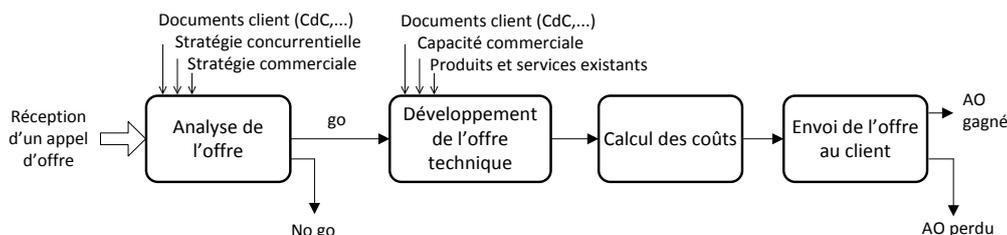


Figure I-1. Modèle du PRAO, d'après [Chalal et Ghomari, 2006]

On trouve d'abord une première phase d'analyse de l'appel d'offre conduisant à la prise de décision « go/no go » quant à la poursuite de l'AO par rapport aux orientations stratégiques du prestataire, à des critères commerciaux et concurrentiels mais aussi par rapport à la capacité de l'entreprise à répondre à la demande.

La phase de définition de l'offre technique débute lorsque la décision de poursuite est prise. Cette définition s'appuie sur les documents de définition du produit fournis par le client ainsi que sur le savoir-faire et l'expertise de l'entreprise. Elle a pour objectif d'établir des principes de la solution répondant aux exigences du client et de les transformer en proposition commerciale.

La phase suivante est le calcul des coûts qui est réalisé à partir du concept de solution retenue, d'une évaluation des coûts de développement et de fabrication et d'une intégration des paramètres clients. Enfin, l'offre est envoyée au client qui émettra une réponse positive ou négative sur son acceptation de l'offre.

Dans ses travaux de thèse, Benaben s'appuie sur ce modèle pour proposer une représentation descriptive du PRAO un peu plus détaillée [Benaben, 2009]. Dans sa proposition (cf. Figure I-2), nous retrouvons globalement les mêmes phases que celles du modèle de la Figure I-1 avec, cependant, une subdivision de l'analyse de l'offre en deux sous-phases.

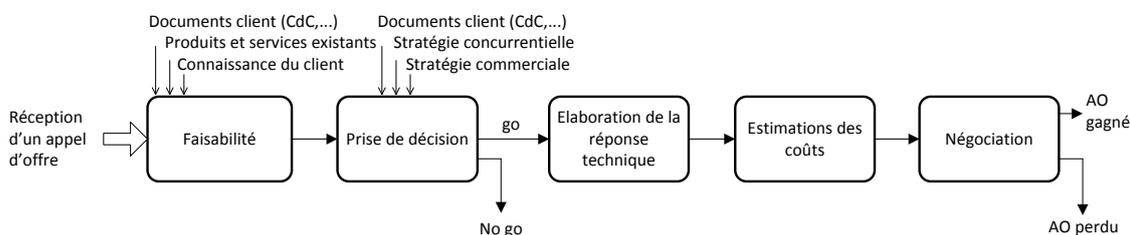


Figure I-2. Modèle du PRAO, d'après [Benaben, 2009]

Dans son modèle, l'auteur sépare l'étude de faisabilité de la prise de décision qui suit. En effet, l'analyse de l'opportunité doit être bien distinguée car la décision de poursuite ou d'arrêt ne dépend pas uniquement de la complexité du produit mais de plusieurs autres facteurs tels que l'aptitude du prestataire à satisfaire la demande du client, sa stratégie, ses objectifs, l'intérêt du

projet, le contexte du soumissionnaire au moment d'accueillir l'AO (charge, disponibilité, état des équipements,...).

On retrouve ensuite la phase d'*élaboration de la réponse technique* qui consiste à développer la proposition de solution à présenter au client. Lors de cette phase, le concepteur doit anticiper le futur développement afin d'élaborer une offre robuste (garantissant l'atteinte des objectifs du client et du prestataire).

La phase suivante est celle d'*estimation des coûts* consistant à l'évaluation économique pour le chiffrage de la solution retenue et les coûts annexes. La phase de *négociation* correspond à l'envoi de l'offre au client et à la discussion avec ce dernier sur des points techniques ou économiques nécessitant des modifications. Cette dernière phase se termine avec la décision du client (AO gagné / AO perdu).

L'objectif dans le PRAO est de proposer une offre au client sous la forme d'un principe de solution adapté à ses besoins. Cependant, dans notre approche, nous considérons qu'il est essentiel de satisfaire autant les objectifs du client que ceux du prestataire car, dans de nombreux cas, ce dernier s'engage dans des processus d'exécution très pénalisants.

Le point de départ du travail du prestataire est l'ensemble des documents fournis par le client : cahier des charges présentant le besoin, documents annexes tels que références normatives, cadre qualité du client,... A partir de ces éléments et de l'expertise du prestataire, l'objectif est de fournir une réponse « optimale » pour les deux acteurs en un temps réduit en gardant en mémoire que les engagements pris durant ces phases vont conditionner une grande partie des coûts du produit (80% des coûts du produit sont fixés dans la phase de création du concept) [Sallaou et al., 2005].

## I.1.2 Aspects normatifs du PRAO

Deux grandes catégories d'AO peuvent être distinguées : les AO pour les marchés publics et les AO pour les marchés privés. Contrairement aux marchés publics, il n'existe pas de règles juridiques spécifiques aux AO réalisés par des entreprises privées. Celles-ci sont libres de passer des contrats avec qui elles veulent, sans être obligées de procéder à une mise en concurrence comme c'est le cas pour les marchés publics.

Lorsqu'une entreprise privée met en place un système d'AO pour identifier un prestataire, elle le fait alors dans son intérêt propre alors que le régime des marchés publics a pour finalité de préserver un accès équitable à la commande publique pour les fournisseurs.

Cependant, l'entreprise privée s'astreint, après avoir établi les conditions de sa commande, à respecter celles-ci vis-à-vis des candidats. Elle ne peut ainsi changer a posteriori les termes de l'offre dès lors qu'ont été réceptionnées des réponses conformes des candidats, sauf clauses contractuelles contraires. En outre, elle doit tenir compte des règles définies par le droit de la concurrence. Les termes contractuels posés par son appel d'offre ne doivent pas traduire une pratique restrictive de concurrence. Ils ne doivent notamment pas soumettre un partenaire commercial à des obligations créant un déséquilibre significatif dans les droits et obligations des parties [MinEconomie, 2014b]. C'est le cas par exemple, des grands donneurs d'ordre (AIRBUS, SNCF, TOTAL, ALSTOM, EDF) qui ont généralement des protocoles bien particuliers pour leurs appels d'offres mais qui doivent respecter leurs engagements dès lors que ceux-ci ont été lancés.

Par rapport aux marchés publics, il existe différentes procédures lorsqu'un soumissionnaire répond à un AO. Une bonne connaissance de celles-ci permettra au soumissionnaire d'élaborer une approche commerciale adaptée à la procédure utilisée par le client public. Les procédures les plus utilisées sont les procédures adaptées et les procédures ouvertes (80% des marchés publics sont lancés sous la forme d'une procédure ouverte et adaptée).

Nous présentons ci-après un extrait des procédures les plus courantes incluant celles précitées et nous soulignons leurs principales caractéristiques [MinEconomie, 2006] [MinEconomie, 2014b].

### I.1.2.1 La procédure de gré à gré

Cette procédure est utilisée lorsque le montant du marché public est inférieur à 15 000 euros. Il s'agit d'un appel d'offre léger et l'organisme public a la possibilité de ne pas réaliser de publicité. L'organisme consulte directement les fournisseurs vis-à-vis de son besoin. Souvent, le CdC n'est pas rigoureusement établi ; seuls, l'objectif fondamental et certaines spécifications techniques sont donnés de manière plus ou moins formelle. Il est recommandé de consulter trois fournisseurs différents pour se faire une bonne idée des prix et des éléments constitutifs des offres reçues.

### I.1.2.2 La procédure adaptée

La procédure adaptée est définie par l'article 28 du code des marchés publics. Dépendant de la nature des besoins, de leurs caractéristiques et des entités économiques susceptibles de répondre, les modalités de cette procédure laissent une certaine liberté aux organismes qui émettent l'AO. Elle doit cependant rester dans le cadre des règles des marchés publics : accès libre à la commande publique, égalité de traitement des différents candidats et « transparence » de la procédure. Il est nécessaire de laisser un délai raisonnable entre la signature d'un contrat et la notification du rejet de l'offre ou de la candidature.

La caractéristique principale de la procédure adaptée est le fait que l'organisme public aura la possibilité de négocier (au niveau du prix et de la qualité) avec les soumissionnaires après que les dossiers de candidature aient été reçus. Les modalités de ces négociations doivent néanmoins être clairement indiquées dans le règlement de la consultation.

### I.1.2.3 L'appel d'offres ouvert

L'appel d'offres ouvert est la procédure de passation des marchés la plus utilisée par les organismes publics. Elle est appelée « AO ouvert » car toute entreprise peut remettre une offre. Moins souple que la procédure adaptée, elle est utilisée pour les marchés publics au-dessus des seuils de marchés publics :

- pour les marchés de travaux, cette procédure d'appel d'offres est appliquée dès un montant supérieur à 5 M€ HT sans distinction d'organismes,
- pour les marchés de services et de fournitures, le seuil est d'au moins 200 K€ HT s'il s'agit des collectivités territoriales et de 130 K€ HT pour les structures étatiques.

L'organisme public se prononce en faveur de l'offre économique la plus avantageuse. L'appel d'offre ouvert se déroule en une seule étape dans le même laps de temps : les candidats remettent au même moment les éléments relatifs à la candidature et les éléments relatifs à l'offre (acte d'engagement, mémoire technique,...). Contrairement à la procédure adaptée, les soumissionnaires ne peuvent procéder à la modification (lors d'une phase de négociation) de leur offre après le dépôt du dossier de candidature. De même, l'organisme public ne peut entreprendre une quelconque négociation avec les soumissionnaires. Il peut toutefois demander des précisions au plan technique.

Il existe des règles précises sur les délais de publication dans ce type de procédure de marchés publics (entre 22 jours et 52 jours au plus, en cas de publication non dématérialisée).

Par ailleurs, l'organisme public dispose d'un délai, a minima, de 11 jours pour avertir le soumissionnaire retenu ; il est également tenu d'envoyer une lettre de refus aux soumissionnaires non retenus.

#### I.1.2.4 L'appel d'offres restreint

L'appel d'offres restreint est similaire à l'appel d'offres ouvert à l'exception de la procédure qui se déroule en deux étapes. Lorsque l'AO restreint est lancé, l'organisme émetteur effectue une sélection parmi les soumissionnaires en fonction des éléments relatifs à leur candidature et de leurs capacités. Les soumissionnaires retenus reçoivent ensuite le cahier de charges (CdC) pour élaborer leur offre. La date limite de remise des candidatures et des offres est donc différente.

Lors du lancement de l'AO restreint, l'organisme public peut fixer un nombre minimum et maximum de candidats admis à présenter leurs offres. Des lettres sont envoyées aux candidats à chaque étape, leur indiquant le rejet ou l'acceptation de leur candidature ou de leur offre.

#### I.1.2.5 Autres procédures

Il existe d'autres procédures, moins utilisées, qui diffèrent par le fait qu'elles sont davantage étalées dans le temps (situations de mise en place d'accord cadre, marchés à bon de commande) où dans lesquelles il est possible de « discuter » avec les candidats (procédure négociée, dialogue compétitif) ; il existe aussi les situations de concours ou de conception-réalisation qui sont des modes particuliers d'adjudication des marchés de travaux.

Le lecteur intéressé pourra trouver des descriptions détaillées de ces procédures dans [MinEconomie, 2006].

Il est important de faire la distinction entre un appel d'offre et une demande de devis. Même si ces deux mécanismes de consultation de fournisseurs sont proches, chacun présente certaines spécificités, notamment au niveau du prix du marché et de la granularité de la proposition.

Contrairement à une réponse à AO (qui peut comporter plusieurs documents décrivant en détail la solution technique, l'offre commerciale,...), un devis est un simple document écrit dans lequel un fournisseur propose de vendre un bien à un certain prix qu'il s'engage à ne pas modifier tant que l'acheteur n'a pas exprimé son intention de renoncer à en faire l'acquisition [MinEconomie, 2014a].

Le devis est généralement utilisé dans le cas d'une offre de travaux à prix connu tandis que l'appel d'offre est utilisé dans le cas où le prix des travaux ne peut pas être connu sans une étude préalable de faisabilité.

Une autre différence importante entre l'AO et la demande de devis est le fait que l'AO est à caractère concurrentiel (plusieurs soumissionnaires sont en concurrence et le savent) tandis que la demande de devis est faite dans une relation acheteur potentiel – fournisseur potentiel (même si l'acheteur demande plusieurs devis, le fournisseur n'est pas forcément en concurrence avec d'autres fournisseurs ou, du moins, il n'en est pas informé).

Dans un AO, les enjeux (et, partant, les risques encourus) sont beaucoup plus importants que dans une demande de devis. C'est pourquoi nous nous focalisons sur les problématiques liées au PRAO sans distinguer le cadre particulier des devis d'importance moindre sur le plan des risques.

Soulignons aussi que la démarche de conduite de PRAO que nous allons développer dans les chapitres suivantes est générique et applicable à toutes les familles d'appels d'offres, indépendamment du type de procédure et du type de marché. La « flexibilité » de la méthodologie que nous proposerons (cf. chapitres III et IV) permet de prendre en compte les spécificités de chaque type d'AO en élargissant ou restreignant l'espace des champs descriptifs de l'AO.

### I.1.3 Lien entre PRAO et projet

Bien que notre objectif soit de développer une méthodologie de gestion des risques dans le PRAO, il est évidemment nécessaire de considérer l'ensemble du cycle du projet car les décisions prises en phase de PRAO peuvent avoir des conséquences à différents niveaux de ce cycle projet [Botero et al., 2012]. En effet, pour tirer des conclusions significatives sur l'efficacité d'un PRAO donné et des actions menées au cours de cette phase amont (notamment celles de gestion des risques), tout le cycle du projet doit être considéré parce que c'est pendant l'exécution du projet que l'analyste peut déterminer si les actions et les prévisions faites dans le PRAO sont conformes aux développements qui le suivent.

Nous proposons sur le schéma de la Figure I-3 une vue générique du PRAO et du cycle de développement de l'objet qui lui correspond. Nous désignons par PRAO-P le processus global du PRAO étendu au projet. Signalons immédiatement que, par projet, nous faisons référence ici aux développements qui incomberont au prestataire suite à la décision d'acceptation de l'offre par le client. Dans le PRAO-P, nous identifions deux phases principales :

- la phase dite « amont » correspondant au PRAO proprement dit,
- la phase dite « aval » correspondant au cycle de développement associé.

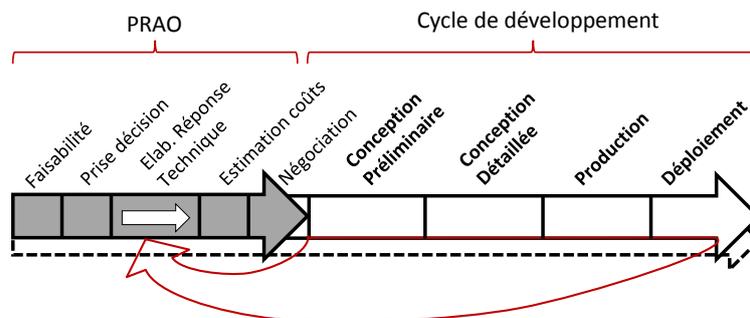


Figure I-3. PRAO étendu au projet (PRAO-P)

Nous considérons que le PRAO ne peut pas être analysé indépendamment du projet qui en découle car, lorsqu'un soumissionnaire établit la réponse à un AO, il s'appuie lors de l'élaboration de la réponse technique sur une représentation simplifiée du cycle de développement, dans un essai d'anticipation de la conception future. En effet, le PRAO correspond tout à fait à la phase initiale du projet et s'appuie sur une « simulation prévisionnelle » du cycle de développement via une représentation agrégée dans le PRAO (symbolisée sur la Figure I-3 par la flèche blanche réduite).

Soulignons que notre approche du problème s'inspire des principes de l'ingénierie système (IS) qui est une démarche méthodologique générale qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, faire évoluer et vérifier un système apportant une solution économique et performante aux besoins d'un client tout en satisfaisant l'ensemble des parties prenantes [AFIS, 2009].

L'ingénierie système permet d'intégrer les contributions de toutes les disciplines impliquées dans les phases de conception et d'intégration d'un système, en tenant compte des exigences intervenant au cours des différentes phases du cycle de vie d'un système. La mise en œuvre de cette démarche permet la conception d'une solution satisfaisant les exigences et les objectifs d'un projet en termes de coûts, qualité, délais, risques,... [Bonjour et al., 2006].

Cette méthode permet au concepteur de mener son développement de manière efficace. Il s'agit d'une nouvelle approche résultant de l'expérience des grands groupes industriels engagés dans le développement de systèmes complexes. Deux raisons principales ont motivé le développement

de cette approche. La première est le grand nombre d'échecs industriels et commerciaux (ils ont fortement motivé l'introduction d'une méthodologie d'aide afin de les éviter). La seconde vient du fait qu'une grande part des activités à mener pour les développements apparaissent comme des invariants vis-à-vis des projets et des secteurs d'application [Guillerm, 2011].

L'IS est une approche méthodologique en amélioration continue pour permettre aux concepteurs d'obtenir une solution équilibrée dans les meilleurs coûts et délais, répondant au mieux aux besoins des différentes entités concernées par l'utilisation du système. Plus précisément, l'IS est une approche globale apte à mettre en cohérence les méthodes et démarches existantes, telles que l'analyse fonctionnelle, l'analyse de la valeur, la sûreté de fonctionnement, la conception à objectifs désignés, les méthodes d'ingénierie de spécialités ou de génie des métiers impliqués, ..., tout en bénéficiant de leurs retours d'expériences.

Trois axes d'analyse sont prises en compte dans l'IS : les processus qui définissent les activités à faire, les méthodes qui définissent la manière de les faire, les outils qui permettent l'application effective des processus et des méthodes [AFIS, 2009].

Les processus intervenant dans l'IS sont : les processus techniques, les processus de management et les processus contractuels. Les activités de support, communes aux différents projets réalisés par une entreprise, forment une quatrième classe de processus : les processus d'entreprise. En général, ces processus sont invariants et sont considérés comme des fondements génériques pour la mise en œuvre de l'ingénierie système.

Les méthodes sont dépendantes des secteurs d'activité ainsi que des types de système, de projet ou d'organisation. Néanmoins, elles peuvent comporter des invariants tels que les bonnes pratiques issues de l'expérience ou les formalismes issus de la théorie (notamment des théories sur les systèmes dans les méthodes de conception). Les méthodes présentent deux aspects : un aspect démarche qui explicite la logique de réalisation des activités des processus et un aspect modélisation qui aide à comprendre le problème, à construire la solution, à en vérifier des fonctionnalités ou des performances.

La multiplication des processus et des méthodes entraîne la multiplication des outils qui par ailleurs sont utilisés par de multiples acteurs et disciplines. L'IS propose donc une infrastructure d'intégration des outils, permettant la mise en commun des données d'ingénierie et le travail coopératif.

Sans considérer les détails de leur mise en œuvre, nous présentons ci-après les principales catégories des méthodes et d'outils intégrés dans l'IS :

- des outils méthodologiques de support des deux processus clé de l'IS : l'ingénierie des exigences et la gestion de configuration,
- des approches de modélisation systémique,
- des approches d'évaluation du rapport efficacité sur coût, en vue de comparaison des solutions,
- des spécialités : management de projet, gestion des risques, sûreté de fonctionnement,...

Plusieurs aspects inclus dans l'ingénierie système figurent dans la définition même du problème que nous considérons, d'autres seront pris en compte dans les solutions que nous allons présenter. Citons de façon non exhaustive :

- l'approche intégrée du cycle de vie et du cycle de développement qui englobe les activités nécessaires pour concevoir, faire évoluer et vérifier le système apportant une solution performante aux besoins du client tout en satisfaisant l'ensemble des parties prenantes,
- l'ingénierie des exigences qui traite de toutes les activités liées aux exigences telles que leur définition, leur traçabilité, leur modification, leur gestion en terme de maturité, etc. Cette gestion des exigences permet de garantir la cohérence et la qualité nécessaire au succès du projet,

- la gestion des risques qui est une activité incontournable pour le bon déroulement du projet puisqu'elle permet de prévoir l'apparition des situations indésirables pouvant mettre en péril les objectifs du projet et de mettre en œuvre les actions pour les prendre en compte,
- l'expérience qui est au cœur de notre proposition et qui apporte, via un processus formalisé de retour d'expérience, des informations et des connaissances nécessaires pour réduire les erreurs commis dans le passé et pour favoriser les bonnes pratiques,
- la dimension « projet » qui s'occupe de l'organisation, l'exécution et la coordination de toutes les activités conduisant de l'énoncé de la finalité à la réalisation et à la mise à disposition du système à réaliser,
- l'aspect « modélisation croisée » qui met en correspondance les différents processus et modèles intervenant dans la conception du système afin de prendre en compte toutes les informations issues des activités d'ingénierie et du travail collaboratif des disciplines impliquées.

Pour définir les actions successives que nécessite la création d'un concept de solution en réponse à un AO, nous nous sommes appuyés, sans perte de généralité, sur les étapes de conduite de projet qui sont très proches de celles du PRAO.

Nous présentons dans le Tableau I-1, les résultats de la comparaison que nous avons faite dans [Botero et al., 2013] entre les phases du PRAO et celles du cycle de projet telles que décrites dans [FD X50 118, 2005], [Turner, 2006], [Desroches et al., 2010] et [Nguyen, 2011].

PRAO-P	[AFNOR FD X50 - 118, 2005]	[Turner, 2006]	[Desroches, 2010]	[Nguyen, 2011]
- Faisabilité - Prise décision (go/no go)				
- Elab. réponse technique - Estimation coûts - Négociation	Appropriation du document de cadrage	Phase de concept	Analyse de mission	Phase préliminaire Expression du besoin
	Etudes de faisabilité	Phase faisabilité	Faisabilité	Faisabilité
Conception préliminaire	Etudes de conception préliminaire de la réponse au besoin	Phase conception	Définition et conception préliminaire	Développement
Conception détaillée	Conception détaillée de la réponse au besoin		Définition et conception détaillées Développement	
Production- exécution	Réalisation de la réponse au besoin	Phase exécution	Exploitation ou Production	Réalisation
Déploiement et retrait	Finalisation du projet et capitalisation d'expériences	Clôture du projet	Démantèlement ou Retrait de service	

Tableau I-1. Comparaison PRAO-P et cycle projet

D'une manière générale, quel que soit le modèle considéré, on distingue globalement les mêmes phases pour le déroulement du projet. Pour les projets qui passent par un appel d'offres, le PRAO constitue une phase additionnelle en amont du cycle de projet. En revanche, les premières phases du cycle classique (phase de concept et faisabilité) sont prises en compte dès le PRAO. Les risques « projet » sur lesquels de nombreuses études ont été menées peuvent néanmoins être pris en compte dans le PRAO avec ceux propres à ce processus.

La vision projet propose une approche globale des objectifs en adoptant une ligne de conduite transversale. La norme ISO 10006 définit un projet comme « *un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques telles que des contraintes de **délais**, de **coûts** et de **ressources**.* » [ISO 10006, 2003].

Sur la base de la définition proposée ci-dessus, Gourc distingue, dans une vision externe au projet, les notions d'*œuvre* correspondant au projet et d'*ouvrage* correspondant au résultat, c'est-à-dire l'objet du projet [Gourc, 2006]. Chacune de ces parties fait appel à des techniques ou outils bien particuliers. Le résultat ou *ouvrage* conduit à s'intéresser au produit final, à sa définition, à sa caractérisation,..., autrement dit à sa conception. Pour cela, les techniques d'aide à la définition et à la conception de produit sont mobilisées.

Nous présentons brièvement dans la section ci-après le processus de conception de produit et nous identifions les activités intéressant le PRAO.

### I.1.3.1 Le processus de conception

La conception d'un produit est un processus qui permet de répondre aux besoins du client au moyen d'un ensemble de spécifications du produit. Il s'agit d'une interaction entre les besoins du client (exigences) et la manière de les satisfaire (paramètres de conception) [Suh, 1990]. Cette séquence d'activités aboutit à un ensemble de représentations définissant entièrement le produit mais elles ne peuvent pas être représentées au moyen d'un modèle unique (quelle que soit la taille du produit, le nombre de ses composants et l'intensité de leur interactions) [Deneux, 2002]. Il existe de nombreuses méthodes et pratiques de conception selon le type de produit à concevoir ou le contexte de conception. La plupart des approches utilisent toutefois la décomposition suivante [Gumus, 2005] :

- connaître et comprendre les besoins client,
- définir le problème à résoudre,
- conceptualiser la ou les solutions potentielles,
- optimiser la solution proposée,
- vérifier la conception obtenue par rapport aux exigences formulées.

Lors de la conception d'un produit, chaque acteur formule les exigences à respecter pour obtenir un produit conforme et performant. Le produit obtenu est souvent un compromis [Matthews et al., 2002] qui satisfait plus ou moins aux différentes contraintes répertoriées car celles-ci sont fréquemment antagonistes ou contradictoires [Jansen, 90]. Le non-respect d'une seule de ces contraintes est susceptible d'induire des risques qu'il s'agit d'identifier afin de pouvoir choisir entre les différentes solutions possibles [Pitiot, 2009]. Il est important de préciser que les choix effectués lors de la phase de conception induisent une part très importante des coûts du cycle de vie d'un produit [Ullman, 2002]. En règle générale, les décideurs ne possèdent pas toutes les données nécessaires pour effectuer ces choix lors de la phase de conception. Il existe des outils de validation mais la plupart ne sont pas adaptés aux phases amont de la conception (recherche et évaluations de solutions potentielles répondant aux besoins formulés) car ils nécessitent un niveau de formalisation du produit qui n'est pas encore atteint lors des phases amont [Scaravetti, 2004] [Yannou, 2001].

Hadj-Hamou propose dans [Hadj-Hamou, 2002] une adaptation du modèle de processus de conception défini par [Pahl et al., 1996] que nous reprenons sur la Figure I-4. Ce processus est composé de quatre phases successives : élaboration du cahier des charges, conception de principe, conception d'ensemble et, enfin, conception détaillée. Chacune de ces phases est, elle-même, décomposée en sous-phases décrivant les activités successives réalisées. Ce processus met

en jeu des phases séquentielles mais peut être itératif via des retours d'information permettant d'adapter les spécifications ou les solutions techniques envisagées. L'application de ce processus part du principe que l'entreprise est « force de proposition » par rapport à un marché dont elle cherche à satisfaire le besoin en utilisant les moyens et compétences à sa disposition.

Bien que les phases successives d'un processus de conception restent quasiment identiques, il existe différentes manières d'appréhender la conception. La notion classique de cycle en V consiste à mettre en correspondance les phases de conception (phase descendante) et celles de validation et de vérification (phase ascendante) [Forsberg et al., 2005].

Nous étudions les activités du concepteur pendant le PRAO. D'une manière générale, quel que soit le modèle de conception considéré, on peut globalement se ramener à celui établi par Pahl et Beitz. Afin de proposer une méthodologie de gestion des risques dans le PRAO, il est convenable d'identifier les phases communes au PRAO et au processus de conception.

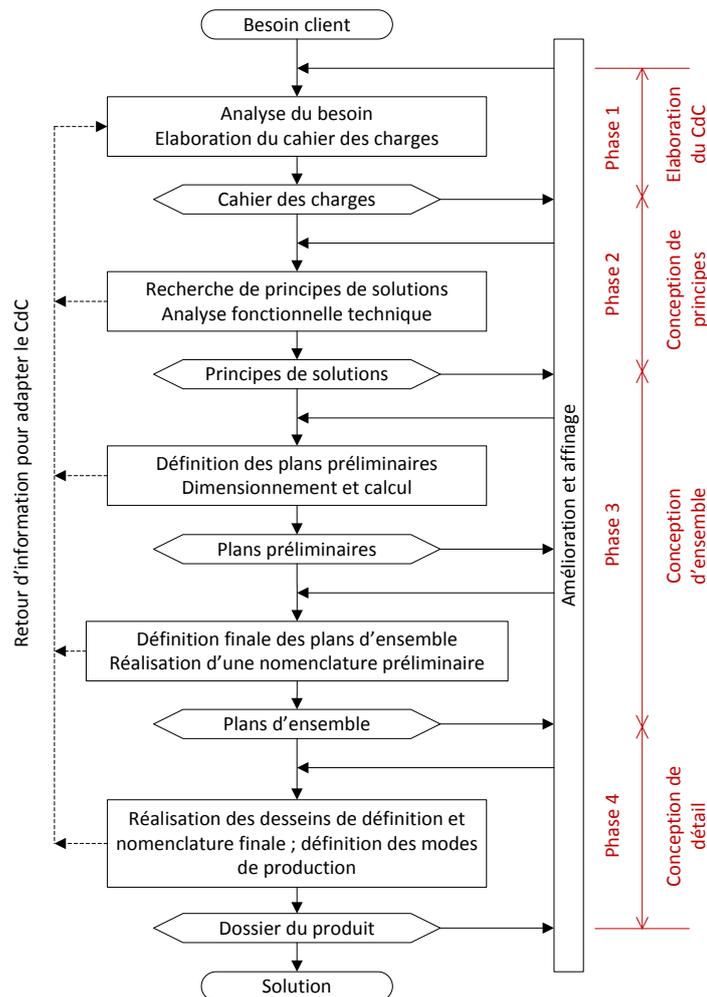


Figure I-4. Processus de conception, d'après [Pahl et Beitz, 96] traduit par [Hadj-Hamou, 02]

Dans la conception d'un produit qui débute par un appel d'offres, la phase 1 du schéma montré ci-dessus est conduite par le donneur d'ordres. Les phases 2 et 3 correspondent, avec d'autres activités propres au PRAO, au processus déployé par le prestataire lors de sa démarche d'élaboration de la réponse technique. La phase 4 correspond à la conception détaillée. Ce processus de conception est donc partagé entre les deux acteurs (donneur d'ordre/client et prestataire) sachant que c'est le prestataire qui doit s'adapter au CdC émis par le donneur d'ordre.

La mise en correspondance des activités du PRAO avec celles du processus de conception permet d'identifier les phases ayant les mêmes objectifs [Benaben, 2009]. Les activités réalisées durant le PRAO sont proches, en fonction du processus de conception considéré, de celles de la phase de conception préliminaire ou de création du concept (selon le vocabulaire employé). En effet, même si la conception préliminaire est l'étape initiale du cycle de développement, un premier travail de conception est déjà réalisé en phase de PRAO, ce qui facilite la phase de conception préliminaire et celles qui suivent pour le prestataire qui sera finalement retenu par le client.

### I.1.3.2 La conception préliminaire

Puisque les activités du PRAO sont assez proches de celles de la conception préliminaire, nous nous intéressons plus particulièrement à cette phase amont du processus de conception. Au cours de cette phase, les concepteurs doivent imaginer des solutions conceptuelles permettant de répondre aux besoins. Bien souvent, les besoins ne sont pas exprimés clairement ou complètement définis [Deneux, 2002]. La première tâche de la conception est alors de définir le cahier des charges complet du produit à réaliser. Dans notre cas, c'est le client qui fournit le cahier des charges avec ses besoins. Il s'agit ensuite de transformer ces besoins en exigences techniques pour choisir finalement, parmi les solutions conceptuelles envisagées, celle qui va être étudiée plus spécifiquement lors de la phase de conception détaillée.

La conception détaillée est souvent bien plus longue et coûteuse que les phases précédentes. Beaucoup d'efforts y sont consacrés aux dépens de la conception préliminaire [Chenouard, 2007]. Pourtant, Scaravetti montre dans [Scaravetti et al., 2005] qu'une conception préliminaire plus rigoureuse permet un gain de temps, une réduction des itérations et une meilleure appréhension de la complexité du produit en phase de conception détaillée. La conception préliminaire regroupe deux processus exécutés en parallèle de manière itérative [Yannou, 2001] :

- la recherche de concepts (conceptual design) qui met en avant la créativité aux différents niveaux de décomposition du système et l'exploration de différentes solutions de principe pour aboutir à la sélection du concept répondant aux besoins,
- la conception architecturale (embodiment design) durant laquelle les choix de technologies, de composants, de dimensions principales et de topologie sont listés puis réalisés [Gumus, 2005], [Chenouard, 2007]. Ces choix dépendent des fonctions à assurer et de leurs critères d'appréciation. Le résultat de cette phase est l'architecture du produit.

Etant donné que le principe du PRAO est la mise en concurrence des soumissionnaires afin de choisir, parmi les propositions présentées au client, celle qui sera retenue, nous considérons qu'une partie importante de la conception préliminaire est faite en phase de PRAO. En effet, durant le PRAO, les concepteurs doivent exécuter à un niveau moins détaillé les processus de recherche de concepts et de conception architecturale pour pouvoir proposer un principe de solution au donneur d'ordre.

### I.1.3.3 Activités de conception dans le PRAO

Dans le processus de réponse à appel d'offres, l'objectif est de fournir une réponse au client à partir des documents qu'il fournit. Afin de définir les actions successives que nécessite la création d'un concept de solution, nous nous sommes appuyés sur la comparaison que Benaben a faite entre les étapes constitutives du PRAO et celles du processus classique de conception [Benaben, 2009]. Nous avons considéré le processus de conception présenté dans le paragraphe I.1.3.1 avec pour objectif d'extraire les différentes étapes qui nous intéressent plus particulièrement.

En reprenant le processus de conception de [Pahl et al., 1996] à un niveau plus détaillé, nous pouvons identifier les tâches réalisées durant le PRAO. Les activités réalisées durant les premières

phases du processus de conception correspondent aux phases d'analyse du besoin et celle du développement du concept. Ces deux phases contiennent les activités de :

- clarification du besoin,
- élaboration des spécifications,
- identification des principaux problèmes/contraintes,
- création de la structure fonctionnelle,
- recherche de principes de solution,
- combinaison et stabilisation des variantes de concept,
- évaluation des concepts de solution d'un point de vue technique et financier.

La réalisation de ces activités permet d'obtenir les informations demandées par le client dans le PRAO. Ces activités ainsi définies permettent de passer d'un besoin du client à un concept de solution adapté. Dans [Benaben, 2009], un modèle haut niveau de ces activités a été proposé. Ce modèle permet de retracer la démarche du concepteur, plus particulièrement dans la phase d'élaboration de la réponse technique (cf. Figure I-5).

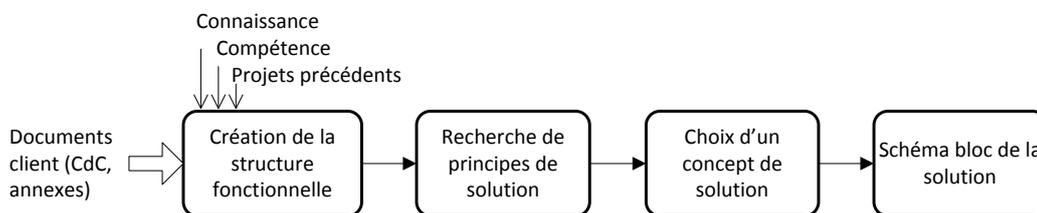


Figure I-5. Activités de conception durant le PRAO, d'après [Benaben, 2009]

Sur le schéma de la Figure I-5, la phase de « création de la structure fonctionnelle » correspond à l'étude du CdC (dans le but d'identifier le besoin) ainsi qu'à la spécification des exigences et des fonctions du produit. La phase de « recherche de principes de solution » correspond à l'analyse des solutions possibles en prenant en compte le savoir-faire, les moyens disponibles et les risques associés. La phase du « choix d'un concept de solution » fait référence aux décisions quant à l'offre technique, en fonction des objectifs et des contraintes du client et du prestataire. Enfin, le « schéma bloc de la solution » correspond à la définition de la solution pour l'AO concerné.

#### I.1.4 Positionnement du PRAO dans un contexte projet

Tel que nous l'avons indiqué précédemment, le PRAO s'inscrit dans un processus globalisant qui est celui du projet (processus PRAO-P). Nous reprenons sur la Figure I-6 un phasage classique de projet avec ses entrées et sorties [Nguyen, 2011]. Les phases principales qui le composent sont [Chapman et Ward, 2007], [Avoine, 1998], [FD X50 118, 2005] :

- la phase préliminaire qui est une réflexion sur l'intérêt du projet, en termes d'opportunité stratégique et économique,
- l'expression du besoin qui a pour objectif la définition des fonctions attendues, le périmètre du projet et les critères selon lesquels le projet sera évalué. Ces critères doivent être priorisés en précisant les degrés d'importance relatifs,
- la faisabilité qui consiste en l'étude technique et économique du projet. Elle comprend la consultation des maîtres d'œuvres potentiels, la comparaison des propositions techniques et financières des réalisateurs possibles,
- le développement où le maître d'œuvre coordonne les travaux sur le produit pour préciser ce qui doit être fait jusqu'à la fin de la réalisation. La conception du produit est effectuée au cours de cette phase. Les plans et dossiers de conception sont produits pour permettre la réalisation,

- la réalisation où sont menés les travaux par lesquels le dossier de conception conduira au produit réel. Parallèlement, une phase de vérification intervient pour assurer que les caractéristiques attendues sont effectives,
- la phase d'exploitation qui commence le plus souvent par la levée des réserves mettant fin à la relation contractuelle entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre.

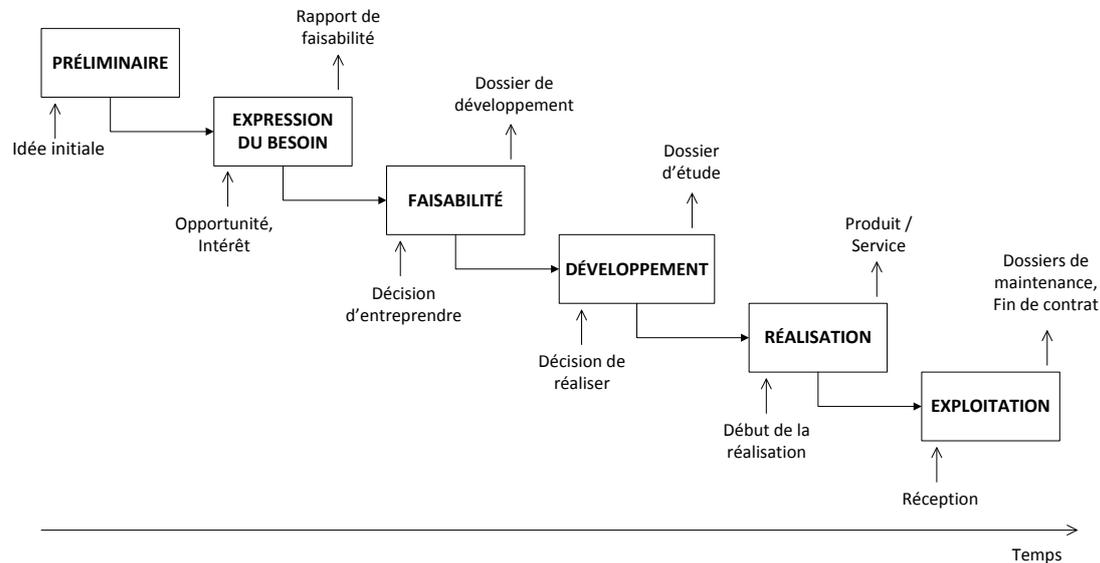


Figure I-6. Phase classique d'un projet, adapté de [Nguyen, 2011]

Dans ses travaux de recherche Nguyen souligne que, selon le domaine d'application et le secteur d'activité, des phases spécifiques peuvent exister [Nguyen, 2011] :

- pour les projets qui débutent par un appel d'offre, des étapes complémentaires interviennent comme : Bid/no bid, which project to bid, how to bid... [Wang et al., 2009],
- pour les projets de systèmes d'information, les cycles de vie sont répétitifs et peuvent revenir plusieurs fois [Chartier-Kastler et Tardieu, 1996],
- pour les projets de développement de nouveaux médicaments, un découpage, dicté par des considérations éthiques imposées par les autorités de régulation, conduit à expérimenter les futurs médicaments plusieurs fois (sur des animaux puis sur des volontaires sains) avant l'utilisation définitive.

Bien évidemment, nous nous intéressons au premier type de projet, celui qui débute par un AO. Nous nous sommes appuyés sur la représentation du projet de la Figure I-6 pour proposer un cadre de positionnement du PRAO par rapport au projet directeur. Nous montrons sur le schéma de la Figure I-7 les correspondances entre le processus client et le processus prestataire.

Signalons que la séparation que nous faisons de ces deux processus est seulement illustrative ; le but de cette partition est de mieux identifier ces processus. Ils font partie d'un même projet avec la particularité que plusieurs acteurs sont impliqués (le client ou maître d'ouvrage « MOA » et le(s) prestataire(s) ou maître d'œuvre « MOE »). Ces acteurs travaillent en collaboration pour un intérêt commun : obtenir un gain. Pour le client, ce gain est l'utilité même du produit ou du service dont il confie la réalisation à un tiers. Pour le soumissionnaire (qui devient prestataire en cas d'acceptation par le client), ce gain peut revêtir plusieurs formes : profits monétaires, reconnaissance dans le milieu, gain du marché, acquisition d'expérience,...

Ainsi, autant le client que le prestataire ont des objectifs qui les incitent à trouver un bon compromis entre les intérêts de chacun et à veiller pour un bon entendement, en concertation, des points critiques de la collaboration.

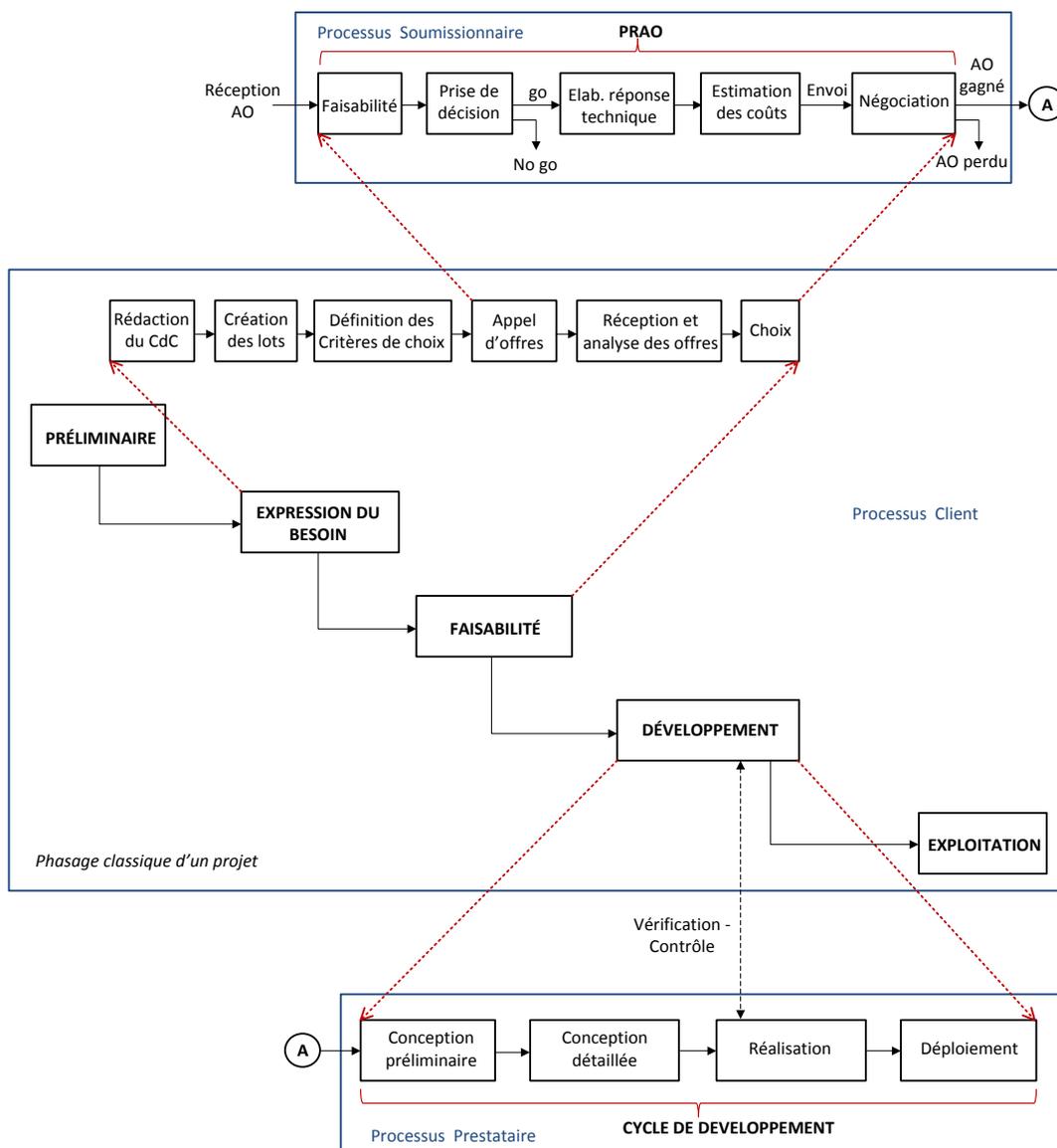


Figure I-7. Positionnement du PRAO dans un cadre projet

Nous retrouvons sur ce schéma les phases classiques d'un projet et le développement, plus en détail, des phases en rapport avec le PRAO : l'expression du besoin, la faisabilité et le développement.

Pour un projet qui débute par un AO, la sollicitation est faite durant les phases d'expression du besoin et de faisabilité. Lors de ces étapes, le cahier de charges, qui définit les fonctions attendues, est élaboré. Il faut ensuite établir le périmètre du projet et créer les lots qui le composeront (dans le cas d'un projet à plusieurs lots). Les critères sur lesquels le projet sera évalué devront être aussi établis. L'appel d'offres est donc lancé et publié pendant un certain temps (en fonction du type d'AO). Cet AO est reçu par plusieurs soumissionnaires qui vont répondre en fonction de leur capacité et de l'intérêt du projet. Les offres seront réceptionnées et analysées et un choix du prestataire des travaux ou services sera fait. L'AO est un processus qui concerne le client.

Le PRAO se déroule, lui, au cours des trois dernières phases de l'AO : le lancement de l'AO, la réception/analyse des offres et le choix. Tel que nous l'avons déjà décrit, ce processus comprend une phase d'analyse de l'offre comportant l'étude de *faisabilité* et la *prise de décision* liée. Cette

décision est prise à partir de l'aptitude à satisfaire la demande client mais aussi à partir de la stratégie concurrentielle et commerciale du prestataire.

La phase suivante est celle d'*élaboration de la réponse technique* qui consiste à définir la proposition à soumettre au client. Cette phase est très importante car c'est dans celle-ci que doit être « imaginé » le futur scénario de conception afin d'élaborer une proposition adaptée aux besoins et contraintes du client mais aussi du prestataire.

Nous trouvons ensuite la phase d'*estimation des coûts* consistant à établir le prix de l'offre en fonction des ressources qui seront utilisées et du gain attendu.

La phase de *négociation* correspond à l'envoi de l'offre au client et à la discussion avec ce dernier sur des points techniques ou économiques susceptibles de modifications. Cette dernière phase débouche finalement sur la réponse positive ou négative de la part du client. Remarquons qu'un PRAO est toujours relié à un lot donné qui peut correspondre à la totalité du projet ou à une partie seulement. Cette caractéristique du PRAO impose la plupart du temps un travail en collaboration avec d'autres prestataires.

Si l'offre proposée par le prestataire (pour le lot concerné) est retenue par le client, la phase de développement commence. Par rapport à la Figure I-6 où les phases de développement et de réalisation sont dissociées, nous avons décidé d'unifier ces phases sous la forme classique de *cycle de développement du produit*. Ce cycle comporte les phases de conception préliminaire, conception détaillée, réalisation et déploiement.

La conversion des informations contenues dans le dossier de réponse à l'AO en spécifications de conception doit être faite afin de commencer la conception du produit [Cross, 2008]. Le résultat de cette conception est le dossier d'exécution (élément d'entrée de la phase de réalisation). Une phase de vérification partant du processus client vers le processus prestataire intervient pour inspecter les caractéristiques attendues. Au final, le produit est livré pour son exploitation par le client.

Le bon déroulement d'un projet de conception dépend en grande part des activités menées pour garantir la réalisation, conformément aux objectifs, de chacune des étapes, en gérant les événements indésirables potentiels pouvant apparaître lors de l'exécution de ce projet. Pour garantir ce bon déroulement, il est indispensable de mettre en place une démarche de gestion des risques.

Etant donné que l'objectif principal de nos travaux est de conduire une gestion des risques efficace dans le PRAO-P, il est nécessaire de considérer les principes fédérateurs du processus de management des risques (PMR) pour ensuite, les prendre en compte dans nos propositions. Les paragraphes suivants sont dédiés à la présentation du PMR comme démarche structurant notre méthodologie.

## 1.2 LE PROCESSUS DE MANAGEMENT DES RISQUES

Du fait que nos travaux portent sur la gestion des risques, même si le contexte de travail est particulier (conduite du PRAO), notre démarche s'appuie sur le Processus de Management des Risques (PMR) tel que décrit dans la norme [ISO 31000, 2009]. Couplé à un système de retour d'expérience (que nous détaillerons dans le chapitre III), le PMR constitue la base des mécanismes de gestion des risques que nous utiliserons dans la méthodologie proposée.

Le management des risques est souvent présenté dans la littérature comme un processus utilisant différents outils et démarches pour optimiser la prise de décision. La norme [ISO 31000, 2009] définit ce processus comme un ensemble d'activités coordonnées dans le but de diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque. Nous rappelons sur le schéma de la Figure I-8 les cinq groupes

d'activités qui forment ce processus. Nous résumons chacune de ces activités en montrant les adaptations au PRAO.

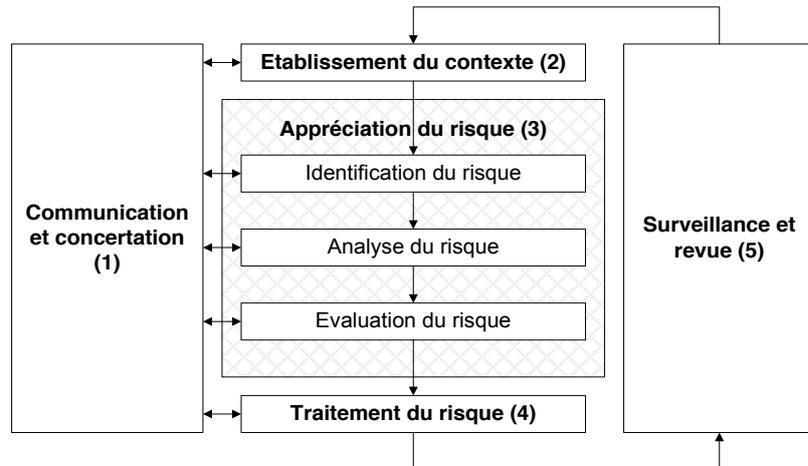


Figure I-8. Processus de management du risque, selon [ISO 31000, 2009]

## I.2.1 Communication et concertation

La communication et la concertation sont des activités transversales à toutes les étapes du processus de management des risques. L'élaboration des plans de communication et de concertation est essentielle pour le bon déroulement du PMR. Ces plans doivent traiter des questions relatives au risque lui-même, à ses causes, à ses conséquences et aux mesures prises pour le traiter.

Dans le PRAO, deux niveaux de communication sont à considérer : en interne, pour le soumissionnaire qui étudie les risques à prendre en compte pour dimensionner sa réponse à l'AO, en externe, avec le client pour une concertation sur l'aspect « risque » permettant de s'assurer que les parties prenantes comprennent et agréent les raisons de certains choix d'action.

## I.2.2 Établissement du contexte

En établissant le contexte, l'entreprise soumissionnaire définit ses objectifs : elle détermine le domaine d'application et les critères de risque pour la suite du processus et elle définit les éléments internes et externes à prendre en compte dans le management des risques.

Deux contextes de réalisation des objectifs doivent être définis, celui externe concernant le client (et l'AO) et celui interne concernant le soumissionnaire :

- le contexte externe est donné par le CdC du client mais comprend aussi des éléments spécifiques découlant des obligations légales et réglementaires, des exigences particulières sur les modalités de travail,...,
- le contexte interne comprend tout ce qui, chez le soumissionnaire, peut influencer la manière dont il gère le risque (cadre d'accueil de l'AO, intérêt de celui-ci, niveau de charge, politique de gestion des risques,...). Il est essentiel que le processus de management des risques soit en accord avec la culture, les processus, la structure et la stratégie de l'entreprise soumissionnaire.

## I.2.3 Appréciation du risque

L'appréciation du risque est le processus global d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque. Ce processus vise à l'identification des événements indésirables potentiels, leur étude pour obtenir des données qualitatives et quantitatives permettant leur estimation, leur priorisation pour faciliter la mise en œuvre des actions de gestion.

### I.2.3.1 Identification du risque

Cette phase a pour objectif de dresser une liste exhaustive des risques basée sur les événements susceptibles d'affecter l'atteinte des objectifs du soumissionnaire. Il est essentiel de procéder à une identification étendue aux scénarios des causes et des effets possibles car un risque non identifié à ce stade sera difficile à intégrer à une analyse ultérieure. Pour une bonne efficacité, il est nécessaire de s'appuyer sur des outils et des techniques d'identification des risques adaptés aux objectifs et aux aptitudes du prestataire.

Dans notre approche, nous nous appuyerons sur les expériences passées pour l'identification des risques en exploitant notamment les situations indésirables rencontrées dans les projets similaires.

### I.2.3.2 Analyse du risque

Cette activité fournit des données pour évaluer les risques, décider de leur gestion et choisir les stratégies et méthodes de traitement les plus appropriées. L'analyse du risque considère les causes et sources de risque, leurs conséquences et la vraisemblance d'apparition. Il faut tenir compte de l'interdépendance entre risques. Le degré de confiance dans la détermination du niveau du risque doit être pris en compte dans l'analyse et communiqué aux décideurs. Les éléments tels une divergence d'opinions entre experts, l'incertitude, la disponibilité, la qualité, la quantité et la validité des informations doivent être considérées. L'analyse du risque peut être menée à différents niveaux de détail en fonction du risque considéré, des informations, des données et des ressources disponibles.

Dans notre approche, un modèle de risque permettra de mener, de manière pratique, cette analyse des risques.

### I.2.3.3 Évaluation du risque

Sur la base des résultats de l'analyse du risque, l'objectif de l'évaluation du risque est d'aider les décideurs à distinguer les risques nécessitant un traitement et la priorité de mise en œuvre des traitements. Cette évaluation consiste à confronter le niveau de risque déterminé au cours du processus d'analyse aux critères de risque établis lors de l'établissement du contexte.

Cette phase d'évaluation nécessite de disposer d'une base de référence de situations connues ou des résultats d'une consultation d'experts visant à définir ces situations références. Il existe principalement deux catégories d'outils pour une évaluation du risque : la hiérarchisation et les référentiels de risques [Villeneuve, 2012].

La hiérarchisation vise à établir un positionnement relatif de la situation étudiée par rapport à un ensemble de situations témoins généralement représentées sous la forme d'une pyramide des risques [Bird et al., 1974]. La gravité est représentée par l'élévation de la pyramide et le nombre d'occurrences par la largeur de la base (Figure I-9). Notons que cette forme de représentation présente surtout un intérêt dans les situations où la probabilité qu'un accident grave survienne augmente avec le nombre de presque accidents et d'incidents (principe de Bird).

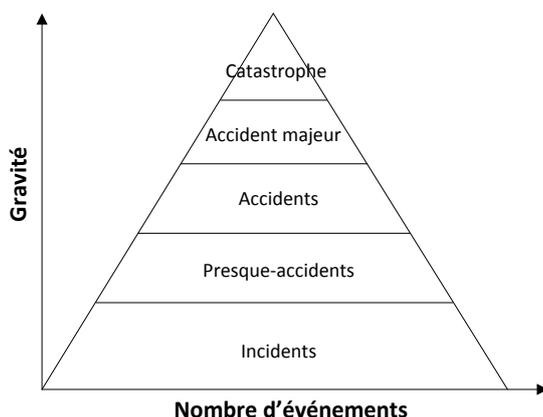
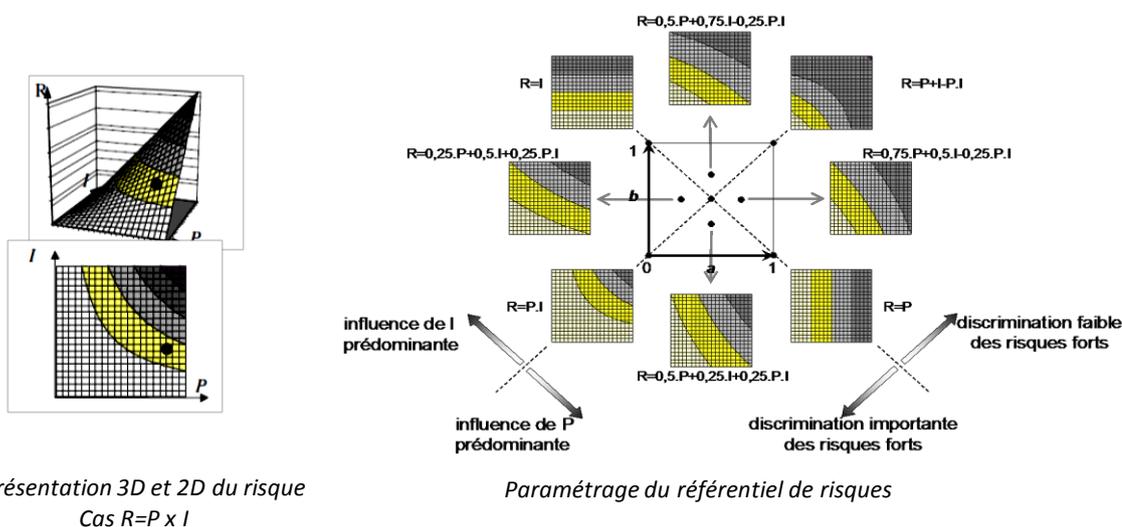


Figure I-9. Pyramide des risques d'accident du travail, adapté de [Bird et al., 1974]

La représentation par hiérarchisation manque de précision car elle ne peut intégrer certains risques atypiques pourtant considérés comme les plus importants (par exemple un risque ayant une probabilité d'occurrence importante et un niveau de gravité élevé).

Les référentiels de risques permettent une représentation plus complète du risque pouvant facilement être adaptée à chaque situation en modifiant la fonction de calcul du risque. Le positionnement dans le référentiel du risque étudié est lié à une combinaison entre sa probabilité d'occurrence et son niveau de gravité

La fonction la plus classique décrit le risque par la relation «  $R = P \times I$  » mais la littérature propose de nombreuses autres formes. Par exemple, dans [Gouriveau et Noyes, 2003] les auteurs ont proposé une formulation générique «  $R = a \times P + b \times I + (1 - a - b) \times P \times I$  » qui résume différentes expressions de  $R$  et dans laquelle  $a$  et  $b$  sont des coefficients de pondérations évoluant entre 0 et 1 appliqués aux grandeurs  $P$  et  $I$ . Par paramétrage, ce modèle conduit à plusieurs formes complémentaires, chacune davantage adaptée à un contexte propre (Figure I-10). Il n'est en effet pas concevable d'utiliser la même métrique dans tous les types de situation.



Représentation 3D et 2D du risque  
Cas  $R=P \times I$

Paramétrage du référentiel de risques

Figure I-10. Représentation du risque, d'après [Gouriveau et Noyes, 2003]

Il est ainsi possible de caractériser différents types de risque selon leur position dans le référentiel comme nous l'illustrons, par exemple, avec le référentiel de la Figure I-11.

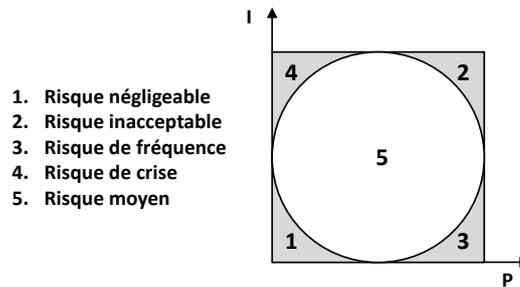


Figure I-11. Positionnement des risques dans un référentiel, d'après [Barthélémy et Quibel, 2000]

Dans ce référentiel, cinq zones distinctes sont identifiées regroupant respectivement :

- les risques négligeables (zone 1) avec une probabilité d'occurrence et un impact faible,
- les risques intolérables (zone 2) avec une probabilité d'occurrence et un impact fort,
- les risques de fréquence (zone 3) avec une probabilité d'occurrence importante et un impact faible,
- les risques de gravité (zone 4) avec une probabilité d'occurrence faible et un impact fort,
- les risques moyens (zone 5) qui sont la cible privilégiée du management des risques.

## I.2.4 Traitement du risque

Le traitement du risque implique le choix et la mise en œuvre d'une ou de plusieurs options de modification des risques. Les options de traitement du risque ne s'excluent pas nécessairement les unes les autres, ni ne sont appropriées à toutes les circonstances. Ces options peuvent inclure :

- l'élimination de la source de risque (par modification du contexte),
- une modification de la vraisemblance,
- une modification des conséquences,
- un partage du risque avec une autre ou d'autres parties,
- le maintien du risque fondé sur un choix argumenté, voire une augmentation afin de poursuivre une opportunité.

La sélection de l'option de traitement du risque la plus appropriée implique de comparer les coûts et les efforts de mise en œuvre par rapport aux avantages obtenus. Un plan de traitement approprié doit identifier clairement l'ordre des priorités de mise en œuvre des traitements individuels du risque.

Le traitement lui-même peut engendrer des risques.

Il est important que le prestataire et le client aient, tous deux, la même perception de la nature et de l'importance des risques résiduels après le traitement des risques.

Sur la base de la typologie de la Figure I-11, [Barthélémy et Quibel, 2000] ont proposé une politique de maîtrise des risques adaptée à chaque type de risque à laquelle nous adhérons :

- la politique pour les risques négligeables (zone 1) consiste à ne pas s'occuper de ces événements dans un premier temps, tant que des risques plus importants n'ont pas été étudiés,
- pour les risques inacceptables (zone 2), la politique est l'évitement ou la suppression du risque car il ne doit en aucun cas se produire.
- pour les risques de fréquence (zone 3) qui sont a priori bien connus grâce au retour d'expérience, la politique est de les prendre en charge et de financer leurs conséquences résiduelles sur les fonds propres de l'entreprise.

- la politique pour les risques de crise (zone 4) consiste à transférer le risque sur une autre entité (par exemple une assurance),
- la politique pour les risques moyens (zone 5), est de mettre en place une stratégie efficace de management des risques adaptée à chaque problème. Cette zone est très intéressante à traiter par les méthodes d'évaluation et de hiérarchisation des risques qui permettent de mieux comprendre les événements indésirables et donc de mieux les maîtriser.

Nous résumons sur la Figure I-12 les différentes possibilités de traitement des risques pour le prestataire. Plusieurs actions sont envisageables en fonction du risque à traiter. Au niveau de la politique de traitement, le décideur peut accepter le risque (il n'engage aucune action pour combattre les causes ou les conséquences de l'événement redouté) ou le refuser en transférant le risque à une assurance ou en le réduisant par deux voies d'actions possibles : éviter que l'événement redouté se produise en agissant sur les causes par des méthodes de prévention, atténuer les effets de l'événement redouté en agissant sur les conséquences par des actions de protection. Dans tous les cas, le travail consistera à rendre le risque conforme aux objectifs du projet et du prestataire.

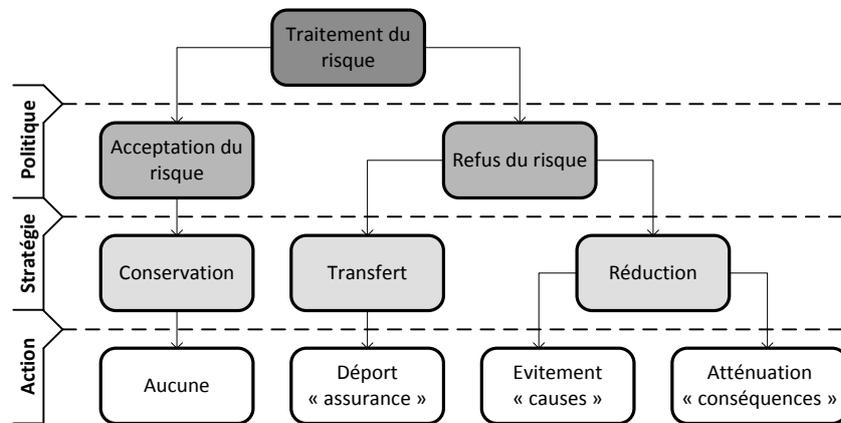


Figure I-12. Possibilités de traitement des risques, adapté de [Gouriveau, 2003]

## I.2.5 Surveillance et revue

Les activités de surveillance et revue visent à établir un contrôle périodique ou ponctuel du risque. Il est important que les processus de surveillance et de revue s'appliquent à tous les aspects du PMR afin de :

- s'assurer que les actions entreprises sont efficaces et performantes,
- obtenir des informations supplémentaires pour améliorer l'appréciation du risque,
- analyser et tirer les leçons des succès et des échecs,
- détecter les changements de contexte interne et externe,
- Identifier les risques émergents.

Dans notre approche, les activités de surveillance et de revue des risques seront réalisées via le processus de retour d'expérience. Les principes de fonctionnement de ce processus permettront, grâce aux modèles développés, d'observer et de contrôler le comportement d'un risque lors du déroulement d'un PRAO-P ou dans la base contenant les expériences passées.

## Applications du PMR

La plupart des étapes décrites dans le processus PMR existent aussi dans plusieurs approches de gestion de risques comme TRAM [Klein et Cork, 1998], RISKMAN [Carter et al., 1996], PRAM [Chapman, 1997]... Cependant, certaines méthodologies contribuent de manière originale à l'exécution de ces étapes. C'est, par exemple, le cas de la méthodologie ARAMIS (Accidental Risk Analyse Methodology for Industries), issue d'un projet européen de recherche dont l'objectif était de développer une nouvelle méthodologie d'évaluation des risques répondant aux exigences de la directive SEVESO II [Salvi et Debray, 2006]. Cette méthodologie propose d'étudier les scénarios d'accident et d'établir des barrières de protection pour éliminer les scénarios identifiés. La représentation des scénarios d'accident sous forme de nœud papillon est au cœur de la méthodologie ARAMIS et constitue l'une de ses originalités.

Au niveau des outils informatiques d'assistance au PMR, il existe de nombreux logiciels permettant de conduire ce processus dans différents domaines. Récemment, Oracle a développé un outil permettant aux entreprises de modéliser les risques et d'analyser les impacts en termes de planning et de coûts liés à la mitigation des risques, en supprimant une grande part de l'incertitude existante dans le cadre de la gestion de portefeuille et de projet [Oracle, 2011]. Il s'agit du logiciel « Primavera Risk Analysis » qui fournit des outils d'analyse du cycle de vie global des risques et qui offre des techniques simples pour déterminer des plans de contingence et de réponse aux risques pour créer des rapports de niveaux de confiance nécessaires à la réussite des projets.

Les fonctionnalités les plus importantes de cette application sont :

- un guide d'analyse des risques détaillant les étapes du processus d'analyse des risques,
- une fonction de vérification de planning permettant de vérifier la maturité de celui-ci et sa réponse aux risques envisagés,
- une fonction de modélisation des risques utilisant une approche par modèle pour analyser rapidement les risques et faciliter la modélisation des incertitudes liées aux tâches,
- une fonction d'élaboration des rapports permettant d'afficher les évaluations des risques sous différents formats (graphiques de distribution, de tornado, analyseur de distribution,...). Le partage des résultats des analyses via des rapports synthétiques est aussi une des fonctionnalités de l'outil.

D'autres outils de gestion des risques d'entreprise sont proposés par l'entreprise MAD-Environnement [Delmotte et al., 2014]. Deux logiciels attirent particulièrement notre attention car ils s'appuient fortement sur la norme ISO 31000. Ces logiciels sont StatCart APR, pour l'analyse globale des risques et StatCart CRAI, pour la macro-cartographie des risques par audits internes. Ils ont la particularité d'être basés sur des approches globales permettant d'évaluer et de hiérarchiser des risques de nature différente dans une même analyse.

Les principaux avantages de ces outils sont :

- un processus invariant et sans discontinuité (depuis l'établissement du contexte jusqu'à la gestion des risques résiduels),
- une représentation explicite des composantes du risque et de son acceptabilité,
- des méthodes n'introduisant pas de complexité supplémentaire par rapport au système analysé,
- une facilité de lecture des cartographies des risques,
- un outillage léger permettant de travailler rapidement.

Nous nous sommes intéressés à ce type d'outil de gestion des risques car l'un des sous-objectifs de notre approche est de développer un outil informatique d'assistance au processus de management des risques dans le PRAO.

Le principe de fonctionnement sera basé sur le processus de retour d'expérience (REx) qui permettra de prendre en compte l'ingénierie risque menée dans les projets passés pour minimiser les erreurs et favoriser les bonnes pratiques dans les projets courants. Nous exposerons dans le chapitre III les développements que nous avons menés autour du REx, des concepts associés, de sa relation avec le risque et de sa mise en œuvre.

### I.3 REVUE DES TRAVAUX EXISTANTS

Les éléments introduits dans les sections précédentes nous permettent déjà d'esquisser quelques traits de la problématique à résoudre :

- le PRAO est un processus risqué, d'où l'importance de mettre en place une démarche de gestion des risques,
- le PRAO ne peut pas être étudié indépendamment du projet qui en découle car lors de l'établissement d'une réponse à un AO, il est nécessaire de s'appuyer sur le cycle de développement futur.

Avant de présenter cette problématique d'une manière plus structurée, il nous paraît nécessaire de faire une revue des travaux existants sur les concepts clés de notre recherche.

La plupart de travaux portant sur le processus de réponse à appel d'offres se concentrent sur des problématiques telles que la réussite ou non du processus, la gestion des risques, l'estimation des coûts, l'intégration d'autres dimensions de la gestion projet,... En effet, les entreprises cherchent à prendre les meilleures décisions pour faire une offre optimisée par rapport à l'ensemble des contraintes. En général, ces travaux ne considèrent pas le projet qui découle du PRAO et qui pourtant, donne les résultats effectifs des actions mises en place durant cette phase amont.

Dans cette partie, nous nous intéressons particulièrement aux travaux existants sur le PRAO (conduite du processus, prise des décisions, gestion des risques,...) et à ceux complémentaires en rapport avec notre approche (retour d'expérience, outils de gestion,...). Etant donné que notre problématique de recherche porte sur l'association des concepts liés au PRAO, au risque et au retour d'expérience (REx) (Figure I-13), nous identifions trois familles principales de travaux : les travaux qui s'intéressent au couplage entre le PRAO et le risque, ceux portant sur le PRAO et le REx et les travaux couplant le risque et le REx.

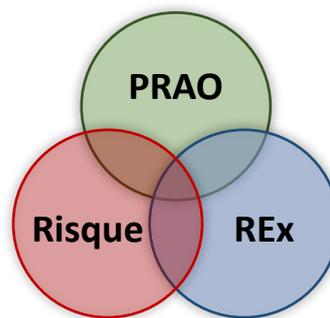


Figure I-13. Composantes principales de la problématique de recherche

#### I.3.1 PRAO - Risque

Une partie des travaux s'intéresse particulièrement aux décisions à prendre pour réduire le risque de perte d'un AO ainsi qu'aux facteurs influant la réussite de celui-ci.

Dans [Cagno et al., 2001], les auteurs proposent une approche basée sur la simulation pour l'évaluation de la probabilité de gain d'un appel d'offres du point de vue de l'entreprise qui y répond. Il s'agit d'une approche d'évaluation multicritère dans laquelle le profil exact des concurrents doit être connu, ce qui rend la démarche peu pratique au niveau de sa mise en œuvre. Même si le prestataire connaît ses concurrents, il est difficile d'avoir des informations précises sur leurs modalités d'opération et sur leurs stratégies concurrentielles. De plus, cette approche ne se focalise que sur la probabilité d'acceptation/refus de l'offre et ne considère pas le projet qui suit l'AO.

Dans [Zafra-Cabeza et al., 2002], les auteurs proposent un modèle destiné à la réponse à l'appel d'offre où les décisions considérées sont celles qui concernent le choix de poursuite ou d'arrêt du processus, celles de fabriquer ou d'acheter le produit à développer ou, encore, celles de la meilleure proposition finale.

D'autres modèles cherchant à prendre la meilleure décision quant à la poursuite ou l'arrêt du PRAO utilisent une approche linguistique floue [Lin et Chen, 2004]. Dans cette approche, la décision go/no go est associée à l'incertitude et à la complexité. Ici, les auteurs soutiennent que, lors de la prise de la décision, des considérations subjectives telles que la nature, la concurrence, l'opportunité, les ressources disponibles et la réputation de l'entreprise, sont pertinentes. Dans cette approche, les évaluations des AO sont décrites subjectivement en termes linguistiques et les critères de sélection sont pondérés par ordre d'importance à l'aide de valeurs floues.

Une autre approche mettant l'accent sur la décision de poursuite ou d'arrêt est présentée dans [Caron et al., 2007]. Ici, les auteurs proposent une transposition de la notion financière VaR (valeur à risque) au monde des projets d'ingénierie. La distribution de la VAN (valeur actuelle nette) dans le cycle de vie d'un projet ainsi que la distribution de rendement sur un horizon de temps, sont considérées afin de définir une mesure de risque pour un projet d'ingénierie qui passe par AO. Ces mesures de risque sont utilisées ensuite pour aider le processus de prise de décision « go / no go » afin d'obtenir un meilleur équilibre de l'ensemble de projets menés par une entreprise opérant sous la modalité d'AO.

Toujours dans les approches s'intéressant aux décisions à prendre dans les projets de conception d'ingénierie, nous trouvons dans [Wang et al., 2009] une méthodologie visant la recherche optimale du projet auquel participer afin d'augmenter les possibilités de gagner l'AO. Dans cette approche, outre la décision de poursuite/arrêt, la décision du projet à soumissionner est considérée. Un des résultats principaux de cette étude est la mise en place d'un système de sélection des projets d'appel d'offres visant la satisfaction simultanément des exigences des parties prenantes et assurant que la décision est non seulement scientifique mais aussi pratique.

L'évitement des risques dans les appels d'offres pour des projets de logiciels a été étudié par Xie dans [Xie et al., 2006]. Ce contexte particulier attire l'attention car, aujourd'hui, la plupart des projets informatiques passent par des AO. Cette étude explore l'intégration du risque de gestion de projet logiciel dans le risque PRAO en s'appuyant sur la théorie du cycle de vie. Sous le constat que de nombreux types de risque existent dans les appels d'offres pour les logiciels, l'auteur analyse les mesures possibles de réponse aux risques pour les différentes catégories et l'efficacité de ces mesures.

L'intégration de l'incertitude dans le PRAO est un autre sujet qui a été abordé dans [Chapman et al., 2000]. Le développement des offres concurrentielles est basé sur de nombreuses estimations. En effet, les soumissionnaires aux AO doivent formuler des propositions pour un développement futur en s'appuyant uniquement sur le CdC fourni par le client et sur leur savoir-faire. Dans ses travaux, Chapman décrit une approche simple et transparente pour développer des offres concurrentielles, basée sur une appréciation d'incertitude sur les coûts et sur l'estimation de la probabilité d'être retenu. La méthodologie proposée repose sur une approche

itérative pour assister l'élaboration de l'offre commerciale en tenant compte des facteurs qualitatifs qui sont difficiles à modéliser.

On trouve des éléments intéressants sur l'estimation du coût des risques projet dans [Cagno et al., 2000]. Les auteurs partent du constat que, dans le cadre d'un appel d'offre, l'estimation des coûts du projet est une étape critique vis-à-vis de la compétitivité et de la rentabilité d'une entreprise. Dans le contexte de projets de construction, ils proposent un modèle analytique destiné à estimer le coût des analyses HAZOP (Hazard and Operability Study) permettant, pour ce type de projet, de prendre en compte l'ensemble des risques liés à une installation industrielle.

Dans ses travaux de thèse, Benaben tient compte de la dimension sûreté de fonctionnement (SdF) dans la réponse à un appel d'offres via l'enchaînement d'un certain nombre d'étapes regroupées dans un sous-processus organisation du PRAO [Benaben, 2009]. A cette fin, l'auteur définit cinq étapes :

- le filtrage des données du CdC afin d'extraire celles à partir desquelles sera conduite l'analyse de SdF à l'intérieur du PRAO,
- la traduction des exigences en termes de contraintes associées,
- la projection sur les phases aval du processus de développement des actions à réaliser pour intégrer des spécifications FMDS,
- l'évaluation de la performance et du coût correspondant aux choix réalisés sur le produit,
- la restitution sous forme de synthèse de la cotation réalisée.

### 1.3.2 PRAO - REx

Dans le cadre de l'utilisation de l'expérience acquise lors des projets passés pour un nouveau PRAO, des méthodologies basées sur des systèmes d'aide à la décision sont proposées dans [Alquier et al., 1999] et [Nader et Chalal, 2008].

Alquier soutient que l'aide à la décision dans le PRAO doit intégrer les méthodes industrielles du management par projet et de conception de produit orientée cycle de vie. Dans ce cadre, les outils de traitement de l'information ne peuvent pas se borner à une réponse à la seule situation de décision.

Le projet DECIDE (DECision support for optimal biDding in a competitive business Environment) propose une méthodologie et un outil d'aide à la décision pour définir la solution technique et le prix d'un produit durant le PRAO. Cet outil est basé sur un modèle qui permet la capitalisation de connaissances technico-économiques permettant un travail coopératif pour l'élaboration de l'offre technique et l'évaluation de son coût.

De son côté, Nader propose un système organisationnel d'aide à la décision (ODSS pour Organizational Decision Support System) basé sur la définition d'une mémoire des experts et de leurs décisions.

La définition d'un système d'information destiné au management des connaissances sur les risques projet, fournissant une aide à la décision stratégique durant le PRAO, a été proposée dans [Chalal et Alquier, 2005] [Chalal et Ghomari, 2006]. Ce système d'information permet la constitution d'un référentiel sur les risques internes et externes. Il propose une structure des connaissances pour l'organisation de la capitalisation basée sur quatre composantes : le risque, ses causes, ses impacts et les actions prises dans un contexte donné.

Pour la partie management des risques projet, on trouve dans [Noyes et Gouriveau, 2001] une étude sur les méthodes, outils et techniques de management de ces risques utilisables dans le cadre du PRAO. L'étude menée permet de mettre en évidence l'importance du retour d'expérience dans cadre du PRAO et propose de compléter les informations dont on dispose par

des expériences sur des projets précédents, notamment par le biais de fiches « risque » traçant l'histoire et le contexte d'apparition de ces risques.

Nous nous intéressons particulièrement au projet PRIMA (Project Risk Management) qui aborde la plupart des thématiques au niveau de l'étude des risques, assistée par la gestion des connaissances, dans le cadre du PRAO. Ce projet, basé sur un consortium d'industriels européens, avait pour objectif la définition d'une méthodologie de management des risques projet dans le PRAO et la proposition d'un système d'aide à la décision fondé sur l'évaluation simultanée des risques et des coûts du produit afin de fournir une mémoire d'entreprise sur ces problématiques [PRIMA, 1999]. Le principe de cette méthodologie était l'estimation des coûts liés aux conséquences potentielles de l'occurrence de différents risques. Les mécanismes associés à cette forme de réutilisation de la connaissance passée sont présentés sur la Figure I-14.

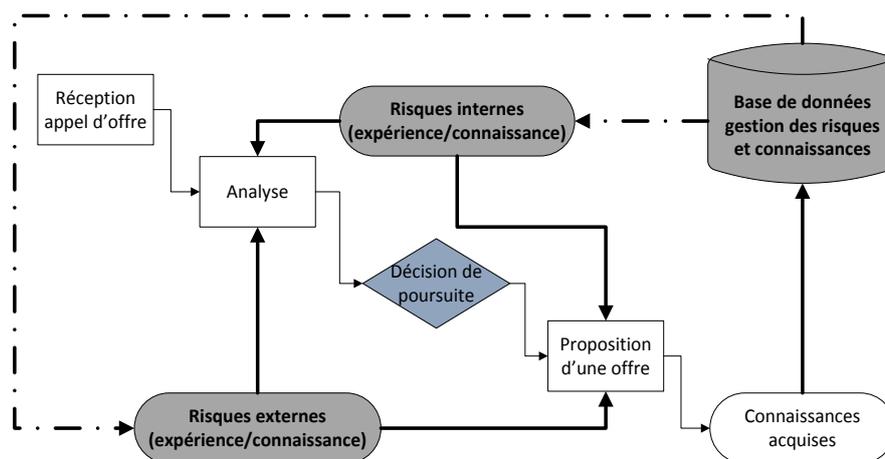


Figure I-14. Architecture PRIMA

Dans cette approche, les connaissances sont acquises lors de l'envoi de l'offre au client, c'est-à-dire que le retour d'expérience porte seulement sur le PRAO ; le cycle de développement n'est pas pris en compte. Les risques considérés dans les phases d'« analyse » et de « proposition d'une offre » sont issus des PRAO(s) passés mais non des cycles de projets complets ; la réalité sur les risques envisagés n'est pas considérée.

### I.3.3 REX – Risque

Dans le cadre de la prévention et de la gestion des risques, nous trouvons dans l'ouvrage de Van Wassenhove une approche visant l'intégration des méthodes employées dans les sciences de l'information et la communication, les sciences cognitives et les sciences de l'ingénieur, pour l'opérationnalisation du REX [Van Wassenhove et Garbolino, 2008]. Selon les auteurs, la définition et la mise en œuvre du REX au sein d'une entreprise, dans le but d'influer sur la politique de gestion des risques, nécessite l'utilisation d'outils et de méthodes issus de plusieurs domaines tels que l'informatique, la statistique, le management des connaissances, l'intelligence artificielle, l'ergonomie,... Il s'agit d'une activité à caractère interdisciplinaire.

Dans cet ouvrage, le retour d'expérience est défini comme un processus dynamique de collecte, d'analyse, de stockage et d'exploitation d'informations relatives à des situations pouvant altérer la sécurité du système. Cette vue du REX consiste en une étude causale des différents facteurs impliqués dans l'origine des situations indésirables.

La première partie de l'ouvrage présente le REX en tant que moyen d'apprentissage. Le REX y est considéré comme un support d'amélioration de la culture de sécurité s'inscrivant dans les approches de la gestion des connaissances. La deuxième partie aborde l'opérationnalisation du

REx par la mise en œuvre d'une démarche structurée. Cette mise en œuvre s'accompagne de l'identification des pré-requis nécessaires pour garantir un REx effectif et fonctionnel. Plusieurs types de retour d'expérience sont considérés ; le type de REx à utiliser est choisi en fonction des objectifs.

Dans [Giudici et al., 2010], les modes de capitalisation et d'utilisation efficaces des connaissances acquises en management des risques sur les projets d'innovation, sont étudiés. Dû à leur caractère émergent, ambigu et risqué, ce type de projet complexifie le retour d'expérience. Dans ce travail, les auteurs montrent que l'utilisation du retour d'expérience (REx) via une cartographie heuristique ou un tableur « check-list » permet d'identifier des risques sur des tâches qui auraient pu être considérées comme peu risquées sans la mise en place d'un processus REx.

Dans ses travaux de thèse, Chaudet-Bressy a étudié l'application du retour d'expérience aux petites et moyennes entreprises (PME) dans le but de maîtriser les risques relatifs à l'hygiène, la sécurité et l'environnement [Chaudet-Bressy, 2002]. L'auteur explique que, grâce au REx, les grands groupes industriels ont amélioré leur niveau de maîtrise des risques au cours des dernières années mais que, malgré la généralité de ce concept, les dispositifs développés ne sont pas adaptés aux petites structures. Il propose donc la mise en œuvre des caractéristiques principales des dispositifs de retour d'expérience adaptées à la réalité des petites et moyennes entreprises. Ces caractéristiques concernent les processus de collecte et d'analyse des données, le type d'expérience pris en compte et l'organisation par laquelle le retour d'expérience est mis en œuvre.

Dans ce travail, l'analyse des risques est identifiée comme prioritaire parmi les besoins des PME. Un outil d'analyse de risques a donc été défini et élaboré en contexte industriel. Cet outil associe les données provenant du retour d'expérience à une méthode d'analyse a priori. A l'issue de l'expérimentation, il a été constaté que la fonction première du dispositif de REx dans les petits établissements industriels est de faciliter la mise en commun de l'expérience acquise par plusieurs établissements en vue d'une exploitation ultérieure. Ce retour d'expérience constitue donc une aide à l'analyse de risques en proposant à l'utilisateur des données auxquelles il aurait difficilement accès. De plus, il permet de constituer une référence commune et d'associer à des entreprises plus structurées les PME, peu adaptées au développement de l'outil.

Dans le cadre de la gestion des connaissances appliquée à la déconstruction des avions en fin de vie, Villeneuve a développé des mécanismes d'aide à la décision hybridant les retours d'expérience statistique et cognitif pour évaluer les risques sur les zones critiques d'un système [Villeneuve, 2012]. L'approche proposée permet la combinaison des avis d'experts du domaine avec des statistiques issues d'une base de données en utilisant les fonctions de croyance. L'évaluation des risques est réalisée par le traitement des connaissances combinées au moyen d'un modèle utilisant les réseaux évidentiels dirigés. Un élément qui attire l'attention dans ce travail est la mise en correspondance des classes de retour d'expérience avec les différents types de risques dans un référentiel de risques classique.

Une architecture logicielle générique permettant de réaliser des applications de retour d'expérience cognitif a été définie dans [Béler, 2008]. Ces applications intègrent une formalisation de l'analyse experte et sont opérationnalisées à partir de la définition d'un modèle d'expérience basé sur une structure objet simple et couplée avec le modèle des croyances transférables pour prendre en compte les incertitudes. Des algorithmes génériques de recherche adaptés à la formalisation retenue de l'entité expérience ainsi qu'un algorithme d'extraction d'un indicateur du risque ont été développés. Les résultats de ce travail ont été appliqués dans le cadre du projet Européen INTERREG SUP (Sécurité Urgence Pyrénées) qui avait pour objectif d'étudier et de proposer des outils basés sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) afin de réduire les risques en montagne.

Dans le cadre de la gestion de crise, un outil pour gérer le retour d'expérience en tant que support de la prise de décision dans la gestion des situations de crise a été développé dans [Sediri et al., 2013] [Matta et al., 2012]. D'après les auteurs, compte tenu du temps que les décideurs consacrent à identifier les décisions à prendre lors d'une crise, il est nécessaire d'anticiper ces décisions, de veiller à ce que les décideurs aient le temps de bien les analyser et d'être en mesure de les mettre en œuvre au plus vite. Cependant, le contexte et les caractéristiques de la crise rendent cette prise de décision difficile car il n'existe pas de méthode spécifique pour anticiper ces décisions et gérer correctement la collaboration avec les autres parties prenantes.

L'outil proposé, nommé CCS (Crisis Clever System), respecte les méthodes de gestion de crise des décideurs et est basé sur une démarche de retour d'expérience. Plusieurs dimensions telles que l'organisation, la communication et la résolution des problèmes, sont prises en compte. Signalons que, bien que le risque soit considéré comme une notion ayant du sens dans les phases amont de la crise, ce type de travail est intéressant car les actions mises en place pour faire face à la crise peuvent être reproduites, grâce à un retour d'expérience, en phase de gestion des risques. De plus, la dimension « temporelle » prise en compte dans ce travail (temps utilisé pour gérer la crise) peut être aussi considérée dans l'appréhension du risque.

### 1.3.4 Discussion

Plusieurs travaux ont été développés dans le cadre de la problématique qui nous concerne.

Les travaux portant sur le PRAO et le risque montrent que le PRAO est une pratique risqué dont les principales problématiques sont associées aux processus décisionnels tant du soumissionnaire que du client (go/no go, acceptation/refus). Une partie des travaux s'intéresse à la réduction de ces risques via des outils de simulation, financiers, statistiques,... D'autres travaux tentent d'intégrer l'incertitude dans le PRAO afin d'assister l'élaboration de l'offre commerciale en tenant compte du caractère imprécis et imparfait de l'information. D'autres étudient l'estimation du coût des risques comme une étape critique vis-à-vis de la rentabilité d'un soumissionnaire.

Ces travaux offrent un premier panorama sur les questions abordées par rapport à la prise en compte du risque dans le PRAO et nous nous apercevons que, souvent, les risques liés aux développements qui suivent le PRAO ne sont pas considérés. En effet, la plupart des approches dissocient le PRAO du projet qui le suit et les risques potentiels de ce projet sont rarement envisagés.

Dans les travaux sur le PRAO et le REx, plusieurs méthodologies et outils ont été proposés. C'est le cas de DECIDE, ODSS et PRIMA qui sont des outils d'aide à la décision permettant la définition des solutions techniques durant le PRAO et la capitalisation des connaissances acquises lors de ce processus dans une mémoire d'entreprise. Une partie de ces travaux prend en compte le risque en proposant des structures et des méthodes de management des risques combinées avec des systèmes de gestion des connaissances pour la capitalisation des informations recueillies sur le risque dans un PRAO [Chalal et Alquier, 2005] [Noyes et Gouriveau, 2001] [PRIMA, 1999]. A l'instar des travaux sur le PRAO et le risque, l'inconvénient de ces approches est la non prise en compte du projet associé. En effet, les retours d'expériences ne se font que sur le PRAO.

Les travaux couplant le REx et le risque sont variés et couvrent plusieurs domaines. En partant des approches génériques comme celle de Wassenhove [Van Wassenhove et Garbolino, 2008] où le REx est vu comme support d'amélioration de la sécurité d'un système industriel prenant en compte les objectifs de ce système pour la mise en œuvre du REx le plus adapté, nous trouvons des approches plus dédiées (au moins avec une application spécifique) sur la capitalisation et l'utilisation dans un nouveau cas, des connaissances acquises dans des cas passés. Plusieurs champs d'application ont été considérés comme les projets d'innovation, les projets d'ingénierie, la sécurité en montagne et la gestion de crises. Ces travaux inspirent fortement nos

développements car ils posent les bases sur la manière avec laquelle le REX peut être utilisé comme moyen efficace de gestion des risques.

## I.4 FORMULATION DU PROBLEME

Comme nous l'avons exposé dans l'introduction générale, le PRAO présente certaines caractéristiques rendant cette pratique très risquée. De manière générale, nous distinguons les risques liés à la conduite du PRAO qui mettent en péril les objectifs du soumissionnaire et les risques liés au développement, si l'offre est retenue, qui mettent en péril les objectifs de réalisation du projet.

Le premier trait caractéristique du PRAO est la brièveté du processus. Le soumissionnaire ne dispose généralement que de peu de temps pour préparer la proposition au client. Cette particularité l'oblige à travailler rapidement, ce qui peut être source de risques importants.

Une autre caractéristique du PRAO est le cadre incertain dans lequel ce processus se déroule. En effet, il concerne un « produit » qui n'existe pas encore et les informations disponibles sont souvent incomplètes (suivant le type d'AO et le marché). Cependant, l'incertitude la plus importante reste sur les attentes du client. Même dans le cas auquel le soumissionnaire produit un bon travail, si l'offre n'est pas en adéquation avec les attentes du client, celle-ci sera rejetée.

Une troisième spécificité de cette pratique est son caractère compétitif. Le principe du PRAO est la mise en concurrence de plusieurs soumissionnaires pour fournir une solution à un problème présenté par un client. Les compétences propres d'un répondant ou sa stratégie commerciale peuvent mettre en danger la réussite de ses concurrents.

La caractéristique la plus importante faisant du PRAO un processus risqué est, sans doute, l'impact de celui-ci sur le futur développement. En effet, le PRAO établit les conditions futures de conception puisque le produit/service devra être élaboré en accord avec la proposition qui a été acceptée. Toute « modification » sans négociation préalable avec le client peut avoir des effets très conséquents envers le soumissionnaire : il peut perdre le marché, être pénalisé par le client,...

### I.4.1 Caractérisation du problème

Au premier niveau des principaux risques auxquels nous allons nous intéresser, il existe pour le soumissionnaire celui de ne pas répondre à l'AO et de rater ainsi un projet intéressant sur le plan technique et/ou économique. Ensuite, si la décision a été de répondre à l'AO, le deuxième risque est de ne pas être accepté par le client. Enfin, en cas d'acceptation, si la proposition a été mal élaborée, le prestataire peut s'engager dans un processus pénalisant (dépassements de budgets, non conformités aux exigences techniques, non-respect des délais,...).

Nous considérerons en détail ces différents risques au cours de nos développements ; nous illustrons seulement ici ces trois « macro-risques » PRAO sur le schéma de la Figure I-15.

Comme déjà indiqué, le premier macro-risque (1) est associé à la décision du soumissionnaire sur la non poursuite de l'AO. Le choix « no go » peut s'avérer risqué car le soumissionnaire peut écarter un projet auquel il aurait pu trouver un intérêt.

Le second macro-risque (2) est lié à la décision de rejet par le client de l'offre proposée. Cette décision concrétise un risque important auquel nous allons particulièrement nous intéresser car, dans la plupart des cas, l'objectif du soumissionnaire est de remporter l'AO. Signalons cependant que l'objectif peut être tout autre selon le contexte : seulement participer sans être retenu (figurer dans la liste des soumissionnaires), se faire connaître, acquérir de l'expérience,...

Le troisième macro-risque (3) auquel nous porterons aussi une attention particulière est lié au développement du produit/service. Il s'agit là des différents risques susceptibles d'affecter les objectifs de coût, qualité et délais du projet.

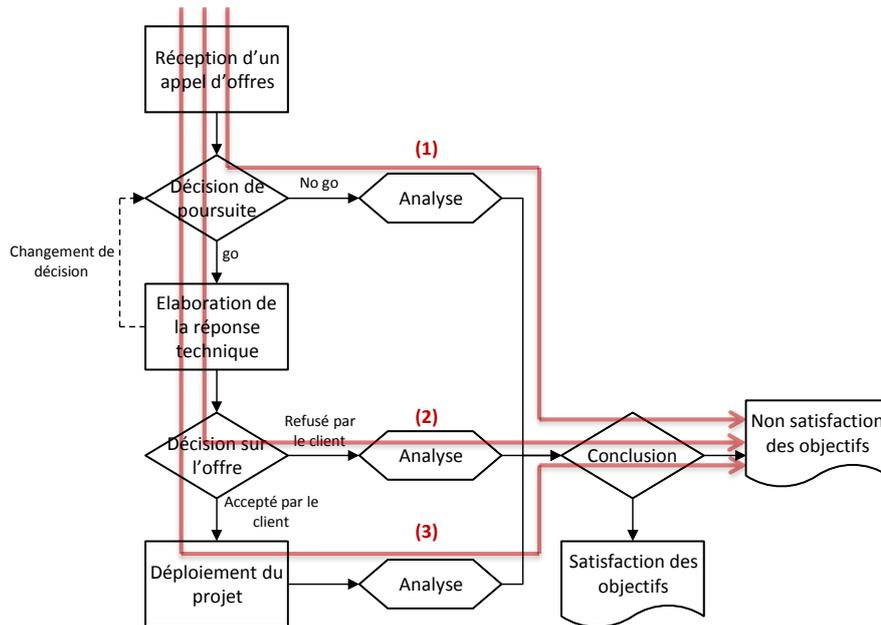


Figure I-15. Les trois macro-risques du PRAO

Pour chacun des scénarios possibles, une analyse doit être effectuée afin d'identifier les raisons pour lesquelles le scénario correspondant est apparu et les conditions dans lesquelles il s'est déroulé.

Pour les situations consécutives aux décisions « no go » et « refusé par le client », cette analyse consistera à recueillir toutes les informations possibles sur le devenir du projet : les conditions de réalisation par le prestataire concurrent retenu ainsi que les résultats établis afin de tirer une conclusion sur l'opportunité de la décision « no go » ou de celle « refusé par le client ».

Dans le cas du « déploiement », l'analyse consistera à établir les écarts entre les prévisions, en phase PRAO, et les résultats à la clôture du projet sur les différents aspects liés aux risques, coûts, qualité et délais et à en dégager les enseignements correspondants.

Partant de ces éléments, notre objectif est de définir une méthodologie permettant de conduire un PRAO efficacement en considérant les risques afférents. Nous avons établi que le PRAO ne peut pas être analysé indépendamment du projet qui en découle. Cette méthodologie ne devra pas se substituer à la démarche de raisonnement nécessaire à l'élaboration de la réponse technique ni à celle du développement de l'objet du PRAO mais, au contraire, elle devra permettre de structurer celles-ci afin de forcer les questionnements potentiels nécessaires, permettant de maîtriser les risques de ce processus et du projet associé.

Pour cela, plusieurs horizons temporels sont à considérer comme nous le montrons sur le schéma de la Figure I-16.

Si nous considérons le PRAO courant, en cours de réalisation au temps présent, le déroulement de ce processus et de celui, sous-jacent, de la gestion des risques associés s'appuie sur l'expertise du soumissionnaire, acquise pour une grande part dans les expériences passées, sur :

- la conduite même du PRAO courant et la caractérisation des risques afférents,
- les conditions de réalisation du futur projet et la prévision des risques potentiels associés.

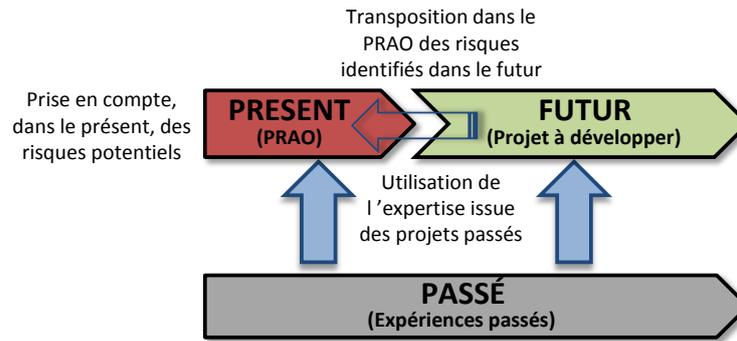


Figure I-16. Les échelles de temps à considérer

La juxtaposition de ces trois horizons temporels nécessite, d'une part, de proposer une solution permettant, à la fois, une continuité dans le temps (*i.e.* entre les cas passés, le PRAO présent et les développements futurs) et, d'autre part, d'être en mesure de capitaliser les connaissances et l'expertise sur ces trois niveaux temporels.

## I.4.2 Revue des contraintes du problème

Le PRAO est un processus complexe où plusieurs entités interviennent (soumissionnaire, client, co-prestataires, concurrents,...). Deux acteurs principaux se dégagent cependant de ce processus : le prestataire ou maître d'œuvre (MOE) et le client ou maître d'ouvrage (MOA). En effet, le PRAO doit pouvoir prendre en compte les contraintes de ces deux acteurs pour aboutir à une offre adaptée aux objectifs des deux parties.

L'espace de travail permettant l'établissement d'une offre commerciale (OC) en réponse à un AO est situé à l'intersection des exigences du client et de celles du prestataire.

Les contraintes d'utilisation par le MOA imposent des conditions d'élaboration de « l'objet du PRAO » ; l'expertise et le savoir-faire du MOE contraignent ses possibilités de réalisation (compétences, ressources, capacité,...) et ne lui permettent pas de toujours proposer une offre pleinement adaptée aux exigences du client. De ce fait, il faut trouver un « juste équilibre » entre exigences et contraintes permettant de satisfaire au mieux les attentes et les possibilités des deux acteurs pour la réalisation des objectifs (notamment de qualité, délais et coûts).

Nous retrouvons, dans cette recherche de compromis entre MOA et MOE, les éléments principaux de la démarche « Meet-in-the-Middle ». Cette démarche de conception consiste à trouver la forme de rencontre idéale entre l'approche descendante qui part des exigences client pour aller vers les principes de la solution et celle ascendante qui s'appuie sur les solutions existantes pour répondre aux exigences du client [Perepletchikov et al., 2005].

La démarche du Meet-in-the-Middle est devenue un sujet cible de certaines communautés scientifiques qui veulent coupler les approches « Top-Down » et « Bottom-Up » dans la méthodologie même de développement et non dans sa seule mise en place. Cette démarche est abordée dans différents domaines comme celui du développement logiciel, du développement des systèmes embarqués et de la conception de microsystèmes de production [Gendreau et al., 2007] [Bonivento et al., 2006].

Même si, dans notre problématique, nous ne considérons pas le spectre complet du processus de conception, nous retrouvons la même préoccupation de concilier les exigences du client avec les possibilités du prestataire. Nous proposons sur le schéma de la Figure I-17 une illustration de l'application de ces concepts dans notre vue du PRAO.

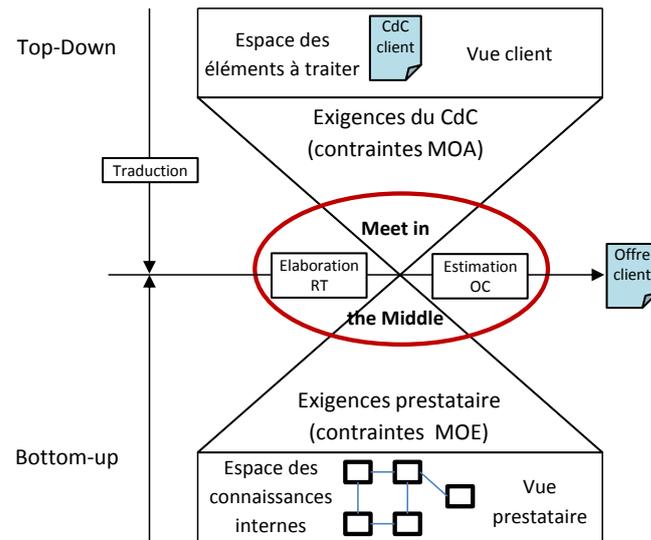


Figure I-17. Espace d'action MOA - MOE

Une autre contrainte importante du PRAO est le fait que son analyse ne peut être conduite séparément du projet qui en découle. Nous rappelons que, pour dresser un constat significatif sur l'efficacité d'un PRAO donné et des actions entreprises durant cette phase amont, tout le cycle du projet doit être considéré : c'est pendant la réalisation du projet que l'analyste pourra constater si les actions et les prévisions faites en phase de PRAO sont en accord avec les développements qui suivent.

Tel que nous l'avons présenté dans la section I.1.3, nous proposons un couplage PRAO - cycle de développement permettant de mieux analyser l'ensemble du projet et de prendre en compte les résultats obtenus en phase de clôture.

Un autre fait à prendre en compte dans le PRAO est que l'acteur qui établit le CdC n'est pas celui qui l'exécute. Cette situation peut engendrer des problèmes au niveau des fonctionnalités du produit pour le client et des problèmes de développement (liés à une mauvaise interprétation des besoins) pour le prestataire. Gérer les exigences dans un projet est une activité fondamentale pour son bon déroulement [Guillerm, 2011]. En effet, lors de la conception d'un système, un nombre important de documents est produit. Sans une ingénierie des exigences adaptée, il est quasiment impossible de garantir la cohérence et la qualité nécessaire au succès du projet.

L'ingénierie des exigences, très utilisée en ingénierie des systèmes, considère toutes les activités liées aux exigences telles que leur définition, leur traçabilité, leur modification, leur gestion en terme de maturité et permet de garantir la cohérence et la qualité nécessaire au succès d'un projet. Cette discipline vise, entre autres objectifs, à [Sommerville et Sawyer, 1997] :

- collecter les exigences,
- faciliter leur expression,
- détecter les incohérences entre exigences,
- valider les exigences,
- gérer les changements.

Pour faciliter la traduction des besoins client en exigences techniques afin de garantir que le produit développé par le prestataire correspond à celui attendu par le client, il est nécessaire de considérer ces cinq points qui sont à la frontière entre l'espace de travail du MOA et celui du MOE. Pour ce dernier, l'ingénierie des exigences doit aussi veiller à ce que chaque exigence soit correctement interprétée, allouée, suivie, satisfaite, vérifiée et justifiée.

Nous soulignons l'importance de l'ingénierie des exigences pour la réussite du PRAO et donc pour garantir que le système conçu répondra bien aux besoins du client et fonctionnera comme prévu.

Tout écart vis-à-vis du respect des exigences pourra être à l'origine d'un fonctionnement non-souhaité, d'où le lien avec notre problématique.

Le PRAO présente donc plusieurs spécificités dont certaines ont déjà été évoquées :

- la nature même du PRAO impose une forte réactivité et ce processus doit être généralement réalisé dans un temps très court (de l'ordre de quelques semaines),
- les décisions doivent être rapidement prises, s'appuyant sur les meilleurs compromis coût, qualité, délais,
- les informations et données sur lesquelles le PRAO est initialisé sont partielles (connaissance des grandes lignes du besoin), imprécises (besoins parfois sous-évalués ou surévalués) et incertaines ; de plus, elles sont souvent distribuées (réparties entre différents acteurs),
- l'élaboration de la réponse à l'AO impose de gérer les exigences des parties prenantes, d'anticiper sur les développements futurs et de caractériser le scénario de réalisation qui pourra être mené.

### I.4.3 Proposition de solution

Les spécificités du PRAO que nous venons de présenter permettent d'envisager certaines pistes de la solution à mettre en place :

- la nécessité d'une organisation efficace de l'information (données techniques, connaissance normative, connaissance des compétences,...) qui permettra de trouver rapidement toutes les informations nécessaires,
- l'importance d'appréhender le risque PRAO et de pouvoir le formaliser pour son identification, traitement et suivi,
- la nécessité de considérer, dans l'analyse des risques du PRAO, tout le cycle du projet qui en découle,
- l'importance de s'appuyer sur l'expertise acquise, utilisant un processus de retour d'expérience (REx) des cas passés.

Afin d'établir une solution tenant compte de ces aspects, nous avons décidé de nous appuyer sur une instrumentation adaptée du processus de réponse à appel d'offre, combinant le processus de management des risques (PMR), présenté dans la section I.2, qui donne un cadre général de conduite de la gestion des risques et un système de retour d'expérience déployé sur l'ensemble du PRAO-P.

Nous donnons sur le schéma de la Figure I-18 l'architecture globale de la solution proposée.

A partir de cette instrumentation du processus de réponse à appel d'offre, nous visons la définition d'une méthodologie efficace de conduite du PRAO que nous développerons dans les chapitres suivants.

Soulignons quelques points de cette architecture.

Le PMR (représenté sur le schéma par la flèche rouge) est un processus itératif qui se déroule tout au long du PRAO-P. Parmi les cinq composantes principales qui le forment, l'ensemble « contexte – appréciation – traitement » se distingue des deux autres composantes car il forme le workflow qui décrit les activités à mener pour identifier, évaluer et contrôler le risque. La communication et la surveillance sont plutôt des activités transversales au PMR qui garantissent l'amélioration continue de ce processus.

Les développements que nous avons effectués par rapport aux risques PRAO-P seront présentés dans le chapitre II.

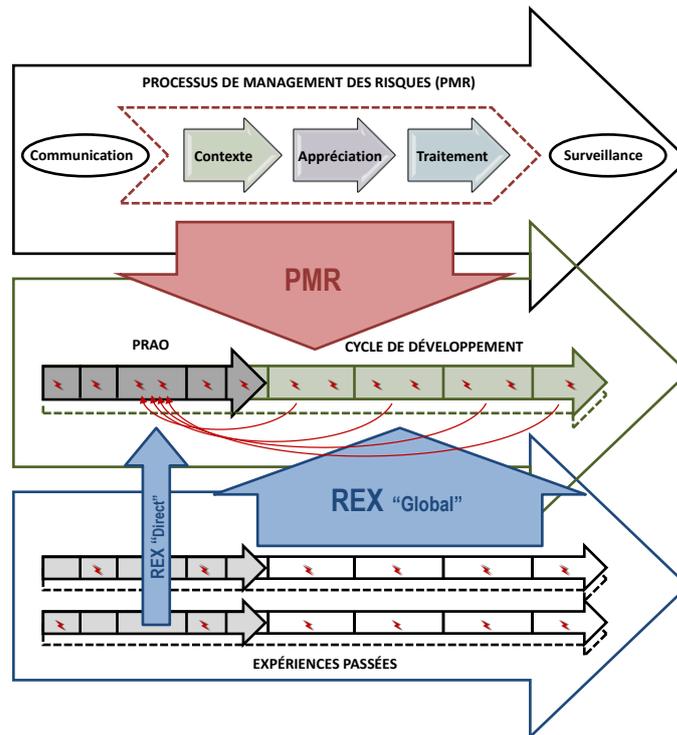


Figure I-18. Architecture globale de la solution envisagée

Le REX est une démarche structurée de capitalisation et d'exploitation des connaissances. L'objectif global du REX est de bénéficier de l'analyse d'un fait ou d'un événement passé en vue de réutiliser la connaissance sous-jacente afin de réduire la répétition d'erreurs et de favoriser les pratiques performantes [Rakoto, 2004]. Le choix de nous appuyer de façon explicite sur l'expérience acquise dans les PRAO et les projets antérieurs pour la maîtrise des risques nous conduira à considérer deux niveaux complémentaires d'application du processus de retour d'expériences concernant respectivement :

- l'expérience directe acquise au cours de l'élaboration des réponses aux appels d'offres antérieurs et de la négociation avec les donneurs d'ordre (REx direct) ; cette expérience est relative aux risques inhérents du PRAO,
- celle acquise au cours des différentes phases du cycle de développement des projets passés (REx global) ; cette expérience concerne les risques de conduite de projet et est relative à l'objet même de l'AO.

Ces deux REX sont schématisés sur le schéma de la Figure I-18 par les deux flèches bleues montrant la récupération des événements redoutés des expériences passées (symbolisés par ⚡). Le REX direct permettra de capitaliser les différents risques qui auront été identifiés au cours des PRAO passés et d'exploiter cette connaissance pour établir les risques correspondants dans le PRAO courant. Le REX global permettra d'identifier les risques survenus aux différentes phases de développement des projets passés. Il permettra ensuite de « rapporter » ces risques sur le cycle de développement du futur projet associé au PRAO courant.

Notons que les risques rattachés au cycle de développement du futur projet devront être transposés aux phases du PRAO associé afin d'anticiper leurs actions de gestion. Il est évident que tous les risques identifiés ne seront pas systématiquement « remontés » car cela rendrait la démarche lourde et longue. Des mécanismes de transposition de ces risques devront pourtant être établis (critères de filtrage, fusion entre risques,...).

Les développements que nous avons faits autour des fonctionnalités du système REX seront présentés dans le chapitre III et la méthodologie complète dans le chapitre IV.

Sans anticiper sur les développements que nous allons présenter par la suite, le travail à fournir pour définir une méthodologie de conduite du processus PRAO-P, tenant compte des risques potentiels, se situe à l'intersection de l'ingénierie des connaissances, des systèmes décisionnels et de la gestion des risques. Plusieurs points d'intérêt scientifique s'en dégagent.

C'est tout d'abord la construction d'un système d'information performant, supportant les processus *métier* engagés dans la conduite du PRAO et permettant l'expression de toutes les formes de connaissance associées à ces processus.

C'est ensuite l'engagement d'approches multi-modèle assurant, via des mécanismes non intrusifs, la saisie et la restitution d'expertise et conférant une cohérence entre modèles permettant leur alignement tout au long du cycle de développement de l'objet du PRAO.

C'est enfin la formalisation des mécanismes de gestion des risques avec, là encore, les aspects élicitation d'experts et vues multicritère, permettant l'analyse rationnelle des risques PRAO et des modes de raisonnement associés aux processus décisionnels sous-jacents.

## I.5 CONCLUSION

L'objectif de ce chapitre était de présenter le PRAO comme contexte dans lequel se placent nos travaux de recherche, ainsi que la problématique à résoudre. Plusieurs constats et résultats ont été établis.

Nous avons décrit l'organisation du PRAO en nous appuyant sur les travaux existants dans la littérature. Nous avons rappelé quelques aspects normatifs de ce processus et les particularités dominantes. Nous avons identifié le lien existant entre le PRAO et la conduite de projet et nous avons positionné le PRAO dans ce contexte.

Nous avons mis en évidence la nécessité de considérer tout le cycle projet dans l'analyse du PRAO, désignant par PRAO-P ce processus étendu.

Nous avons ensuite présenté le processus de management des risques (PMR) comme cadre de structuration de notre démarche. Nous avons rappelé les principales activités qui composent ce processus et nous avons montré quelques applications de son utilisation, mettant en évidence l'intérêt d'inscrire nos développements dans ce cadre.

Un état de l'art sur le PRAO et sur les concepts associés à notre problématique de recherche a permis d'identifier les travaux offrant des perspectives intéressantes de poursuite ou encore pouvant être source d'inspiration pour la proposition de la solution à mettre en place.

Nous avons constaté que les concepts que nous réunissons dans notre travail (PRAO, risque, REx) ont été peu abordés, dans une forme liée, dans les travaux que nous avons considérés. Il existe des approches prenant en compte ces concepts mais c'est généralement de manière séparée.

Un autre constat important est que le cycle de projet n'est pas pris en compte dans les approches de maîtrise des risques dans le PRAO. Pourtant, la réalité des risques envisagés et des actions mises en place pour les gérer n'est pas vérifiée à la clôture du projet.

Sur l'ensemble de ces constats, nous avons pu affiner notre problématique de recherche en mettant en évidence la nécessité d'organiser l'information découlant du PRAO et du projet associé, l'importance d'appréhender le risque et de pouvoir le formaliser, la nécessité de considérer tout le cycle du projet dans l'analyse des risques du PRAO et l'importance de s'appuyer sur l'expérience acquise des cas passés.

Nous avons explicité la solution que nous prévoyons : une méthodologie de conduite du PRAO axée sur l'instrumentation du processus de réponse à appel d'offre combinant un système de retour d'expérience déployé sur l'ensemble du PRAO-P et l'application des techniques de gestion des risques suivant les principes du PMR.

Nous avons proposé une trame d'architecture couplant le PRAO-P, le REx et le PMR où, sans exposer les différents mécanismes d'imbrication des éléments présents dans la méthodologie qui sera développée au cours de ce manuscrit, nous illustrons simplement les principes fédérateurs sur lesquels cette dernière sera bâtie.

Dans le chapitre suivant, nous allons approfondir le concept de risque en présentant plusieurs approches de définition de celui-ci pour introduire ensuite notre propre vue. Une approche innovante pour la classification des risques PRAO sera également présentée et un modèle permettant de renseigner toutes les caractéristiques pertinentes pour l'appréhension et la manipulation aisée du risque sera enfin détaillée.

# CHAPITRE II.

## MODELISATION DU RISQUE

L'objectif de nos travaux est de rendre la conduite du processus de réponse à appel d'offre plus performante. Pour cela, il est essentiel de prendre en compte autant les risques susceptibles de survenir lors de ce processus que ceux du projet qui en découle. La prévision de ces risques et de leur gestion permettra de garantir l'atteinte des objectifs dans la phase amont du PRAO et dans celle aval du projet, ceci en rapport avec les enjeux des décisions « go/no go » et « acceptation/refus » durant le PRAO et ceux de satisfaction des contraintes de coût, de qualité et de délais durant le projet. Il nous a donc paru nécessaire d'effectuer une analyse des différentes définitions du risque afin de nous positionner parmi celles-ci.

La notion de risque a été étudiée depuis longtemps et on trouve dans la littérature de nombreuses définitions en fonction du champ d'application.

Soulignons immédiatement l'ambiguïté du terme : le risque est soit quelque chose que l'on évite, soit quelque chose que l'on prend [Ewald, 2002]. Le danger s'évite (c'est un obstacle que l'on essaie d'éviter) alors que le risque se prend (c'est ce que l'on est prêt à engager pour atteindre un objectif). Pourtant, de plus en plus, une confusion s'établit entre les deux notions et on parle fréquemment de risque en lieu et place de danger.

La plupart des définitions du risque mettent en valeur une ou plusieurs dimensions de celui-ci (événement, cause, conséquence, probabilité d'occurrence, gravité, danger, menace, incertitude, vulnérabilité, dommage, objectif, vraisemblance,...), ce qui illustre bien que celui-ci est un concept à plusieurs facettes. Cependant, en général, le sens final est toujours le même : la mise en péril de l'atteinte des objectifs.

Dans ce contexte, nous nous intéressons dans le chapitre II à la définition même du risque et à sa représentation afin de dégager les éléments conceptuels qui serviront de support à notre démonstration.

Le chapitre comprend cinq sections principales.

Dans la première section, nous présentons différentes définitions du risque proposées dans la littérature. Nous y distinguons trois approches principales : la définition du risque à partir de formes littérales, la description du risque à partir des éléments qui le composent, les représentations graphiques du risque. Pour chacune de ces approches nous menons une discussion en nous positionnant par rapport à celles-ci.

Nous exposons dans la section suivante les concepts le plus souvent associés au risque. Nous montrons ici que le risque est une notion complexe dont plusieurs termes sont liés. Nous détaillons davantage le rapport entre risque et incertitude et entre risque et danger car, dans la littérature, ces notions sont fréquemment corrélées. Nous terminons cette section en présentant d'autres concepts reliés au risque que nous utiliserons par la suite du chapitre.

Dans la troisième section, nous introduisons notre propre vue du risque et nous l'étendons au risque PRAO-P.

Une typologie des risques fondée sur la nature des causes et celle des effets de l'événement indésirable est ensuite proposée dans la quatrième section dans le but d'identifier les situations « risque » susceptibles de porter atteinte aux objectifs du PRAO-P. A partir de cette typologie, une cartographie permettant de positionner les situations de risques sur le cycle PRAO – projet, est

présentée. Enfin, nous montrons les interactions entre les entités pouvant être source ou cible des événements indésirables et les classes des risques couramment rencontrés dans la littérature.

La cinquième section est consacrée à la proposition d'un modèle risque PRAO nommé CEMDEX permettant d'appréhender l'ensemble des caractéristiques utiles pour renseigner le risque. Nous détaillons les cinq composantes de ce modèle et nous l'illustrons à l'aide d'un cas d'étude.

## II.1 DEFINITION DU RISQUE

L'objectif fondamental de ce travail étant de développer une méthodologie pour la gestion des risques dans le processus de réponse à appel d'offres, nous allons, dans un premier temps, définir le concept de risque à partir d'une étude bibliographique avant de nous positionner par rapport à celle-ci.

Nous avons choisi d'organiser cette revue de la littérature suivant trois approches que nous avons constatées retenues par les auteurs pour développer leur vue du risque. La première approche consiste à exprimer sous forme littérale la notion de risque telle que les auteurs la perçoivent. La deuxième consiste à décrire le risque à partir des éléments qui, selon chaque auteur, le composent. La troisième s'appuie sur des représentations graphiques qui aident l'auteur à exprimer sa vue du risque.

Nous allons considérer les différentes définitions du risque selon ces trois approches et nous exposerons les concepts associés avant de faire, chaque fois, une synthèse sur ceux-ci. Nous présenterons ensuite notre propre description du risque.

### II.1.1 Description générale du risque

De nombreuses normes nationales et internationales portent sur le risque. En partant de [ISO IEC GUIDE51, 1999] où le risque est défini comme la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa gravité, la notion de risque a évolué pour intégrer d'autres composantes telles que : événement, système, objectif, potentiel, hasard et, plus récemment, incertitude.

A notre connaissance, la dernière référence pour la définition du risque est la norme [ISO GUIDE73, 2009]<sup>1</sup> qui propose un vocabulaire commun autour du risque. Le risque y est défini comme étant *l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs*. Cette définition couvre un large domaine d'applications et propose la caractérisation du risque en référence à des événements et des conséquences potentielles ou à une combinaison des deux. Le risque est donc exprimé en termes de combinaison des conséquences d'un événement et de sa vraisemblance. Dans cette définition, l'incertitude est l'état, même partiel, de défaut d'information concernant la compréhension ou la connaissance d'un événement, de ses conséquences ou de sa vraisemblance. La notion « d'incertitude » est ainsi introduite mais elle reste un concept encore assez nouveau dont la méconnaissance est importante malgré les derniers travaux incorporant cette notion dans la définition du risque [Aven et Renn, 2009] [Aven et Zio, 2011].

D'autres définitions du risque ont été proposées dans des nombreux travaux. Nous nous sommes inspirés notamment du travail très complet de [Sienou, 2009] pour filtrer, rajouter et présenter les définitions qui, selon nous, apportent un éclairage intéressant sur le risque et sont susceptibles d'application à notre contexte. Nous donnons dans le Tableau II-1 les principales définitions et les domaines d'intérêt dominant :

---

<sup>1</sup> L'ISO GUIDE 73:2009 est une norme connexe à l'ISO 31000, 2009 qui donne la définition du risque.

Auteur	Définition	Domaine
[Markowitz, 1952]	Variance of return.	Finance
[Marrs et Mundt, 1982]	Business risk is the threat that an event or action will adversely affect an entity's ability to achieve its business objective and execute its strategies successfully.	Management
[Kervern et Rubise, 1991]	Le risque est la mesure du danger.	Industrie
[IFRIMA, 1994]	The likelihood of a specified uncertain event occurring within a specified period or under specified circumstances.	Assurance
[Canadian-Standards, 1997]	The chance of injury or loss as defined as a measure of the probability and severity of an adverse effect to health, property, the environment or other things of value.	Management
[Vaughan, 1997]	Déviation par rapport à un objectif.	Finance
[Favre et al., 1988]	Produit des chances d'occurrence d'un événement dommageable par le degré de gravité pressenti associé à cet événement et correspondant généralement aux pertes potentielles.	Approche générale
[ISO IEC GUIDE51, 1999]	Combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa gravité.	Ingénierie de systèmes
[Bourrellet et al., 2000]	Probabilité de l'occurrence d'un événement non désiré, et le degré de gravité des pertes potentielles induites.	Approche générale
[IEEE 1540, 2001]	The likelihood of an event, hazard, threat or situation occurring and its undesirable consequences; a potential problem.	Ingénierie de systèmes
[Kontio, 2001]	A possibility of loss, the loss itself, or any characteristic, object, or action that is associated with that possibility.	Projet
[ISO GUIDE73, 2002]	Combination of the probability of an event and its consequence.	Approche générale
[Bernard et al., 2002]	Probabilité d'occurrence d'un événement et son impact sur une unité.	Approche générale
[Gouriveau, 2003]	L'association de caractéristiques d'événements causes et conséquences d'une situation donnée.	Approche générale
[ISO 17666, 2003]	Undesirable situation or circumstance that has both a likelihood of occurring and a potential negative consequence on a project.	Projet
[FD X50 117, 2003]	Un événement dont l'apparition n'est pas certaine et dont la manifestation est susceptible d'affecter les objectifs du projet.	Projet
[PMI, 2004]	An uncertain event or condition that, if occurs, has a positive or negative effect on a project's objectives.	Projet
[Kerzner, 2005]	Measure of the probability and consequence of not achieving a defined project goal.	Projet
[Gourc, 2006]	Possibilité qu'un événement survienne dont l'occurrence entraînerait des conséquences (positives ou négatives) sur le déroulement de l'activité du projet.	Projet
[Desroches et al., 2006]	Caractéristique d'un événement, définie conjointement par sa vraisemblance d'occurrence et la gravité de ses conséquences.	Approche générale
[ISO GUIDE73, 2009]	Effect of uncertainty on objectives.	Approche générale
[Desroches et al., 2010]	Événement dont l'occurrence peut contrarier l'attente des objectifs du projet en termes de performances, coûts et délais.	Projet

Tableau II-1. Définitions du risque, inspiré de [Sienou, 2009]

Une première analyse sémantique montre que le risque est un concept polysémique avec plusieurs manifestations possibles.

Selon [Sienou, 2009], le risque peut se manifester sous forme d'événement et il est considéré comme l'occurrence ou le changement d'une situation particulière ; il est caractérisé par une probabilité d'occurrence, une nature et une conséquence. On retrouve cette approche dans [ISO

GUIDE73, 2002] [FD X50 117, 2003] [PMI, 2004] [Desroches et al., 2010]. Cette vue est souvent employée dans le domaine de l'ingénierie.

Le risque peut aussi être considéré comme une mesure pour quantifier une incertitude et/ou la perte associée à un événement incertain [Markowitz, 1952] [Kervern et Rubise, 1991] [ISO IEC GUIDE51, 1999] [Kerzner, 2005]. Il peut être assimilé également à la variation possible d'une grandeur. C'est une vue souvent adoptée dans le domaine des finances, des assurances et du management.

Il peut désigner l'incertitude en tant que telle. Il porte alors sur les causes et les conséquences éventuelles d'un événement probable [PMI, 2004]. Cette approche est également constatée, là encore, dans le domaine des finances, des assurances et du management.

Enfin, le risque peut être également vu comme un état. C'est l'état du système qu'on considère comme l'objet du risque [Bernard et al., 2002]. C'est également un état d'esprit comme la peur. On rencontre cette conception du risque en sécurité de travail, contrôle interne et management.

## Discussion

Dans la définition normalisée du risque, la combinaison de la probabilité et de la gravité peut être source d'erreur car elle laisse penser que les composantes du risque sont de même nature et peuvent être combinées selon une loi de composition interne. Etant donné que la vraisemblance sur l'apparition de l'événement est définie en termes de fréquence d'apparition ou de probabilité d'occurrence et que la nature des conséquences de l'événement est définie en termes de dommages sur l'élément vulnérable, il est difficile de combiner ces deux éléments dans une seule grandeur. Cependant, il est courant et, même, accepté dans la littérature des expressions mathématiques qui normalisent et fusionnent ces deux composantes.

Classiquement, on associe le risque à un événement ayant des conséquences négatives, c'est à dire dommageables. Cependant, il est fréquent de trouver les expressions « risque positif » et « risque négatif ». Selon Gourc, un risque est dit négatif si la conséquence de l'événement, définie en termes de gravité des pertes est un préjudice ou un dommage [Gourc, 2006]. Un risque est dit positif si la conséquence de l'événement, définie en termes d'importance de gain, est un bénéfice ou un avantage. On parle alors d'opportunité.

Si l'on considère un danger et un élément vulnérable d'un système, le risque peut être considéré comme la liaison entre le danger et l'élément vulnérable. Cette liaison est réalisée de façon aléatoire tant au niveau de l'instant d'agression qu'au niveau de la nature et de la gravité des dommages subis par l'événement vulnérable. Le danger n'est pas un risque mais la composante qui génère la gravité des conséquences. De même, la vulnérabilité n'est pas un risque mais elle caractérise le niveau de sensibilité de l'élément cible du système.

Pour résumer, comme l'a constaté Gouriveau, le terme de risque désigne aussi bien la cause d'un événement que sa conséquence éventuelle [Gouriveau, 2003]. Il s'avère cependant indispensable de noter que l'usage du terme s'étend également à la mesure de la conséquence du risque. Cette diversité des sens explique la difficulté d'aboutir à un consensus.

### II.1.2 Description par les éléments constitutifs

Cette approche propose la définition du risque à partir des éléments pouvant le décrire. Ces éléments sont souvent corrélés à l'événement indésirable, aux caractéristiques d'occurrence et d'impact, à l'incertitude et à la connaissance. Nous présentons à la suite trois propositions s'appuyant sur ce principe pour décrire le risque.

### II.1.2.1 Description d'un scénario

Dans [Kaplan et Garrick, 1981] (K&G), les auteurs proposent une description du risque comme un ensemble de triplets  $\langle S_i, P_i, X_i \rangle$ . Dans cette description,  $S_i$  est un scénario d'une situation risque,  $P_i$  est la probabilité de réalisation de ce scénario et  $X_i$  est la conséquence ou la mesure de l'évaluation du scénario, c'est à dire la mesure du dommage. Selon K&G, une analyse de risque consiste à répondre aux trois questions suivantes :

- que peut-il arriver (événements indésirables)?
- quelle est la probabilité que cela se produise?
- si cela arrive, quelles sont les conséquences?

Pour répondre à ces questions, les auteurs proposent de faire une liste des résultats ou « scénarios » comme suggéré dans le Tableau II-2 où la ligne  $i$  peut être considérée comme le triplet  $\langle S_i, P_i, X_i \rangle$  décrivant le scénario  $i$ .

Scénario	Probabilité	Conséquence
$S_1$	$P_1$	$X_1$
$S_2$	$P_2$	$X_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$S_N$	$P_N$	$X_N$

Tableau II-2. Liste des scénarios

Si le tableau pouvait contenir tous les scénarios envisageables, il constituerait alors la réponse aux trois questions et donc au risque. Le risque  $R$  serait donc défini comme l'ensemble des triplets :

$$R = \{ \langle S_i, P_i, X_i \rangle, i = 1, 2, \dots, N \}$$

K&G complètent cette liste par le scénario  $S_{N+1}$  correspondant à la catégorie « autres risques » et contenant tous les scénarios non inclus dans le tableau précédent. Au final, le risque est représenté par un ensemble de triplets :

$$R = \{ \langle S_i, P_i, X_i \rangle, i = 1, 2, \dots, N+1 \}$$

Un deuxième niveau de définition du risque s'appuie sur l'idée de probabilité de fréquence de la manière suivante : « soit une expérience dans laquelle le plan d'action proposé est décrit plusieurs fois. A la fin de cette expérience, nous serons en mesure d'établir la fréquence d'apparition du scénario  $S_i$ . Cette fréquence sera un nombre mesuré expérimentalement noté  $\phi_i$  ». A la fin de l'expérience, nous avons l'ensemble des nombres  $\phi_i$  et l'ensemble des triplets :

$$R = \{ \langle S_i, \phi_i, X_i \rangle, i = 1, 2, \dots, N+1 \}$$

Là, K&G cherchent à prendre en compte l'incertitude à l'aide du langage des probabilités. Le degré d'incertitude dépend de l'état total des connaissances au moment d'exprimer des hypothèses et des données à partir des expériences avec des actions similaires dans le passé. En répertoriant l'ensemble de triplets pour un plan d'action proposé, il faut reconnaître que la fréquence avec laquelle le scénario  $S_i$  se produit n'est pas connue. L'état des connaissances sur cette fréquence est donc exprimé avec une courbe de probabilité  $P_i(\phi_i)$  qui est la fonction de densité de probabilité de la fréquence  $\phi_i$  de l' $i$ -ème scénario. Ainsi, l'ensemble des triplets est donné sous la forme :

$$R = \{ \langle S_i, P_i(\phi_i), X_i \rangle \}$$

K&G expriment que cet ensemble de triplets est le risque, y compris l'incertitude en fréquence. De même, s'il y a une incertitude dans les dommages, l'ensemble des triplets devient :

$$R = \{ \langle S_i, P_i(\phi_i, X_i) \rangle \}$$

### II.1.2.2 Prise en compte des préférences du décideur

Les travaux de K&G ont été repris par Wall qui a cherché à prendre en compte les préférences du décideur [Wall, 2011]. Dans ses travaux, Wall a examiné l'application de la définition du risque de K&G dans le contexte de la prise de décision en gestion. Une nouvelle question est alors posée : quelles sont les préférences du décideur par rapport à un scénario ? « *Sans la connaissance de la préférence du décideur, il n'y a pas de risque* ». La réponse à cette quatrième question donne une fonction de rétribution du décideur,  $u(Y)$ . Un nouveau triplet  $\{<Y, P_Y, u(Y)>\}$  remplace le triplet original  $\{<S_i, P_i, X_i>\}$  de K&G (dénommé  $\{<F, P_F, Y(F)>\}$  dans l'approche de Wall).

Le contexte du problème de décision de gestion en situation d'incertitude est décrit comme suit : le problème central est le choix d'une variable  $X$  de manière à faire qu'une autre variable  $Y$  se comporte d'une manière souhaitée.  $Y$  est définie par une fonction de deux variables explicatives :

$$Y = f(X, F)$$

$X$  représente la variable de décision qui est sous le contrôle du décideur.  $F$  est une variable aléatoire représentant les facteurs hors du contrôle du décideur. La fonction  $f(X, F)$  est connue. La seule information qu'il y a sur  $F$  est sa distribution de probabilité,  $P_F$ .

Le décideur choisit  $X$  de sorte que  $Y$  prenne les « meilleures » valeurs dans le sens des objectifs du décideur. La « meilleure » décision est conditionnée par  $F$  et est une fonction de  $F$  (*i.e.*  $X = h(F)$ ). La relation devient alors :

$$Y = f(h(F), F) = g(F)$$

Étant donné  $F$  et  $f(.,.)$ , il est possible de déterminer  $Y$ , le résultat d'intérêt (la « conséquence » dans [Kaplan et Garrick, 1981]). Dans cette représentation du système,  $g(.)$  est considérée comme connue, mais  $F$  doit être estimée à partir de sa probabilité  $P_F$ .

Wall assure qu'il s'agit d'un ensemble d'informations beaucoup plus riche par rapport à ce qui est proposé par K&G [Wall, 2011]. Selon Wall, les préférences du décideur doivent aussi être prises en compte. Elles sont le fondement de la définition de  $Y$  et de ce qu'on entend par « meilleur ». Wall propose donc de revisiter la troisième question de K&G.

La réponse aux deux premières questions fournit les informations nécessaires pour calculer la réponse à la troisième question posée par K&G. Compte tenu de  $P_F$  et de la relation  $Y = f(h(F), F) = g(F)$ , il est possible d'obtenir  $P_Y$ . Il n'est pas nécessaire de répondre à la troisième question posée par K&G. Il s'agit d'une question posée et résolue dans le processus de formulation du problème de décision. Il est cependant nécessaire de poser une quatrième question (qui d'après Wall est vraiment la « nouvelle » troisième question).

Alors que la connaissance de  $Y$  et  $P_Y$  est absolument essentielle, le risque ne peut être évalué sans connaître les préférences du décideur sur le  $Y$  probable. Sans ces préférences, le décideur ne se soucie pas de ce qui se passe. Il n'y a pas de risque. C'est pourquoi Wall formule cette quatrième question par rapport à  $P_Y$  : « quel est le sentiment du décideur? Comment perçoit-il  $Y$ ?

Cette question interpelle le décideur par rapport à ses préférences en ce qui concerne  $Y$ . Quels résultats préfère-t-il éviter? Quels résultats préfère-t-il avoir? Wall propose comme réponse une fonction de rétribution du décideur  $u(Y)$ .

La définition originale du risque telle que proposée par K&G revêt maintenant une autre forme basée sur la représentation suivante:

$$\{<Y, P_Y, u(Y)>\}$$

Le résultat d'intérêt  $Y$  remplace le scénario. La distribution de probabilité de  $Y$  remplace la distribution de probabilité de  $F$ . La conséquence  $Y(F)$  ne désigne plus le résultat obtenu mais les préférences du décideur décrites par  $u(Y)$ .

### II.1.2.3 Prise en compte de l'incertitude

L'incertitude est considérée explicitement dans plusieurs travaux [Paté-Cornell, 1996] [ISO GUIDE73, 2009],... Dans une étude très complète sur le risque, Aven expose que cette notion comporte des événements (événements initiateurs, scénarios), des conséquences (résultats) et des probabilités [Aven, 2010a]. Les incertitudes sont exprimées à travers les probabilités. La gravité est une façon de caractériser les conséquences.

Il formalise le risque en écrivant :

$$\text{Risque} = (A, C, P)$$

où  $A$  représente les événements,  $C$  les conséquences de  $A$  et  $P$  les probabilités associées. Ceci est le point de départ de sa définition. Est-ce que  $(A, C, P)$  est une description adaptée du risque ? Les probabilités permettent-elles d'exprimer les incertitudes par rapport aux événements et aux conséquences ?

Deux cas possibles sont envisagés : *i*) le risque décrit comme un triplé  $(A, C, P)$ , *ii*) le risque décrit comme un triplé  $(A, C, U)$  où  $U$  est l'incertitude par rapport à  $A$  et  $C$ .

Il conclut qu'une description « objective » du risque n'existe pas ; le risque est construit soit sur une connaissance sur l'estimation du risque (cas *i*) soit sur une connaissance sur l'évaluation des incertitudes (cas *ii*).

Afin de résoudre le dilemme, il propose d'inclure dans sa définition les deux cas en proposant l'ensemble [Steen et Aven, 2011] :

$$\text{Risque} = (A, C, U, P, K)$$

où  $A$  et  $C$  correspondent aux événements identifiés et à leurs conséquences respectives,  $K$  est la connaissance sur laquelle la description est fondée,  $U$  représente l'évaluation de l'incertitude qui va plus loin que les probabilités : par exemple, une évaluation qualitative des facteurs d'incertitude (ces facteurs sont principalement le résultat des hypothèses faites pour déterminer  $P$ ) et, enfin,  $P$  est la distribution de probabilité de  $A$  et  $C$ .

### II.1.2.4 Discussion

L'approche de K&G est très intéressante car elle donne les bases de la définition du risque. Cependant, les trois composantes  $\{<S_i, P_i, X_i>\}$  seules semblent insuffisantes pour bien caractériser ce concept. Néanmoins, la prise en compte d'un scénario  $S_{N+1}$  pour représenter la catégorie « autres risques » (les risques négligés, ceux non encore envisagés ou inconnus) nous paraît judicieuse.

Malgré l'intérêt de la proposition de Wall [Wall, 2011] d'inclure les préférences du décideur  $\{<Y, P_Y, u(Y)>\}$  dans la caractérisation du risque, nous ne sommes pas convaincus de sa pertinence ; en effet, les choix faits par les décideurs peuvent revêtir un fort caractère arbitraire et certains décideurs peuvent également être réticents à spécifier leurs arguments. Nous devons pouvoir décrire le risque même dans le cas où le décideur n'est pas en mesure de faire des choix.

Soulignons que Paté-Cornell et Aven affirment que les préférences ne doivent pas être une partie de la notion du risque ni de son évaluation [Paté-Cornell, 1996] [Aven, 2010a].

Dans son approche Aven [Aven, 2010a] propose de compléter le triplet défini par K&G avec deux autres composantes : l'incertitude et la connaissance ; le risque est défini par les composantes {<A, C, U, P, K>}. Cette représentation nous semble être la plus complète : les deux « dimensions » nouvelles U et K introduites seront présentes dans notre approche, notamment la connaissance qui, dans notre cas, sera principalement issue du retour des expériences passées.

### II.1.3 Représentations graphiques du risque

De nombreuses approches graphiques contribuent à l'appréhension du risque. Globalement, nous distinguons les approches liées à la théorie de graphes (*i.e.* réseaux bayésiens, modèles markoviens, réseaux de Petri,...) et celles liées à la logique événementielle (*i.e.* diagramme d'analyse des causes et d'effets, arbres de faits,...). Nous présentons ci-après plusieurs modèles structurels décrivant le risque.

#### II.1.3.1 Le risque dans une perspective causes/situation/effets

Gouriveau s'appuie sur la phénoménologie causes/situation/effets pour décrire son approche [Gouriveau, 2003]. L'auteur soutient que le risque peut être défini par l'association des caractéristiques d'événements causes et conséquences (ou effets) d'une situation donnée (Figure II-1).

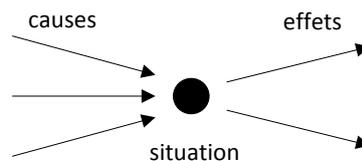


Figure II-1. Modèle du risque défini dans [Gouriveau, 2003]

Ce phénomène de succession d'événements peut être étendu à un ensemble plus large de risques, les conséquences des uns étant les causes des autres. L'auteur pose également qu'il existe une certaine similitude entre la phénoménologie de la sûreté de fonctionnement cause de défaillance / mode défaillance / effet de défaillance et cette vision globale de la dynamique des risques (cause / situation / effet).

#### II.1.3.2 Le risque dans une perspective de gestion de projet

Gourc s'intéresse au risque dans une perspective de gestion de projet et propose un modèle du risque pour le pilotage et la conduite des activités par anticipation des risques [Gourc, 2006]. Il définit le risque comme « la possibilité que survienne un événement dont l'occurrence entraînerait des conséquences (positives ou négatives) sur le déroulement de l'activité du projet ».

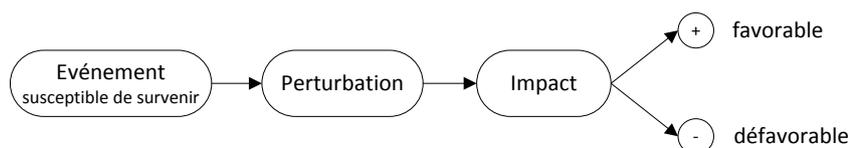


Figure II-2. Modèle du risque défini dans [Gourc, 2006]

Comme il est illustré sur le schéma de la Figure II-2, le risque est un concept dynamique matérialisé autour de trois éléments. Etant donné une situation normale, un événement probable

peut causer une perturbation éventuelle. Cet événement a un impact favorable ou défavorable sur un projet. L'impact constitue une « *mesure qui définit l'importance des perturbations occasionnées par l'occurrence du risque* ». Il lui est associé un niveau de gravité qui représente les effets induits. L'impact peut être de type délai, coût ou qualité selon le critère de performances qu'influence la perturbation. Ce modèle décrit le risque dans deux dimensions : un espace des occurrences caractérisé par une chaîne causale d'événements et un espace des effets qui constitue une chaîne de relations de type événement-perturbation-impact.

### II.1.3.3 Le risque dans une perspective d'ingénierie

Le Software Engineering Institute (SEI) s'intéresse au risque dans plusieurs domaines comme la défense, l'aérospatial et le secteur public. Dans le but d'uniformiser les différentes visions du risque développées par l'institut, Alberts propose dans [Alberts, 2006] le modèle représenté sur la Figure II-3.

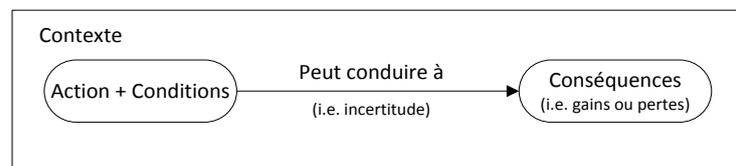


Figure II-3. Modèle du risque du SEI [Alberts, 2006]

Pour l'auteur, le risque se manifeste à travers une situation à laquelle est associée une perte ou un gain. Considérée comme l'environnement dans lequel le risque est perçu, cette situation est désignée « contexte ».

Le contexte est « *la situation ou l'environnement dans lequel le risque est en cours de visualisation et définit les actions et les conditions pertinentes à cette situation* ». Il établit les conditions qui favorisent une transition (action) définie comme « *l'acte ou le fait qui déclenche le risque* ». Cette dernière se manifeste dans des conditions données pour conduire, éventuellement, à des conséquences.

Le contexte est caractérisé par une incertitude qui porte sur ces conséquences et qui nécessite une décision des acteurs exposés au risque. C'est donc dans le contexte que se trouve l'information indispensable à l'appréciation des conséquences. Ainsi, étant donné une combinaison d'événement / conséquence, la perception du risque dépend du contexte dans lequel il est considéré.

### II.1.3.4 Le risque dans une perspective d'intégration

Motivé par « *le besoin de fournir un cadre qui permet d'intégrer l'ensemble des risques encourus par une entité supportant le risque afin de les gérer d'une manière cohérente* », Bernard a mené une étude pluridisciplinaire du risque en proposant le modèle conceptuel de la Figure II-4 [Bernard et al., 2002].

Dans ce modèle, le risque est vu comme « *la probabilité d'un événement et son impact sur une entité supportant le risque* ». Il est associé à la notion de changement d'état de l'unité d'analyse qui est l'entité pour laquelle le risque est évalué. L'événement désigne ici un incident qui survient dans un contexte donné pendant un intervalle de temps défini.

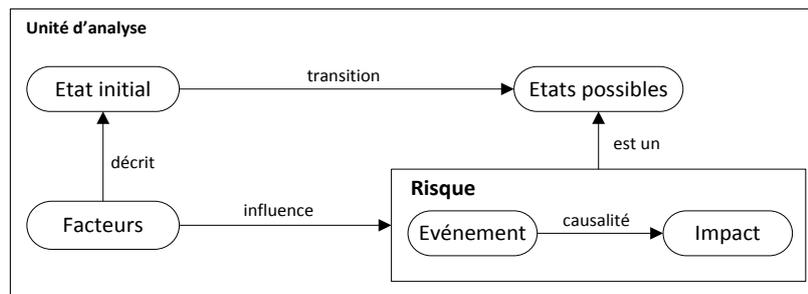


Figure II-4. Modèle conceptuel du risque du CIRANO [Bernard et al., 2002]

Il est à noter que les liens entre chaque concept de la Figure II-4 n'ont pas tous le même sens. Le lien entre l'état initial et les états possibles est un lien temporel qui traduit l'évolution, au cours du temps, de l'état initial vers un état possible. Le lien entre « facteurs » et « état initial » est un lien de description, puisque la situation de l'unité d'analyse (individu, projet, organisation,...) peut être décrite par des facteurs de risque. Par ailleurs, étant donné que des facteurs de risque influencent la probabilité d'un événement et la gravité de son impact, il existe un lien d'influence entre les deux types de « facteurs » et « risque ». Chaque risque, *i.e.* chaque combinaison d'événements et d'impacts, représente alors l'ensemble des états possibles pour une unité d'analyse.

### II.1.3.5 Le risque dans une perspective automate

Sienou s'est inspiré du concept d'automate pour développer sa vue du risque [Sienou, 2009]. Un automate est caractérisé par un ensemble d'états, un ensemble de conditions et un système de transitions d'états. Etant donné un état initial et une condition, un événement peut causer une transition vers un état futur.

Cette approche considère le risque dans une perspective d'événement dit « événement risque » et une perspective de situation dite « situation risque » qui est un état (Figure II-5).

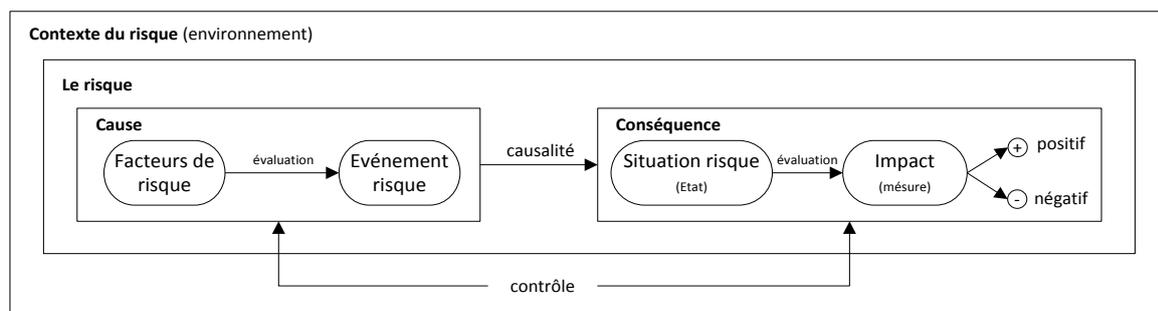


Figure II-5. Modèle conceptuel du risque d'après [Sienou, 2009]

La première perspective est événementielle et montre la dynamique du risque dans un esprit de chaîne d'événements. Etant donné un état initial, l'événement risque est la cause d'un changement d'état. La deuxième vision caractérise le risque en tant qu'état, donc une situation. Les deux vues sont interdépendantes. D'une part, une situation risque peut être caractérisée par un ensemble d'événements et, d'autre part, un événement risque peut causer une transition dans plusieurs situations risques.

Notons que l'auteur considère un troisième espace qu'il nomme « contexte du risque ». Cet espace est celui de l'interprétation, c'est-à-dire l'environnement dans lequel le système d'étude réalise son objectif. C'est l'environnement de perception et de définition du risque.

De plus, ce modèle prend en compte l'engagement des acteurs puisqu'il considère le concept de « contrôle » ou option de traitement qui désigne le résultat d'une décision de traitement. Selon l'objectif recherché, le contrôle porte soit sur la cause, soit sur la conséquence du risque.

### II.1.3.6 Discussion

Les représentations proposées ci-dessus illustrent bien, selon nous, les différentes manières d'appréhender le risque. Nous y distinguons les approches liées aux graphes d'état qui décrivent le risque comme le passage d'une situation à une autre en présence de certains facteurs influents [Bernard et al., 2002] [Sienou, 2009] et celles en rapport avec la logique événementielle qui décrivent le risque comme une succession d'événements conduisant à des résultats négatifs ou positifs [Gouriveau, 2003] [Gourc, 2006] [Alberts, 2006].

Les deux approches sont intéressantes puisqu'elles offrent une perception visuelle de ce que peut être le risque, ce qui facilite son appréhension. Pour un gestionnaire des risques, il est plus pratique de travailler avec des représentations simples car les paramètres à considérer sont moins nombreux, le risque étant en soi un concept complexe dont la compréhension nécessite un niveau d'abstraction élevé. C'est pourquoi nous adoptons une vision du risque plus orientée vers l'occurrence des événements comme point de départ de nos développements.

Nous nous appuyons sur la définition proposée par [Gouriveau, 2003] qui définit le risque d'apparition d'un événement indésirable par l'association d'événements causes, caractérisés par leur occurrence (P), et d'événements conséquences (ou effets), caractérisés par leur gravité ou impact (I).

## II.2 CONCEPTS ASSOCIES AU RISQUE

Plusieurs concepts sont associés au risque. Il est souvent vu dans la littérature les notions d'incertitude, danger, menace, accident, événement redouté, situation dangereuse,... Dans cette partie, nous donnons les définitions de ces concepts et nous les positionnons par rapport au risque. Cela permettra d'éclaircir la notion de risque et de mieux comprendre son rapport avec les termes le plus souvent liés à cette notion. Nous distinguons cependant les notions d'incertitude et de danger.

### II.2.1 Risque et incertitude

Le terme « incertitude » est relativement récent et de plus en plus incorporé dans la définition du risque. Les premiers travaux faisant la distinction entre risque et incertitude ont été menés par Kaplan [Kaplan et Garrick, 1981] qui a développé son point de vue à l'aide d'un exemple que nous avons détourné de son cadre « *supposons que nous venions de gagner un AO important, très médiatisé. Nous ne sommes pas sûrs de l'importance de l'impact de cette victoire sur notre notoriété mais c'est une perspective de doublement ou de triplement de marché. Nous pouvons certainement dire que nous sommes dans un état d'incertitude mais pas que nous sommes confrontés à des risques* ». La notion de risque, par conséquent, implique à la fois incertitude et une certaine forme de perte ou dommages. Symboliquement, cela peut être écrit comme :  $\text{risque} = \text{incertitude} + \text{dommages}$ .

Dans [Bernard et al., 2002], les auteurs soutiennent que l'incertitude ne correspond pas au risque. Dans la notion d'incertitude, la possibilité de perte n'est pas présente. L'incertitude signifie donc le manque d'information. Par conséquent, lorsque l'information devient disponible, il est possible de mesurer le risque. Si l'information est insuffisante, l'incertitude est plus grande et le risque

plus important. Lorsqu'on dispose suffisamment d'informations pertinentes, l'incertitude est moindre et le risque moins important.

De même, Béler soutient dans [Béler, 2008] que l'information qui décrit une caractéristique du monde est, par nature, imparfaite et, ce, pour plusieurs raisons : incomplétude, méconnaissance, imprécision,... Il s'appuie sur la distinction faite par Dubois entre incertitude, imprécision, incomplétude et ambiguïté [Dubois et Prade, 2006]. D'après lui, l'incertitude est relative à la vérité d'une information et caractérise son degré de conformité à la réalité. Elle se réfère à la nature de l'objet ou du fait concerné ainsi qu'à sa qualité, son essence ou son occurrence.

Dans [Keynes, 2006], l'auteur explique que la vraie incertitude signifie que l'on ne sait tout simplement rien et, par conséquent, que les approches traditionnelles, fondées sur la description de tous les événements possibles et toutes leurs conséquences, sont limitées. Dans ces situations, cette approche explique que le décideur peut préférer ne pas décider ou suivre son instinct.

### II.2.1.1 Relation entre incertitude et probabilité

La distinction entre incertitude mesurable, souvent appelée risque, et incertitude non-mesurable, appelée simplement incertitude, a été introduite par Knight [Knight, 1921]. La première incertitude désigne le cas où il existe une mesure de probabilité sur les événements possibles alors qu'il n'en existe pas dans le second cas. Cette distinction constitue une des premières tentatives de décrire et de définir l'incertitude.

Plus récemment d'autres auteurs ont repris les travaux de Knight et ont introduit les notions de d'incertitude aléatoire et d'incertitude épistémique pour se référer à ces deux types d'incertitude [Paté-Cornell, 1996] [Utkin et Kozine, 2010] [Aven, 2010b]. La première incertitude est irréductible et est due à la variabilité naturelle des phénomènes aléatoires. La deuxième est dû à un manque de connaissances qui peut être réduit en faisant davantage d'efforts (recueil de données, consultation d'experts, essais accélérés, etc.) [Aguirre et al., 2013].

Dubois considère que tous les types d'incertitudes ont une nature épistémique [Dubois, 2010]. Par contre, il convient que l'incertitude peut avoir différentes sources, c'est-à-dire qu'elle peut provenir de la variabilité naturelle d'un phénomène ou de l'imperfection de l'information.

De manière générale, les cadres de raisonnement pour l'étude des incertitudes sont la théorie des probabilités classique qui, d'après certains auteurs, confond les incertitudes aléatoires et épistémiques et modélise ces deux types par une seule distribution de probabilité et les théories présentant, toujours à l'aide des probabilités, des cadres plus généraux pour traiter séparément ces incertitudes.

Globalement, il existe deux types de raisonnement probabiliste : l'approche objectiviste et l'approche subjectiviste.

L'approche objectiviste est liée au concept de fréquence. La notion de probabilité est évoquée lorsque l'on considère des événements susceptibles de se reproduire. Dans cette approche, toute forme d'incertitude autre que celle portant sur l'occurrence d'événements pouvant se répéter n'est pas considérée comme relevant du calcul des probabilités. Cela permet aux énoncés probabilistes d'être vérifiés empiriquement.

D'après Baillon, le risque peut être vu comme toute situation où les probabilités sont connues [Baillon, 2007]. Dans ce cas, l'auteur se réfère explicitement aux probabilités objectives. Quand les probabilités ne sont pas connues, il parle alors des événements ou des ensembles de probabilités possibles. Ainsi, l'incertitude concerne aussi bien le risque que les cas dans lesquels il n'existe pas une mesure de probabilité. Dans l'approche de Baillon, le terme « ambiguïté » est utilisé pour désigner des situations où aucune probabilité objective n'existe mais où des

probabilités subjectives peuvent être définies. L'auteur justifie ceci par le fait que, même s'il existe des probabilités subjectives, celles-ci apparaissent moins certaines au décideur.

L'approche subjective cherche à combler les limitations de l'interprétation objectiviste en appliquant des probabilités au plus grand nombre possible de sentiments d'incertitude. Elle étend aussi son champ d'application en prenant en compte des connaissances importantes mais non strictement objectives et, surtout, d'origine fréquentielle. La probabilité devient alors la mesure d'un état de connaissance, d'un degré de croyance ou d'un état de confiance [Gouriveau, 2003]. Dans l'approche subjectiviste, il n'existe de probabilité que relativement à un individu faisant face à un événement donné. Cette vision permet de définir des probabilités même s'il n'est pas possible d'effectuer un calcul fréquentiel. Par exemple, les décisions d'un individu peuvent révéler ses croyances. Dans [Savage, 1972], les conditions pour que les choix révèlent l'existence de telles probabilités ont été établies. Puisque l'incertitude est ainsi mesurable, Savage soutient qu'elle peut être subjectivement qualifiée de risque. Cependant, il peut rester une part d'incertitude qui ne se réduit pas au risque. Il existe des exemples dans lesquels les axiomes de Savage sont violés et, par conséquent, ne permettent pas de définir des probabilités subjectives [Ellsberg, 1961]. Des généralisations du résultat de Savage tentent d'étendre la définition des probabilités afin de couvrir des situations que les axiomes de Savage ne prenaient pas en compte.

### II.2.1.2 Mécanismes de prise en compte de l'incertitude

Nous venons d'évoquer la mesure de l'incertitude par le biais des probabilités. Pourtant, une mesure de probabilité ne qualifie pas la confiance de l'information ou de l'état de croyance incertain représenté mais seulement sa précision et la vraisemblance relative des différentes propositions [Fabiani, 1996]. Ainsi, le formalisme probabiliste prend toute sa dimension lorsque l'information disponible est forte, même dans l'approche subjectiviste. Cette caractéristique mène souvent à l'introduction d'information illégitime dans le calcul des probabilités.

Dans l'approche de description des risques (A, C, P, U, K) introduite par Aven [Aven, 2010a], une description objective du risque n'existe pas. Cette approche soutient que la probabilité est juste un outil utilisé pour exprimer les incertitudes mais n'est pas un « outil parfait ». De même, le formalisme probabiliste ne permet pas de dissocier les cas d'ignorance totale, de contradiction et d'impossibilité. La théorie des probabilités peut donc, dès le début de son utilisation, ne pas être un moyen convenable d'expression d'une connaissance.

Compte tenu de cette appréciation des mécanismes probabilistes, il s'avère nécessaire de considérer des formes subjectives de prise en compte de l'incertitude pour l'analyse des risques.

L'approche subjective considère la probabilité comme la mesure personnelle de la croyance en l'occurrence de l'événement [Dubois et al., 2008]. Dans cette approche, la probabilité est interprétée comme la traduction numérique d'un état de connaissance. Les cadres de développements théoriques les plus courants sont :

- la méthode bayésienne qui constitue un cadre applicable à des probabilités a priori subjectives. L'inférence bayésienne permet de calculer la probabilité d'une hypothèse. Les probabilités sont basées sur la distribution d'un poids de confiance unitaire sur les valeurs possibles. La formulation bayésienne introduit une probabilité conditionnelle ainsi qu'une probabilité a priori révisable. Ce cadre reste solidement ancré à la notion de probabilité. Nous ne détaillons pas cette approche car ses bases probabilistes la rendent mal appropriée à la représentation d'informations incertaines issues de l'expertise [Dubois et Prade, 2006],
- la théorie des possibilités qui fournit des outils mathématiques permettant de représenter une information incomplète, imprécise ou vague [Dubois et Prade, 1988]. Elle est une

extension décisionnelle de la théorie des sous-ensembles flous qui permet de modéliser simplement des catégories du langage naturel, des valeurs appartenant à une échelle numérique,... [Zadeh, 1978]. Elle est basée sur la distribution d'un poids de confiance unitaire sur n'importe lequel des sous-ensembles emboîtés du domaine des valeurs possibles,

- la théorie des fonctions de croyance qui fournit des outils mathématiques permettant de traiter une information de nature aléatoire et imprécise. C'est un cadre théorique qui généralise les deux cadres précédents. Les développements reposent sur la distribution d'un poids de confiance unitaire sur n'importe quel sous-ensemble du domaine des valeurs possibles. Il existe plusieurs variantes dont la théorie de Dempster-Shafer [Shafer, 1976] et le Modèle des Croyances Transférables (MCT) [Smets et Kennes, 1994].

## II.2.2 Risque et danger

La relation entre risque et danger est complexe et la distinction même entre ces deux concepts n'est pas évidente.

Dans le langage usuel, le danger est ce qui menace ou compromet la sûreté, l'existence d'une personne ou d'une chose [Robert et al., 1993]. L'AFNOR le définit comme une source potentielle de dommages.

Dans [Desroches et al., 2006], le danger est défini comme étant le potentiel de dommage ou de préjudice portant atteinte aux personnes, aux biens ou à l'environnement. La nature du danger peut être matérielle (dispositif mécanique, substance chimique, virus,...) ou immatérielle (énergie potentielle ou cinétique, formation incomplète d'un opérateur,...). Le danger peut être la propriété d'une substance, un objet, un phénomène, une situation ou un processus mal défini ou mal réalisé (erreur humaine, erreur de diagnostic, erreur de stratégie, erreur de management,...). La connaissance de la nature du danger est le point de départ obligé de l'analyse de risques.

Dans [Kaplan et Garrick, 1981], le risque est introduit comme la « possibilité de perte ou de préjudice » et le « degré de probabilité d'une telle perte ». Dans cette approche, le danger existe simplement comme une source ; le risque comprend la vraisemblance de conversion de cette source en perte effective, blessure ou dommage. Symboliquement, cela peut être écrit comme :

$$\text{risque} = \text{danger} / \text{protections.}$$

Cette relation met aussi en évidence l'idée qu'on peut rendre le risque aussi faible qu'on veut en augmentant les garanties mais qu'on ne pourra jamais le réduire à zéro : le risque n'est jamais nul mais il peut être faible.

Ce positionnement entre risque et danger nous paraît important. Sans reprendre nos propos de l'introduction du chapitre sur le risque subi qu'on cherche à éviter et celui qu'on provoque, le risque est très fréquemment assimilé à un danger : on est alors dans la situation courante de la confrontation à un danger contre lequel on veut se prémunir (risque industriel, par exemple). Pourtant, il faut pouvoir distinguer cette situation de celle du risque spéculatif, volontairement provoquée par l'acteur afin d'atteindre un certain objectif.

Deux notions sont fréquemment corrélées au concept de danger. Il s'agit des notions de *menace* et de *vulnérabilité*.

Pour l'ISO, la menace est une cause potentielle d'un incident non désiré qui peut résulter dans des dommages à un système ou une organisation [ISO IEC 17799, 2005].

Selon la méthode de gestion des risques EBIOS (Expression des Besoins et Identification des Objectifs de Sécurité), une **menace** est une attaque possible d'un individu ou d'un élément naturel sur des biens entraînant des conséquences potentielles négatives. Elle est souvent caractérisée

par une expertise de l'attaquant, ses ressources disponibles et sa motivation.

La **vulnérabilité** est une caractéristique d'une entité qui peut constituer une faiblesse ou une faille au regard d'un système. Cette caractéristique est exprimée par l'aptitude ou la probabilité que le système se dégrade avec réduction de sa capacité à réaliser sa mission sous l'effet d'une agression de nature et de niveau définis [EBIOS, 2010].

Dans l'approche EBIOS, le risque est défini comme la combinaison d'une menace et des pertes qu'elle peut engendrer : c'est-à-dire de la potentialité de l'exploitation de vulnérabilité par un élément menaçant et de l'impact sur l'organisme. L'impact y est considéré comme la conséquence sur l'organisme de la réalisation d'une menace.

### II.2.3 Autres concepts liés au risque

Afin de mieux appréhender la notion du risque, nous avons dressé une liste non exhaustive des principaux autres concepts intervenant régulièrement dans la définition de celui du risque. Nous appuyant principalement sur le dictionnaire d'analyse et de gestion des risques [Desroches et al., 2006] et d'autres documents (normes, articles, thèses,...), nous avons retenu :

**Accident** : *événement redouté*, soudain, involontaire et imprévu dont les conséquences sont la mort, l'invalidité ou les blessures graves aux personnes, l'atteinte grave à l'environnement ou la destruction partielle ou totale du système. L'accident est souvent un *événement* résultant d'un enchaînement d'événements ou de scénarios initialisé dans une *situation dangereuse*.

Dans plusieurs recueils, une définition similaire est utilisée pour décrire un **aléa**.

**Cause** : événement à l'origine d'un *événement* considéré. Si l'on considère un effet, la cause sera l'*événement* qui l'a engendré.

**Conséquence** : résultat de la matérialisation du risque en termes d'impact sur une cible. La matérialisation du risque correspond à un *événement redouté* et à ses conséquences (*accident*). C'est le deuxième paramètre courant caractérisant le risque en termes de dommage ou de préjudice.

**Déteçtabilité ou probabilité de détection** : « degré de vraisemblance pour que des signes précurseurs puissent être détectés » [FD X50 117, 2003]. On peut considérer cette caractéristique soit comme binaire (facilement détectable, difficilement détectable) soit comme une probabilité que l'on peut évaluer qualitativement ou quantitativement.

**Élément vulnérable** : élément d'un système susceptible de subir un dommage ou un préjudice lors de l'exposition à un *danger*. Un élément vulnérable est susceptible de ne plus remplir sa fonction en présence de *danger* et diminue la potentialité du système à assurer sa mission. La *vulnérabilité* de l'élément dépend de la nature du *danger* auquel il est soumis. La mise en présence d'un élément vulnérable d'un système avec un *danger* créera une *situation dangereuse* pouvant aboutir à un *accident*.

**Événement** : résultat d'une combinaison de circonstances ou éventualités. L'événement doit pouvoir être défini et caractérisé et il peut être certain ou incertain. Il peut être défini par ses seules caractéristiques (nature, fréquence d'occurrence, etc.) mais aussi à partir de la définition de ses origines ou ses conséquences.

- **Événement redouté** : situation dont l'occurrence entraîne un dysfonctionnement dans le déroulement de l'activité et contrarie l'atteinte de ses objectifs ou porte atteinte aux biens ou aux personnes. Pour un projet, les événements redoutés sont ceux qui peuvent contrarier l'atteinte des performances et la sécurité du produit en conception dans les contraintes de coûts et de délais.

- **Événement contact** : événement dont la survenance, en présence de *danger*, met le système en *situation dangereuse*. Une situation dangereuse est donc causée par la survenance d'un événement contact en présence de *danger*.
- **Événement amorce** : événement dont l'occurrence peut entraîner un *accident* quand le système est en *situation dangereuse*. Il est aussi appelé « événement déclencheur » car il peut initier un *accident*, lorsque les autres conditions requises sont également réunies.

**Gravité – Impact** : importance des conséquences directes et indirectes en termes de dommages ou de préjudices, relatives à la survenance d'un *événement redouté*. La gravité est l'un des deux paramètres usuels qui caractérisent un risque. Elle peut être définie pour toute conséquence associée à l'apparition de n'importe quel *événement redouté*.

**Risque résiduel** : « risque subsistant après le traitement du risque » [ISO GUIDE73, 2009]. Un risque résiduel peut inclure un risque non identifié. Un risque résiduel peut également être appelé « risque pris ».

**Situation dangereuse** : situation dans laquelle les éléments du système sont exposés à un *danger*. Elle résulte de la conjonction d'un *danger* et d'un *événement contact* qui met le système en présence ou au contact du *danger* sans pour cela que les *éléments vulnérables* du système soient systématiquement ou directement exposés.

**Vraisemblance et probabilité d'apparition** : la vraisemblance est la mesure de la confiance dans une information ou sur l'issue d'une expérience. La probabilité d'apparition est le degré de vraisemblance ou d'occurrence d'un événement dans des conditions d'observation données.

## II.3 NOTRE VUE DU RISQUE

Comme nous l'avons présenté précédemment, la vue classique du risque est liée à la perception *causes/conséquences* d'un événement redouté. Le risque est lié à l'occurrence de cet événement, corrélée à l'importance des conséquences qu'il induit. De façon générale, le risque est perçu comme l'association de caractéristiques des causes d'apparition d'un ou de plusieurs événements redoutés et des conséquences (ou des effets) de leur occurrence [Gouriveau et Noyes, 2004] comme représenté sur le schéma de la Figure II-6.

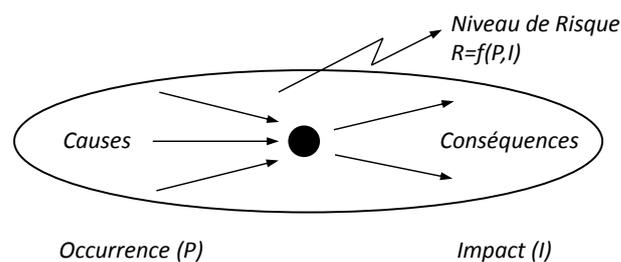


Figure II-6. Représentation générale du risque

Un scénario de risque est une suite ou une combinaison d'événements aboutissant à un événement redouté et ses conséquences. Nous donnons sur le schéma de la Figure II-7 une adaptation de l'arborescence proposée dans [Delmotte et al., 2014] et [Desroches et al., 2009]. Cette représentation illustre de façon simple le positionnement, sur une échelle temporelle, des différents concepts caractérisant le risque.

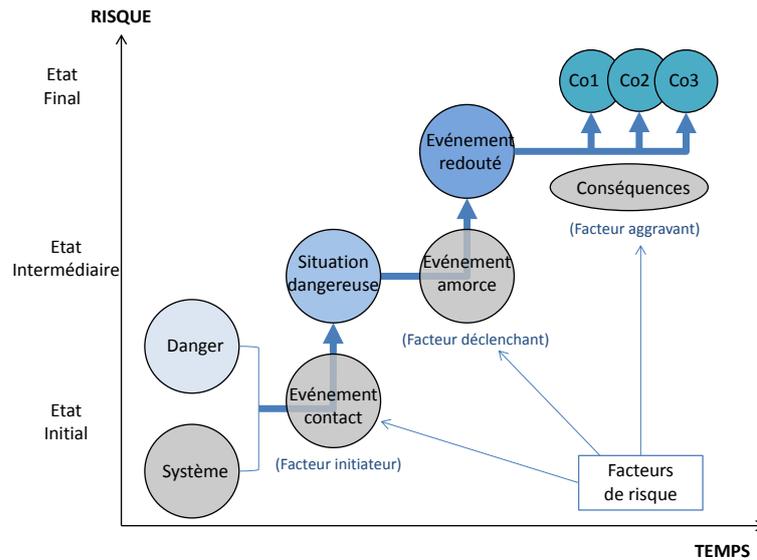


Figure II-7. Arborescence d'un scénario de risque, d'après [Delmotte et al., 2014]

D'après Desroches, la notion de système est essentielle pour déterminer le périmètre de l'analyse des risques. Classiquement, on définit un système comme un ensemble d'éléments en interaction, organisés pour accomplir une activité donnée dans des conditions données (délais, coûts, qualité,...)<sup>2</sup>. Un système peut donc être un processus, un ensemble fonctionnel, un ensemble de sous-systèmes ou une combinaison de ceux-ci. Le risque est donc directement associé à l'exposition du système à un danger établi par le contexte de l'événement indésirable. En l'absence de cette exposition, le concept de risque n'a plus de sens.

### II.3.1 Notre représentation du risque

Les modèles présentés par [Gouriveau et Noyes, 2004], [Sienou, 2009] et [Desroches et al., 2009] ont inspiré notre approche du risque qui prend en compte les éléments classiques du risque (causes / événement / conséquences) mais qui rajoute une nouvelle dimension provenant du contexte. Nous considérons que le contexte d'apparition de l'événement indésirable doit être pris en compte lors de son analyse car, en fonction de celui-ci, les conséquences peuvent être plus ou moins graves.

Nous introduisons notre propre vue du risque sur le schéma de la Figure II-8.

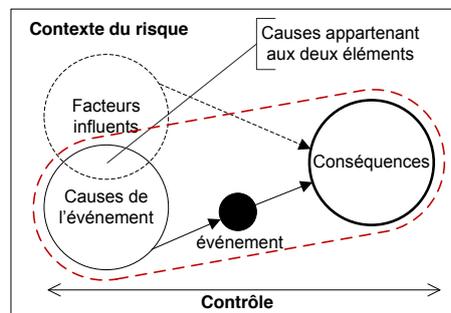


Figure II-8. Représentation du risque proposée

<sup>2</sup> Définition issue de la 3SF (société pour l'avancement de la sécurité des systèmes en France)

Dans ce modèle, nous prêtons une attention particulière aux éléments « causes » et « effets » puisque c'est sur ces éléments que s'exerceront les actions de gestion de risque. Notons que l'entité « événement » (représentée en noir) perd de l'importance et apparaît comme la causalité ou bien la transition entre les causes et les effets, désignée dans [Sienou, 2009] par « changement d'état ».

On y retrouve la primitive classique (causes / événement / conséquences) du risque (délimitée par les pointillés rouges sur la Figure II-8) mais nous considérons également des éléments externes, présents dans le contexte, susceptibles d'avoir une influence sur les conséquences : il s'agit des « facteurs influents ». Bien que ces facteurs influent directement sur les effets de l'événement indésirable, ils peuvent aussi faire partie des causes d'apparition de l'événement. Notons que ces facteurs influents sont aussi considérés dans le modèle récent de [Delmotte et al., 2014] sous la dénomination de « facteurs aggravants ».

De plus, l'aspect « contrôle » a été rappelé pour représenter le fait que les actions de contrôle peuvent être menées tant sur les causes que sur les conséquences.

Souvent, le risque n'est pas une situation isolée mais un ensemble de situations chaînées qui induit le risque réel [Gouriveau et Noyes, 2004]. Nous proposons sur le modèle de la Figure II-9 une séquence d'événements chaînés (effet en cascade) qui représente tous les risques associés à un système depuis les causes initiales jusqu'aux conséquences finales.

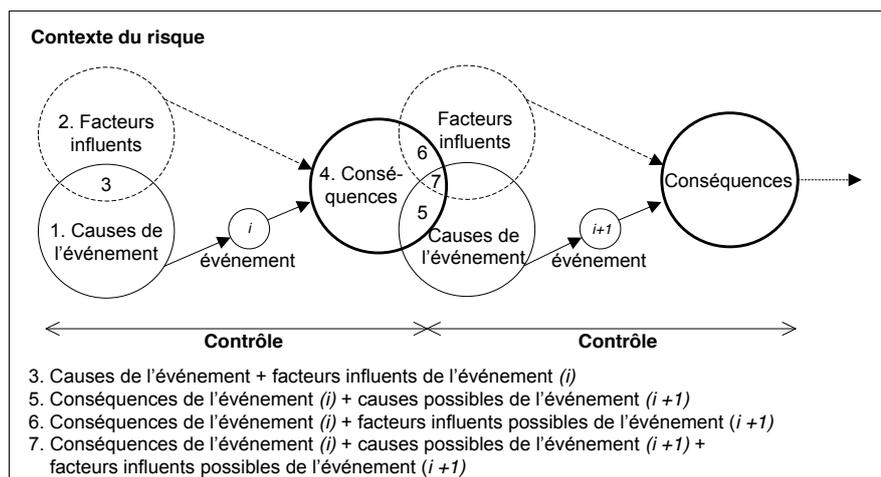


Figure II-9. Effets cascade du risque

Ainsi, un événement indésirable (i) comporte un ensemble de causes propres, des facteurs influents et des conséquences (tel que montré sur la Figure II-8). Les conséquences de cet événement (i) peuvent faire partie autant des causes d'occurrence d'un événement nouveau (i+1) que des facteurs influents de cet événement et ainsi de suite.

### II.3.2 Le risque PRAO

Avant de définir le risque PRAO, il convient d'étudier le risque « projet » puisque nous considérons que le PRAO est la phase initiale du cycle projet et que nous prenons en compte dans notre approche des risques susceptibles de survenir pendant le futur projet.

### II.3.2.1 Risque projet

D'après [Desroches et al., 2010], le risque projet est associé à un événement dont l'occurrence peut contrarier l'attente des objectifs du projet en termes de performances, coûts et délais. Dans la norme [FD X50 117, 2003], le risque projet est défini comme « *un événement dont l'apparition n'est pas certaine et dont la manifestation est susceptible d'affecter les objectifs du projet* ». Selon [Gourc, 2006], le risque projet peut être défini comme étant « *la possibilité que survienne un événement dont l'occurrence entraînerait des conséquences (positives ou négatives) sur le déroulement de l'activité du projet* ».

Ces trois définitions expriment bien que le risque projet est associé à l'occurrence d'un événement dont l'apparition compromet les objectifs du projet.

Les trois risques projet les plus courants sont : *i)* la non atteinte des performances contractuelles spécifiées dans le cahier des charges, *ii)* le retard de livraison du produit par rapport à la date contractuelle, *iii)* le surcoût à la livraison du produit par rapport au coût contractuel.

#### **Caractéristiques**

Les caractéristiques essentielles d'un risque d'un projet sont :

- ses causes,
- sa nature, le risque pouvant être technique, financier, humain, organisationnel, juridique,...,
- son origine, le risque pouvant provenir du client, du produit, d'un fournisseur, de l'organisme, des instances juridiques et réglementaires,...,
- ses conséquences, le risque pouvant conduire à une remise en cause des principaux objectifs du projet, mais aussi à la démotivation des intervenants, à l'atteinte de l'image de l'organisme,...,
- sa probabilité d'apparition, exprimant le degré de vraisemblance de son occurrence,
- sa probabilité de détection, exprimant le degré de vraisemblance pour que ses signes précurseurs puissent être détectés,
- sa gravité, traduisant l'importance des conséquences possibles sur le coût, le calendrier et les performances techniques du projet,
- son statut, le risque pouvant être non-traité, traité ou clos,
- son état, le risque pouvant être apparu (dans ce cas, on parle plutôt de «problème») ou non-apparu,
- sa période active, période durant laquelle il est susceptible de se manifester,
- son «pilote», la personne ayant les compétences et/ou l'autorité de recueillir des informations sur le risque, de définir et mettre en œuvre les stratégies de traitement de ce risque et d'en assurer le suivi,
- ses actions de traitement.

### II.3.2.2 Définition du risque PRAO

Pour qu'une proposition en réponse à un appel d'offres soit optimale, il faut prendre en compte le futur scénario de développement afin de mettre en place une stratégie de gestion des risques [Botero et al., 2012]. Nous avons montré dans le chapitre I que ce processus est très risqué. Pour pouvoir mener des actions de gestion des risques lors du PRAO, il est très important de définir le risque dans ce contexte.

Etant donné que le PRAO est une phase amont d'un projet et que nous considérons tout le cycle de développement pour faire la gestion des risques, nous nous appuyons sur la définition générique du risque et celle de risque projet pour établir une définition du risque PRAO.

Rappelons que la norme [ISO GUIDE73, 2009] définit le risque comme étant l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs et propose la caractérisation du risque en référence à des événements et des conséquences potentielles.

En accord avec cette norme, nous considérons que le risque dans le processus de réponse à appel d'offres est associé à la **«survenance d'un événement indésirable dont l'occurrence porte atteinte, dans un premier temps, aux objectifs d'acceptation et, dans un deuxième temps (si la proposition est retenue), aux objectifs de qualité, de coût et de délai»**.

## II.4 TYPOLOGIE DES RISQUES PRAO-P

L'établissement préliminaire de trames génériques des risques susceptibles de survenir dans un domaine facilite l'identification, au cours d'une analyse des risques, de ceux devant effectivement être considérés pour cette analyse. L'appui sur une typologie prédéfinie des risques PRAO-P permettra d'accélérer le processus d'identification des risques devant être pris en compte pour répondre à l'AO.

Nous présentons ci-après quelques classifications des risques dans des contextes proches au notre et nous proposons ensuite une typologie des situations risque dans le PRAO-P.

### II.4.1 Classifications des risques

La prise en compte des risques est une attitude commune à la plupart des milieux professionnels. Cette diversité de situations rend difficile l'établissement d'une typologie générique ; selon le champ d'application, différentes classifications des risques sont possibles. Il nous a paru néanmoins nécessaire d'établir une typologie des risques propres au PRAO-P afin d'aider à la structuration de la connaissance associée. A cet effet, nous présentons ci-après les typologies des risques les plus utilisées ainsi que certains essais de classification que l'on trouve dans le cadre du PRAO.

Dans [Villeneuve, 2012], l'auteur s'intéresse aux risques dans le cadre de la déconstruction des avions en fin de vie. S'appuyant sur une des typologies communément employées dans la littérature, il soutient que le risque peut être :

- avec ou sans conséquences financières : la présence d'un risque n'est pas forcément associée à des conséquences financières. Par exemple, le risque d'extinction d'une espèce animale n'engendre aucune conséquence financière directe mais la gravité de cet événement peut être élevée,
- en régime permanent ou transitoire : les risques en régime transitoire apparaissent seulement lors de changements dans l'environnement de la cible. Par exemple, une crise économique peut faire apparaître un risque de mouvements sociaux. A l'inverse, les risques en régime permanent sont toujours présents sans être liés à un changement de l'environnement (le risque sismique est un exemple),
- fondamental ou particulier : si la totalité d'une population est menacée par un risque, celui-ci est défini comme étant fondamental. Si un seul individu (ou un groupe d'individus) parmi une population est menacé, le risque est dit particulier,
- pur ou spéculatif : cette différenciation est faite pour traduire la volonté de s'exposer à un risque. Un risque pur ne peut être évité même s'il peut être réduit. Le risque qu'une machine de production tombe en panne est toujours présent mais il peut être réduit par une bonne politique de maintenance préventive. Le risque spéculatif représente le fait que le décideur s'expose volontairement à un risque. Par exemple, une entreprise pourra

prendre le risque d'investir sur un nouveau marché : elle s'exposera alors à des pertes importantes si elle n'arrive pas à s'implanter sur ce marché.

Béler a analysé les risques de manière générale pour proposer une approche de gestion via des applications de retour d'expérience dans le cadre de la sécurité en montagne et, dans [Béler, 2008], il s'appuie sur les vues qui prennent en compte certains aspects comme la notion d'aléa et de gravité ou de causes/conséquences pour proposer quatre catégories de risques :

- les risques majeurs qui correspondent à des catastrophes et sont liés avec des événements inhabituels et remarquables : les catastrophes naturelles, les catastrophes technologiques, les risques sanitaires,
- les risques financiers relatifs à la prise de décision, notamment dans le secteur de la bourse,
- les risques d'échec d'un projet qui sont étudiés et pris en compte dans tous les projets. Ce management basé sur les risques est particulièrement utilisé dans le domaine du génie logiciel et pour les projets industriels,
- le risque individuel d'accidents, d'atteinte à l'intégrité physique. Ce risque est omniprésent dans la vie de tous les jours. La prise de risque est en effet indissociable de toute activité humaine. Il est possible de distinguer dans cette classe les accidents domestiques, du travail, de la route ainsi que ceux relatifs à la pratique d'activités sportives ou de loisir.

Dans [Nguyen, 2011], l'auteur s'intéresse à l'évaluation des scénarios de risque - projet et propose une typologie des risques projet. Cette typologie montre que les risques peuvent être caractérisés par différents paramètres :

- la nature, définie selon huit modalités d'ordre technique, financier, humain, organisationnel, managérial, juridique, réglementaire et commercial,
- l'origine, les risques pouvant provenir du client, du produit, des fournisseurs ou des sous-traitants, des pouvoirs publics ou des instances juridiques et réglementaires,...
- la contrôlabilité qui permet de déterminer les modes d'action possibles (éviter, tolérer, transférer, ...),
- la détectabilité : certains risques sont détectables, d'autres ne le sont pas. La détectabilité dépend, entre autres facteurs, de la complexité du projet et de la connaissance du projet par l'équipe en charge de l'étude des risques.

Villeneuve [Villeneuve, 2000] propose également une classification des risques projet à des fins de regroupement pour traitement par les acteurs concernés. Ces risques sont :

- les risques projet associés aux moyens, aux ressources humaines, à la démarche, à la planification, au management,...
- les risques contractuels sur les relations avec des prestataires externes, le contenu des contrats,...
- les risques fonctionnels, sur les fonctionnalités du produit, l'ergonomie, les interfaces, le service rendu à l'utilisateur,...
- les risques techniques portant sur les architectures, les technologies, les matériels et logiciels de base mais aussi la configuration des postes de travail et la performance obtenue,
- les risques organisationnels associés aux structures, procédures, acteurs,...

Desroches [Desroches *et al.*, 2010] distingue pour les risques projet, les risques génériques et risques spécifiques.

Les risques génériques sont structurés en trois grandes catégories :

- les risques externes à l'activité de projet : ces risques sont liés aux clients (expression des besoins et spécifications), aux interfaces contractuelles (sous-traitants, contenu et forme

des contrats), aux utilisateurs et site d'exploitation (utilisateurs finaux, environnement d'utilisation),

- les risques liés à la gouvernance du projet : en rapport avec l'organisation du projet, la stratégie de développement, la conduite de projet, la gestion financière, la gestion calendaire,
- les risques liés à la technicité et aux moyens techniques : en rapport avec le savoir-faire technique, la performance et la sécurité.

Les risques spécifiques sont des classes de domaines de risques génériques permettant de préciser la nature des risques pris en compte. Ainsi, à un risque générique peut être associé plusieurs risques spécifiques. Les risques spécifiques sont structurés en neuf catégories :

- risques liés au client : générés par le client concernant sa crédibilité, son organisation, la nature et l'expression des besoins,
- risques liés à la stratégie de développement : générés par l'équipe de projet concernant ses choix pour le développement du projet, les activités associées, les ressources humaines et matérielles, les boucles de récupération pour conduire le projet à son terme en respectant les objectifs de performances, de coûts et de délais,
- risques liés à l'organisation de projet : générés par l'équipe de projet concernant son organisation, la disponibilité et la stabilité des ressources humaines,
- risques liés aux interfaces contractuelles : générés par l'activité contractuelle avec le client et avec les sous-traitants. Cela concerne la sélection des sous-traitants, l'établissement et le suivi des contrats,
- risques liés à la conduite de projet : générés par l'équipe de projet concernant le management de l'équipe et des sous-traitants ainsi que des ressources techniques nécessaires au bon déroulement de projet,
- risques liés à la gestion financière du projet : générés par l'équipe de projet, le client et les sous-traitants concernant la gestion de l'ensemble des ressources financières, avant et pendant le déroulement du projet,
- risques liés à la gestion calendaire du projet : générés par l'équipe de projet, le client et les sous-traitants concernant la gestion de l'ensemble des ressources calendaires, avant et pendant le déroulement du projet,
- risques liés à la gestion des performances et de la sécurité : générés par l'équipe de projet et les sous-traitants concernant la maîtrise de la technologie et de l'ingénierie associée et la gestion des performances techniques, opérationnelles et de la sécurité,
- risques liés aux utilisateurs et aux sites d'exploitation : générés par les utilisateurs et les sites d'exploitation concernant l'implication des futurs utilisateurs du produit avant et pendant le déroulement du projet mais aussi les environnements naturel, technologique et social des sites d'exploitation.

Dans le cadre du PRAO, il n'existe, à notre connaissance, que peu de travaux portant sur l'identification des risques spécifiques à ce processus. Deux études néanmoins peuvent être avancées. Il s'agit d'abord des développements menés par Alquier [Alquier et al., 1999] qui classe les risques PRAO dans les catégories suivantes : risques relatifs au client, risque compétitif, risques juridiques et financiers, risques relatifs à la technologie et risques liés aux ressources nécessaires. C'est ensuite le travail de Cagno [Cagno et al., 2007] qui préconise une classification des risques en quatre familles : risques techniques, risques de gestion, risques commerciaux et risques environnementaux.

Cependant, ces deux essais de classification restent classiques et présentent même, selon nous, une certaine ambiguïté par rapport à la nature du risque. Comme dans la plupart des classifications, le positionnement des catégories par rapport aux composantes du risque n'est pas précisé. Par exemple, il n'est possible de savoir si le risque « technologique » est classé ainsi parce

que l'origine de l'événement indésirable (la cause) est de nature technologique ou parce que les conséquences de l'événement indésirable (les effets) affectent la technologie.

Une autre ambiguïté de ces classifications concerne le positionnement du risque par rapport au cycle PRAO-P. Le même risque technologique est susceptible de survenir pendant le PRAO (phase amont) ou/et pendant le déroulement du projet (phase aval).

## II.4.2 Typologie des situations risque dans le PRAO-P

Etant donné que l'on peut considérer le processus de réponse à appel d'offres comme étant la phase initiale d'un projet particulier, nous nous appuyons sur les classifications de risque orientés projet et sur les quelques éléments tentant d'identifier les risques dans un contexte PRAO, pour établir une typologie dédiée PRAO étendue au cycle projet. Nous nous inspirons notamment des travaux de [Villeneuve, 2000], [Nguyen, 2011], [Desroches *et al.*, 2010] et [Alquier *et al.*, 1999] que nous venons d'évoquer.

### II.4.2.1 Classification des situations risque

Les trois risques « projet » les plus courants sont :

- la non-atteinte des performances contractuelles spécifiées dans le cahier des charges,
- le retard de livraison du produit par rapport à la date contractuelle,
- le surcoût à la livraison du produit par rapport au coût contractuel.

Soulignons que, au-delà de ces risques projet devant, de toute évidence, être considérés dès le PRAO, ce processus comporte en amont deux prises de décision qui peuvent être considérées comme représentatives de risque :

- la décision de poursuite ou non de l'AO (go / no go), conditionnée par le contexte de l'entreprise prestataire,
- la décision sur l'offre (accepté / rejeté) conditionné par le contexte du client.

Notre proposition de typologie des risques PRAO s'appuie sur la phénoménologie du risque telle que nous l'avons exposée dans les modèles des figures II-8 et II-9 :

*causes* → *événement* → *conséquences*

Une synthèse des classifications que nous avons considérées conduirait à s'appuyer sur cinq classes principales pour la caractérisation du risque : a priori, un risque peut être qualifié de risque technique, financier, humain, organisationnel ou juridique.

Cette classification présente en fait une ambiguïté forte de rattachement aux classes. Par exemple, un risque *R* peut être classé comme « risque humain » parce que la cause de l'événement indésirable est une erreur humaine (classement par le type de cause) ou parce que la conséquence de l'événement indésirable est un accident ou la mort d'une personne (classement par la nature des conséquences).

Le type des causes et la nature des effets constituent, selon nous, le principal support à un essai de classification des risques. C'est dans cette logique de caractérisation que nous avons établi une classification des risques PRAO.

Soulignons que par ce choix d'axer notre analyse sur les composantes « causes » et « effets » des événements indésirables susceptibles de survenir, nous avons abouti à une classification générique robuste. En effet, nous n'avons pas considéré les événements indésirables eux-mêmes

qui, obligatoirement dépendants du cas d'appel d'offre considéré, auraient particularisés la cartographie, interdisant la généralisation descriptive que nous recherchions.

Un deuxième élément caractéristique dans notre classification est la considération de l'entité concernée par le risque.

Pour le PRAO, les entités qui forment, avec le prestataire, l'espace de réalisation du PRAO sont : le client, la concurrence, l'environnement, la stratégie, le projet et le produit. Ces entités peuvent être à l'origine de l'événement indésirable (sources des causes) ou peuvent subir les conséquences de l'événement indésirable (cibles des effets).

En partant de cette logique de classification, nous avons effectué, en association avec des acteurs industriels PRAO, un travail d'analyse du processus de réponse à appel d'offres et nous avons établi une classification des causes et des effets des événements indésirables susceptibles d'apparaître lors du PRAO et du projet qui en découle.

Cette classification est axée sur le couplage entre :

- les classes génériques du risque : technique, financière, humaine, organisationnelle, juridique,
- les entités concernées : le client, la concurrence, l'environnement, la stratégie, le projet et le produit.

Une autre information structurant notre classification est le positionnement, par rapport au cycle PRAO-P, de l'événement indésirable sous-jacent :

- phase amont : *i.e.* apparition durant le PRAO,
- phase aval : *i.e.* apparition durant le projet.

Au final, nous avons identifié pour chaque entité les situations pour lesquelles cette entité peut être la cause d'événements indésirables ou la cible des conséquences de ceux-ci, ceci en phase amont ou en phase aval, pour chacune des classes génériques du risque.

Nous présentons seulement ici les résultats partiels se rapportant à l'entité « projet » (Figure II-10). Nous avons choisi cette entité car le projet étant concerné par plusieurs problématiques au niveau de sa gestion (gestion technique, financière, humaine,...), cette entité permet de bien faire la démonstration de notre approche sur les situations risque liées à sa conduite.

Les résultats complets de cette analyse sont donnés dans l'annexe A en fin de mémoire.

Chaque situation de risque est caractérisée par un triplet <X.Y\_Z> avec :

- X = {C<sub>am</sub> : cause amont, C<sub>av</sub> : cause aval, E<sub>am</sub> : effet amont, E<sub>av</sub> : effet aval},
- Y = {Cl : client, Cc: concurrents, Ev : environnement, St : stratégie, Pj : projet, Pd : produit},
- Z = {O : organisationnel, T : technique, F : financier, H : humain, J : juridique}.

Comme nous pouvons le voir, la conduite du projet peut être la source de problèmes de nature technique, financière et humaine en amont. Les classes « organisationnel » et « juridique » ne sont pas concernées puisque, en phase de PRAO, tant que l'offre du soumissionnaire n'a pas été retenue, des situations pouvant impacter sur l'organisation de l'entreprise ou conduire à des litiges juridiques, peuvent difficilement être envisagées.

Par contre, en aval, la conduite du projet peut induire toutes les classes de risque. En effet, lors du déroulement du projet, une mauvaise conduite de celui-ci peut générer des événements indésirables d'ordre organisationnel, technique, financier, humain ou juridique.

PROJET	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
T. causes		C <sub>am</sub> .Pj_T	C <sub>am</sub> .Pj_F	C <sub>am</sub> .Pj_H		C <sub>av</sub> .Pj_O	C <sub>av</sub> .Pj_T	C <sub>av</sub> .Pj_F	C <sub>av</sub> .Pj_H	C <sub>av</sub> .Pj_J
N. effets		E <sub>am</sub> .Pj_T	E <sub>am</sub> .Pj_F	E <sub>am</sub> .Pj_H			E <sub>av</sub> .Pj_T	E <sub>av</sub> .Pj_F	E <sub>av</sub> .Pj_H	E <sub>av</sub> .Pj_J

- C<sub>am</sub>.Pj\_T mauvaise conduite technique du PRAO
- C<sub>am</sub>.Pj\_F mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)
- C<sub>am</sub>.Pj\_H mauvaise gestion des compétences pour réaliser le PRAO
- E<sub>am</sub>.Pj\_T traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire
- E<sub>am</sub>.Pj\_F budget alloué insuffisant pour réaliser le PRAO
- E<sub>am</sub>.Pj\_H potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable PRAO insuffisantes
- C<sub>av</sub>.Pj\_O structure du projet induisant une réorganisation interne du prestataire
- C<sub>av</sub>.Pj\_T mauvaise gestion technique interne / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
- C<sub>av</sub>.Pj\_F mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)
- C<sub>av</sub>.Pj\_H mauvaise gestion des ressources humaines internes / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
- C<sub>av</sub>.Pj\_J engagement de poursuites juridiques pour permettre la réalisation du projet (élimination d'obstacles)
- E<sub>av</sub>.Pj\_T exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) / potentiel technique du prestataire insuffisant
- E<sub>av</sub>.Pj\_F cadre financier résultant du PRAO / règles financières internes non compatibles au cycle du projet / non paiement par le client
- E<sub>av</sub>.Pj\_H potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable projet insuffisantes
- E<sub>av</sub>.Pj\_J poursuites juridiques (engagées par le client ou par un tiers)

Figure II-10. Classification des causes et des effets pour l'entité « projet »

Concernant les situations indésirables susceptibles d'affecter le « projet », nous trouvons en amont des problèmes d'ordre technique, financier et humain ; dans la phase PRAO, le soumissionnaire n'est pas confronté à des situations pouvant impacter son organisation ou entraîner des poursuites juridiques.

En aval, la seule classe générique de risque non concernée est la classe « organisationnel » ; toutes les autres classes de risque sont susceptibles d'apparaître et d'affecter le projet (cf. Figure II-10).

Afin de nous assurer de la justesse et de la complétude des résultats de cette analyse (centrée « entités »), nous avons effectué de manière décalée dans le temps un travail complémentaire (centré « classes ») de risques considérant, au départ, les classes génériques et identifiant les situations pour lesquelles ces classes concernent les causes et les effets, en phases amont et aval, des événements indésirables pour chacune des entités.

La confrontation des résultats issus des deux points de vue a permis de finaliser cette partie de notre travail.

Les résultats complets de cette deuxième analyse sont donnés dans l'annexe B en fin de mémoire. Nous présentons ci-après les résultats partiels se rapportant à la classe générique « technique » (Figure II-11). Nous avons choisi cette classe car l'aspect technique peut concerner plusieurs entités en amont et en aval au niveau des causes et des effets et, notamment, l'entité « projet ».

Au niveau des causes, la lecture du tableau montre directement que, des problèmes d'ordre technique peuvent survenir, provoqués par n'importe laquelle des entités excepté l'environnement « Ev » en phase amont et les concurrents « Cc » en phase aval.

Pour les effets, seules les entités projet « Pj » et produit « Pd » peuvent être affectées par des problèmes d'ordre technique en phase amont. On retrouve ces mêmes entités en phase aval, avec, bien évidemment, un effet possible sur les entités client « Cl » et environnement « Ev » (pour le client, il s'agit notamment de la fourniture d'un produit non conforme à ses attentes (E<sub>av</sub>.Cl\_T)).

TECHNIQUE	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
T. causes	C <sub>am</sub> .Cl_T	C <sub>am</sub> .Cc_T		C <sub>am</sub> .St_T	C <sub>am</sub> .Pj_T	C <sub>am</sub> .Pd_T	C <sub>av</sub> .Cl_T		C <sub>av</sub> .Ev_T	C <sub>av</sub> .St_T	C <sub>av</sub> .Pj_T	C <sub>av</sub> .Pd_T
N. effets					E <sub>am</sub> .Pj_T	E <sub>am</sub> .Pd_T	E <sub>av</sub> .Cl_T		E <sub>av</sub> .Ev_T		E <sub>av</sub> .Pj_T	E <sub>av</sub> .Pd_T

C <sub>am</sub> .Cl_T	mauvaise définition des besoins
C <sub>am</sub> .Cc_T	offre technique du(des) concurrent(s) plus intéressante / récupération de l'expertise du prestataire par le(s) concurrent(s)
C <sub>am</sub> .St_T	stratégie commerciale (recherche de marchés, élargissement des compétences)
C <sub>am</sub> .Pj_T	mauvaise conduite technique du PRAO
C <sub>am</sub> .Pd_T	offre non conforme aux exigences du CdC (qualité, délai) et aux objectifs du prestataire
E <sub>am</sub> .Pj_T	traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire
E <sub>am</sub> .Pd_T	moyens techniques insuffisants
C <sub>av</sub> .Cl_T	modification par le client du CdC
C <sub>av</sub> .Ev_T	émergence de nouvelles technologies / sinistres (catastrophes naturelles, incendies,...)
C <sub>av</sub> .St_T	mauvaise politique de gestion des moyens techniques (renouvellement, investissement)
C <sub>av</sub> .Pj_T	mauvaise gestion technique interne / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
C <sub>av</sub> .Pd_T	produit non conforme aux exigences du CdC (qualité, délais) / défaillances des moyens (pannes, erreurs,...)
E <sub>av</sub> .Cl_T	produit non conforme aux attentes du client
E <sub>av</sub> .Ev_T	impact de la réalisation du produit sur l'environnement
E <sub>av</sub> .Pj_T	exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) / potentiel technique du prestataire insuffisant
E <sub>av</sub> .Pd_T	moyens techniques insuffisants

Figure II-11. Classification des causes et effets pour la classe « technique »

Nous retrouvons bien sûr en partie commune aux figures II-10 et II-11 les éléments :

- C<sub>am</sub>.Pj\_T : mauvaise conduite du PRAO,
- E<sub>am</sub>.Pj\_T : traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire,
- C<sub>av</sub>.Pj\_T : mauvaise gestion technique interne, mauvaise gestion des partenariats (co-traitance, sous-traitance),
- E<sub>av</sub>.Pj\_T : exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) ; potentiel technique du prestataire insuffisant,

renseignés dans les deux analyses (centrée « entité » et centrée « classes »).

### Remarque.

Cette forme de caractérisation des risques permet de rendre compte efficacement de scénarios d'enchaînement d'événements indésirables (effet cascade) comme nous l'avions présenté dans la section II.3 de ce même chapitre. Signalons que souvent une même situation peut être vue en tant que cause ou effet. Une particularité de ce phénomène cascade est que l'effet d'un événement peut aussi être considéré comme la cause de l'événement suivant. A titre illustratif, nous donnons ci-après trois exemples de situations d'enchaînement :

#### Exemple 1. Situation risque en phase amont

La stratégie commerciale de l'entreprise soumissionnaire (C<sub>am</sub>.St\_T) peut être la cause du traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire (E<sub>am</sub>.Pj\_T). Cette non-compétence peut engendrer une mauvaise conduite technique du PRAO (C<sub>am</sub>.Pj\_T) provoquant l'affectation insuffisante des moyens techniques (E<sub>am</sub>.Pd\_T). Cette dernière situation peut conduire à l'élaboration d'une offre non conforme aux exigences du CdC (C<sub>am</sub>.Pd\_T) pouvant avoir comme effet final la non acceptation de l'offre (E<sub>am</sub>.Pd\_F).

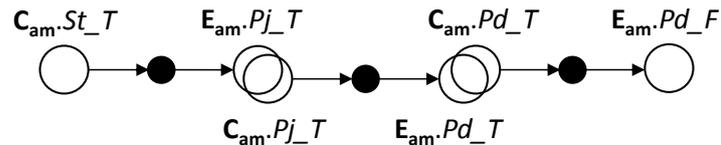


Figure II-12. Exemple 1 : Situation risque en phase amont

**Exemple 2.** Situation risque impliquant les phases amont et aval

Une mauvaise conduite technique du PRAO ( $C_{am}.Pj\_T$ ) peut produire un livrable non adapté des exigences techniques à exécuter en phase de développement ( $E_{av}.Pj\_T$ ) (le problème est initialisé en phase amont mais son effet est constaté en phase aval). Cette situation combinée à une défaillance importante d'une machine X ( $C_{av}.Pd\_T$ ) et à un appel non adapté à la sous-traitance ( $C_{av}.Pj\_T$ ), peut aboutir à l'élaboration d'un produit non conforme aux attentes du client ( $E_{av}.Cl\_T$ ).

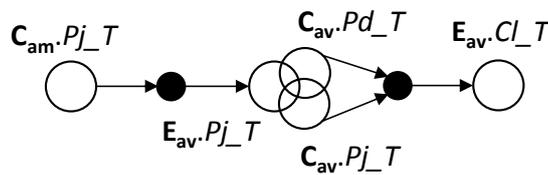


Figure II-13. Exemple 2 : Situation risque impliquant les phases amont et aval

**Exemple 3.** Situation risque impliquant les phases amont et aval avec plusieurs catégories et plusieurs entités

La mauvaise définition des besoins par le client ( $C_{am}.Cl\_T$ ) liée à une stratégie commerciale du prestataire axée sur l'élargissement du marché ( $C_{am}.St\_T$ ) peuvent aboutir au traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences de l'entreprise ( $E_{am}.Pj\_T$ ). Cette non-compétence combinée à une mauvaise gestion du personnel ( $C_{am}.Pj\_H$ ) et à un calcul du budget insuffisant ( $C_{am}.Pj\_F$ ) peuvent conduire, en phase de projet, à une estimation erronée des exigences techniques ( $E_{av}.Pj\_T$ ) et un cadre financier non adapté ( $E_{av}.Pj\_F$ ) (là encore, les causes sont en phase amont mais les effets constatés en phase aval). Ces deux dernières situations peuvent conduire, en association avec une mauvaise gestion technique du projet ( $C_{av}.Pj\_T$ ), à la réalisation d'un produit non conforme aux attentes du client ( $E_{av}.Cl\_T$ ) et pourtant, au non-paiement par celui-ci ( $E_{av}.Pj\_F$ ). Un facteur aggravant de ce dernier effet peut être, par exemple, la perte d'un autre marché, ce qui met en péril l'état financier de l'entreprise (cf. section II.3 – facteurs influents).

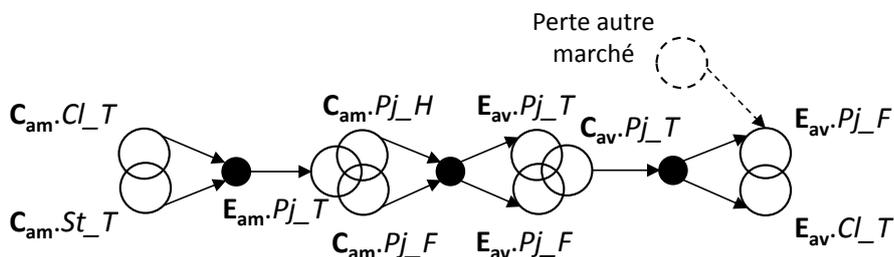


Figure II-14. Exemple 3 : Situation risque avec plusieurs phases, classes et entités

Par rapport aux facteurs influents, nous ne pouvons pas pré-établir une liste des éléments susceptibles d'aggraver ou d'atténuer l'impact des événements indésirables car, comme nous l'illustrons sur le schéma de la Figure II-14, ces facteurs sont liés au contexte d'apparition du risque qui est particulier à chaque situation.

## II.4.2.2 Cartographie des situations risque dans le PRAO

A partir de la typologie que nous venons de présenter, nous avons analysé la distribution des situations risque dans le cycle PRAO-P que nous avons obtenue ainsi que celle sur leur appartenance aux causes et aux effets.

Nous avons identifiés 51 situations risque pour le PRAO parmi lesquelles 36 situations sont corrélées aux causes et 15 aux effets.

Pour les 36 situations liées aux causes :

- 16 sont en rapport avec la phase amont,
- 20 sont en rapport avec la phase aval

et, pour les 15 situations liées aux effets :

- 6 sont en rapport avec la phase amont,
- 9 sont en rapport avec la phase aval.

Nous présentons sur le schéma de la Figure II-15 la cartographie établie.

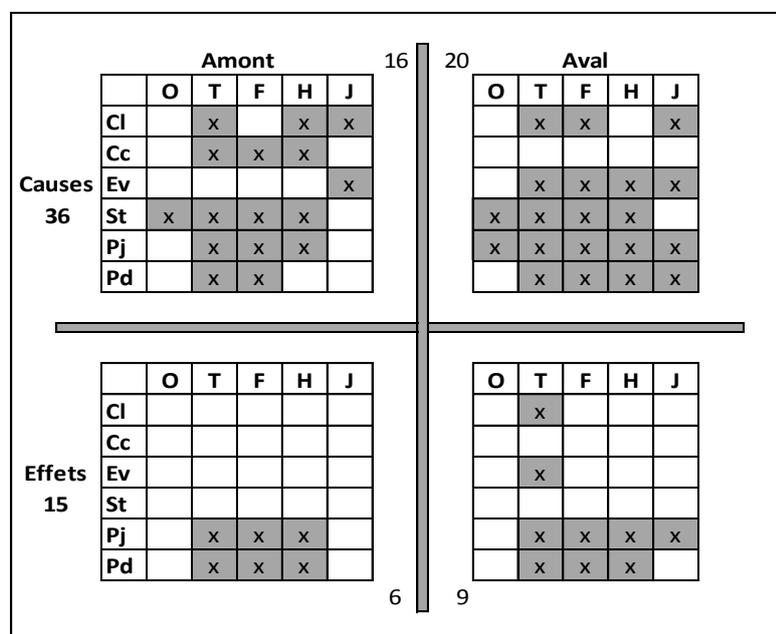


Figure II-15. Cartographie situations risque PRAO

Ce schéma permet de mettre en évidence les « zones » les plus critiques du cycle PRAO-P par rapport aux causes et aux effets des événements indésirables potentiels.

Nous constatons d'abord que les causes de risques sont plus importantes, en nombre, que les effets, ceci tant pour la phase amont que pour la phase aval. Dans les deux cas, ces causes sont globalement bien distribuées dans l'espace formé par l'intersection « classes x entités ».

Les entités environnement « Ev » et concurrents « Cc » sont les entités les moins génératrices, respectivement en phase amont (pour « Ev ») et en phase aval (pour « Cc »), de causes de risques (Figure II-16a).

La classe générique « organisationnel » est celle qui influe le moins au niveau des causes, tant en phase amont qu'en phase aval. A l'opposé, la classe « technique » est celle qui, logiquement, génère le plus de causes de risques (Figure II-16b).

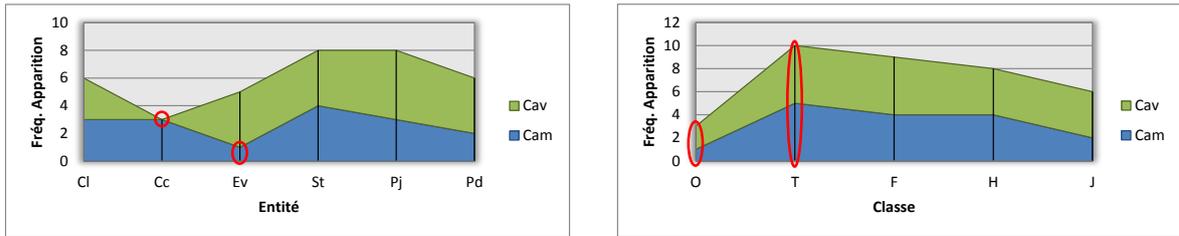


Figure II-16. (a) Influence des entités - (b) Influence des classes

Pour les effets, ceux-ci concernent exclusivement les entités projet « Pj » et produit « Pd » en phase amont. Ces mêmes entités sont encore celles essentiellement impactées en phase aval (Figure II-17a).

La classe générique « organisationnel » n'est impactée par aucun effet, en phase amont comme en phase aval. Ici encore, la classe « technique » est celle qui, logiquement, est la plus concernée par les effets (Figure II-17b).

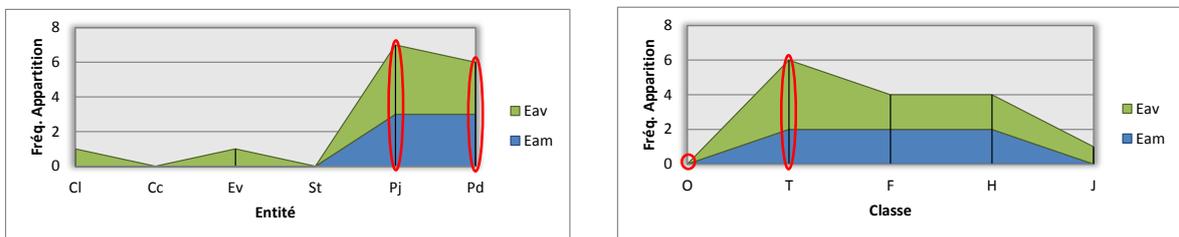


Figure II-17. (a) Effets sur les entités - (b) Effets sur les classes

Remarquons qu'en établissant cette cartographie, nous traitons une des questions posées dans la formulation du problème. Il s'agit de l'identification des situations de risques propres au cycle de développement à considérer dès les phases du PRAO (cf. Figure II-18). Ces situations de risques sont celles correspondant à la phase aval de la cartographie proposée (i.e. 29 situations).

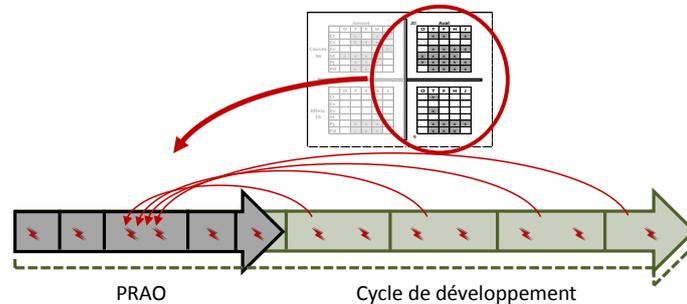


Figure II-18. Situations de risques à remonter

Rappelons encore qu'une analyse des situations risque pour le PRAO n'est possible que si l'on prend en compte tout le cycle de développement. Le PRAO est source de risques étant donné le caractère incertain des processus décisionnels qui y sont menés. Le cycle de développement est source de risques par la nature même de l'objet à développer ainsi que par le projet support de ce développement. Ceci est bien en accord avec le fait que la plupart des situations risque identifiées sont bien corrélées avec le produit et le projet (cf. Figure II-15).

### II.4.2.3 Discussion

Dans un contexte PRAO-P, une classification unique du risque n'est, selon nous, pas possible car celui-ci doit être renseigné par rapport à différents aspects. Ainsi, pour chaque élément constitutif d'une situation risque, quatre champs de caractérisation nous paraissent nécessaires :

- le statut « cause » ou « effet »,
- le positionnement « amont » ou « aval » dans le cycle PRAO-P,
- l'entité concernée : « client », « concurrence », « environnement », « stratégie », « projet » ou « produit »,
- la classe générique associée : « organisationnel », « technique », « financier », « humain » ou « juridique ».

Nous établissons sur le schéma de la Figure II-19 les interactions entre ces quatre éléments de caractérisation qui renseignent le risque dans le contexte PRAO-P.

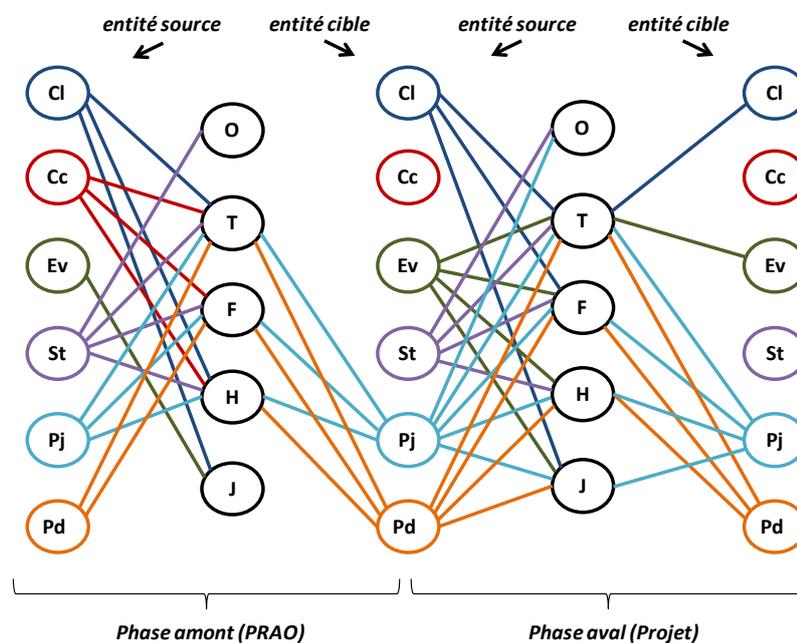


Figure II-19. Interactions entités / classes génériques de risques PRAO-P

On retrouve bien sur ce schéma la double implication possible (source et/ou cible) des entités vis-à-vis de l'apparition d'un événement indésirable.

Deux relations sont possibles : *i*) une entité peut être la source d'une cause (appartenant à une classe (organisationnelle, technique, financière,...)) d'apparition d'un événement indésirable, *ii*) une entité peut subir les conséquences (appartenant à une classe) d'un événement indésirable. Par exemple, le *produit* peut être impacté, en phase amont, par l'effet financier d'apparition d'un événement indésirable mais il peut aussi être, en aval, la source d'une cause technique d'apparition d'un autre événement indésirable.

Il apparaît bien ainsi toute l'ambiguïté d'une classification unique d'un risque comme étant organisationnel, technique, financier, humain ou juridique. Un risque peut appartenir à plusieurs classes en relation avec les entités concernées. Ainsi, pour classer un risque dans un contexte PRAO-P, le statut des entités (source ou cible) ainsi que leur relation avec les classes de risques doivent être établies.

## II.5 PROPOSITION D'UN MODELE RISQUE PRAO

Différents attributs permettent de caractériser, par rapport à un événement redouté, les risques afférents. Nous avons regroupé ces attributs en cinq composantes principales pour établir le modèle « CEMDEx » (**C**auses, **E**ffects, **M**apping, **D**escription, **E**xperience) que nous proposons pour appréhender l'ensemble des caractéristiques utiles pour renseigner les processus impliqués dans la méthodologie de gestion des risques que nous préconisons.

Nous décrivons dans la suite de la section les cinq composantes du modèle CEMDEx résumé par l'expression :

$$R_{\text{PRAO}} = \{<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>\}$$

### II.5.1 Le type des causes de l'événement déclencheur (<C>)

Par rapport aux causes possibles d'un événement indésirable, dans [Alquier et al., 2000] les auteurs proposent une classification des risques par rapport aux causes possibles d'un événement indésirable, en phase initiale de projet. Alquier regroupe ces risques en deux classes : les risques externes, concernant les situations portant atteinte au gain de l'AO et les risques internes, concernant les situations portant atteinte à la réussite du projet.

Nous nous sommes appuyés sur ce principe de décomposition pour établir une partition « causes externes / causes internes » de l'ensemble des causes possibles d'un événement indésirable dans un contexte PRAO. Notre proposition diffère cependant de celle d'Alquier. Dans notre approche, les causes externes ( $C_{\text{Ext}}$ ) regroupent l'ensemble des causes issues du monde extérieur en relation avec le prestataire pour le PRAO en cours. Les causes internes ( $C_{\text{Int}}$ ) regroupent l'ensemble des causes propres à l'entreprise elle-même.

Les causes de l'événement déclencheur sont donc réparties suivant :

$$C_{\text{PRAO}} = C_{\text{Ext}} \cup C_{\text{Int}}$$

En correspondance avec les résultats que nous avons établis dans la section précédente, nous donnons sur la Figure II-20 les classes des causes constituant ces deux catégories.

Nous identifions respectivement les causes en relation avec le *client* ( $C_{\text{cl}}$ ), la *concurrence* ( $C_{\text{cc}}$ ) et l'*environnement* ( $C_{\text{ev}}$ ) pour les causes externes et celles en relation avec la *stratégie* ( $C_{\text{st}}$ ), le *projet* ( $C_{\text{pj}}$ ) et le *produit* ( $C_{\text{pd}}$ ) pour les causes internes, avec :

$$C_{\text{Ext}} = C_{\text{cl}} \cup C_{\text{cc}} \cup C_{\text{ev}}$$

$$C_{\text{Int}} = C_{\text{st}} \cup C_{\text{pj}} \cup C_{\text{pd}}$$

Nous décrivons ci-après ces six classes des causes. Chacune des classes comporte elle-même des catégories spécifiques.

Pour la désignation des causes d'un risque donné, nous utiliserons la nomenclature <X.Y\_Z> (e.g.  $C_{\text{am}}.Pj\_T$ ,  $C_{\text{av}}.Pd\_F$ ,  $C_{\text{am}}.Cl\_H$ ,...) que nous avons présentée dans la section précédente, afin de bien caractériser la situation étudiée.

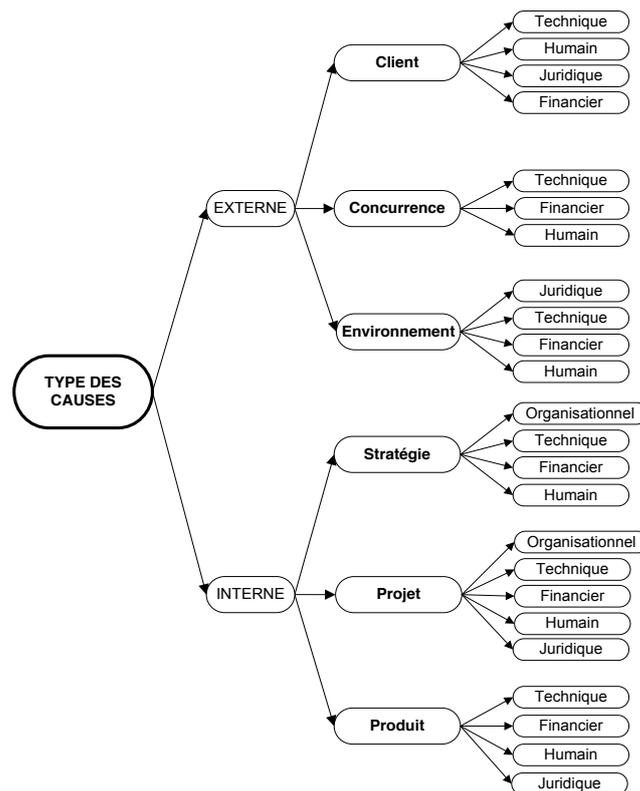


Figure II-20. Classification des causes des risques PRAO

### Causes associées au client

Les causes *client* ( $C_{cl}$ ) correspondent aux situations liées au client et relatives à sa crédibilité, à son organisation ainsi qu'à la nature et à l'expression de ses besoins.

Selon la typologie des situations « risque » que nous avons développée dans la section II.4, ces causes peuvent être de type :

- technique, principalement liées à la mauvaise définition des besoins (définitions non consolidées, exigences et spécifications incomplètes ou erronées, besoins réels supérieurs à ceux estimés,...) et à la modification par le client du CdC (spécifications évolutives,...),
- humain, associées aux difficultés relationnelles (communication, compréhension, absence d'interlocuteur averti, mauvaise qualité de l'information, absence ou retard de décision,...) et à l'image perçue, a priori ou par suite d'expériences antérieures, du prestataire et de ses compétences par le client,
- juridique, corrélées au statut du client (public, privé, international) et aux éventuelles poursuites juridiques qu'il peut engager (non-respect des accords signés, infractions de livraison,...),
- financier, associées à la non adéquation entre les besoins du client et ses moyens financiers, sa non solvabilité et le non-paiement.

### Causes associées à la concurrence

Les causes *concurrence* ( $C_{cc}$ ) concernent les situations liées aux concurrents, à leur savoir-faire, à leurs pratiques et à leurs structures. Trois catégories de causes spécifiques ont été identifiées, de type :

- technique, principalement associées aux compétences du concurrent (meilleur savoir-faire, meilleure connaissance du problème posé,...), à une relation privilégié du concurrent avec le client et aux « durcissements » des exigences client provoqué par son appropriation d'autres offres,

- financier, liées à une offre financière concurrente plus intéressante,
- humain, liées aux problèmes de confidentialité principalement provoqués par la communication entre le concurrent et le client, entraînant la dissipation du savoir-faire du soumissionnaire et des actions malveillantes des concurrents envers lui.

### Causes associées à l'environnement

Les causes *environnement* ( $C_{ev}$ ) sont liées au contexte et concernent les facteurs économiques, la réglementation, le positionnement géographique et les mouvements sociaux. Quatre catégories de causes spécifiques ont été identifiées, de type :

- juridique, associées aux contraintes environnementales sur le produit ou sur sa réalisation (réglementation, normes, international,...) et à leur évolution au cours du temps (changements des conditions des marchés, fluctuation des coûts de matériels, de matières premières,...),
- technique, associées à l'émergence de nouvelles technologies, aux éventuels sinistres (catastrophes naturelles, incendies,...) et au lieu de réalisation du projet (mauvais état des routes, conditions climatiques contraignantes,...),
- financier, essentiellement liées à l'instabilité financière,
- humain, en rapport avec les modifications du cadre de travail (instabilité politique, conflits sociaux,...).

### Causes associées à la stratégie

Les causes *stratégie* ( $C_{st}$ ) correspondent aux situations liées à la stratégie globale de l'entreprise soumissionnaire. Ces causes peuvent être de type :

- organisationnel, concernant l'importance donnée au PRAO, les règles de priorisation entre projets, l'organisation des métiers, l'ingénierie des risques menée et l'absence d'éléments importants dans la politique de l'entreprise tels la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et le Retour d'Expérience (REx),
- technique, corrélées à une stratégie commerciale inadaptée (recherche de marchés, élargissement des compétences,...), à une mauvaise politique de gestion des moyens techniques (emploi de matériaux nouveaux, technologies « aux limites », non-renouvellement, non-investissement) et à l'appel inadapté à la sous-traitance,
- financier, liées à une mauvaise stratégie financière du prestataire (marges visées) et à des règles comptables non compatibles au cycle du projet,
- humain, corrélées à la mauvaise affectation de la responsabilité du PRAO ainsi que celle du projet, à l'absence d'aptitudes de négociation, à la non-consultation de l'équipe technique pour répondre aux AO(s), à des équipes inadaptées au plan des compétences et à l'indisponibilité partielle de ressources « clés » au moment de répondre à l'AO.

### Causes associées au projet

Les causes *projet* ( $C_{pj}$ ) sont associées à la conduite globale du projet (PRAO + déploiement). Elles se rapportent aux situations liées au management du projet et des moyens nécessaires pour le réaliser. Cinq catégories de causes spécifiques ont été identifiées, de type :

- organisationnelle, principalement associées aux structures projet induisant une réorganisation interne du prestataire,
- technique, associées à une mauvaise conduite technique du PRAO (non-vérification de l'adéquation au besoin des moyens existants, absence de solutions techniques évolutives pouvant supporter des modifications, absence d'étude technico-économique sur les options possibles, non prise en compte des contraintes logistiques,...), ainsi qu'à une mauvaise gestion technique interne et des partenariats (co-traitance, sous-traitance),

- financière, principalement liées une mauvaise gestion financière en phase de PRAO et de projet (budget insuffisant, erreurs de gestion,...),
- humaine, liées à une mauvaise gestion des compétences pour réaliser le PRAO ainsi qu'à une mauvaise gestion des ressources humaines internes et des partenariats,
- juridique, liées à l'engagement de poursuites juridiques pour permettre la réalisation du projet (élimination d'obstacles).

### Causes associées au produit

Les causes *produit* ( $C_{pd}$ ) concernent les problématiques liées au savoir-faire, aux moyens techniques engagés et aux performances du produit livré dont le produit est la cause. Quatre catégories de causes spécifiques ont été identifiées, ces causes peuvent être de type :

- technique, correspondant à une offre (en phase amont) ou un produit (en phase aval) non conforme aux exigences du CdC (en termes de qualité et délai) et/ou aux objectifs du prestataire ainsi que des défaillances des moyens techniques (erreurs,...),
- financier, correspondant à une offre non conforme aux exigences du CdC (coût) et aux objectifs du prestataire ou à un produit non conforme aux objectifs du prestataire (surcoûts provoqués dans sa réalisation),
- humain, corrélées aux accidents survenant pendant la réalisation du produit,
- juridique, liées à un produit ou à la réalisation d'un produit non conforme aux règles environnementales (pollution en production,...).

### Remarque.

Parmi les six classes de causes, les quatre premières ( $C_{cl}$ ,  $C_{cc}$ ,  $C_{ev}$  et  $C_{st}$ ) sont des causes génériques du PRAO (liées au processus PRAO lui-même (et désignées par  $C_{spé}$ )) alors que les deux dernières classes ( $C_{pj}$  et  $C_{pd}$ ) sont des causes liées à « l'objet » du PRAO (causes dédiés (et désignées par  $C_{déd}$ )). Ceci induit une deuxième partition possible :

$$C_{PRAO} = C_{spé} \cup C_{déd}$$

avec :  $C_{spé} = C_{cl} \cup C_{cc} \cup C_{ev} \cup C_{st}$  et  $C_{déd} = C_{pj} \cup C_{pd}$ .

Les causes propres au PRAO ( $C_{spé}$ ) sont plus facilement identifiables que celles propres à « l'objet » du PRAO ( $C_{déd}$ ). En effet, les types des causes  $C_{pj}$  et  $C_{pd}$  sont conjoncturels, directement liés au produit ou système à développer.

## II.5.2 La nature des effets ou des conséquences (<E>)

Les conséquences de l'apparition d'un événement indésirable peuvent être de nature différente, en lien direct avec le cadre particulier considéré et les entités concernées par ces événements. Nous pouvons classer les effets d'un événement indésirable dans un contexte PRAO par rapport à leur nature. Comme nous l'avons fait pour les *causes*, nous nous sommes appuyés sur le principe de décomposition « effets externes / effets internes » pour établir une partition sur l'ensemble des effets d'un événement indésirable dans un contexte PRAO.

Dans ce cas, les effets externes ( $E_{Ext}$ ) regroupent l'ensemble des effets subis par les acteurs ou entités du monde extérieur au prestataire pour le PRAO en cours. Les effets internes ( $E_{Int}$ ) regroupent l'ensemble des effets subis par les entités de l'entreprise elle-même. Selon leur nature, les effets d'un événement indésirable sont répartis suivant :

$$E_{PRAO} = E_{Ext} \cup E_{Int}$$

Nous donnons sur la Figure II-21 les classes des effets constituant ces deux catégories. Nous identifions respectivement les effets en relation avec le *client* ( $E_{cl}$ ) et l'*environnement* ( $E_{ev}$ ), pour

les effets externes et les effets en relation avec le *projet* ( $E_{pj}$ ), et le *produit* ( $E_{pd}$ ) pour ceux internes, avec :

$$E_{Ext} = E_{cl} \cup E_{ev}$$

et,

$$E_{Int} = E_{pj} \cup E_{pd}$$

Nous décrivons ci-après ces quatre classes d'effets. Chacune des classes comporte elle-même des sous-classes des effets spécifiques.

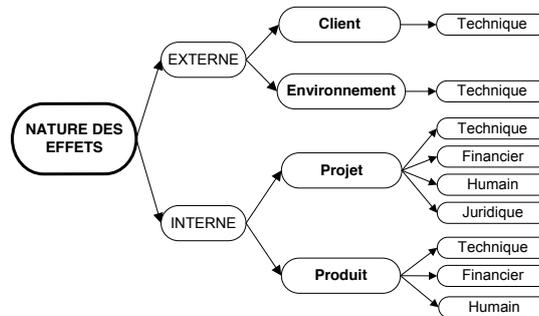


Figure II-21. Classification des effets des risques PRAO

Comme pour les causes, nous utiliserons la nomenclature  $\langle X.Y_Z \rangle$  que nous avons présentée (e.g.  $E_{am.Pj\_T}$ ,  $E_{av.Pd\_F}$ ,  $E_{am.Cl\_T}$ ,...) pour désigner les effets d'une situation risque donnée.

### Effets associés au client

Les effets *client* ( $E_{cl}$ ) se rapportent aux conséquences d'événements indésirables affectant directement le client. Selon la typologie des situations risque que nous avons développée dans la section II.4, ces effets sont principalement de nature technique, associés à un produit non conforme aux attentes du client (non accomplissement des spécifications techniques, non-respect des échéances, retards de livraison,...).

### Effets associés à l'environnement

Les effets *environnement* ( $E_{ev}$ ) se rapportent aux conséquences des événements indésirables affectant l'entourage du projet et concernant l'emplacement, les ressources naturelles et la population. Là encore, ces effets sont principalement de nature technique, associés à l'impact de la réalisation du produit sur l'environnement (perturbations de la population, contamination des ressources naturelles, disposition non adéquate des déchets, explosions,...).

### Effets associés au projet

Les effets *projet* ( $E_{pj}$ ) correspondent aux conséquences des événements indésirables affectant directement le projet. On peut distinguer quatre catégories spécifiques d'effets pouvant être de nature :

- technique, principalement associées au traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire, aux exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) et à un potentiel technique du prestataire insuffisant,
- financière, principalement en rapport avec un budget alloué insuffisant pour réaliser le PRAO, un cadre financier résultant du PRAO non adapté, des règles financières internes non compatibles au cycle du projet et le non-paiement par le client,
- humain, essentiellement liées à un potentiel des compétences du prestataire insuffisant et aux compétences du responsable PRAO et projet insuffisantes,
- juridique, en rapport avec les poursuites juridiques pouvant être engagées par le client ou par un tiers).

## Effets associés au produit

Les effets *produit* ( $E_{pd}$ ) sont associés au développement de l'objet PRAO. Ils se rapportent aux conséquences des événements indésirables affectant directement l'objet (offre dans la phase amont, produit dans la phase aval). Trois catégories d'effets spécifiques ont été identifiées, ces effets sont principalement d'ordre :

- technique, associés à des moyens techniques insuffisants (manque des équipements, disfonctionnement/perde,..),
- financier, principalement liés à des moyens financiers insuffisants,
- humain, essentiellement en rapport avec des moyens humains insuffisants (compétences, disponibilité) et des erreurs humaines.

### II.5.3 La forme ou « mapping » (<M>)

La composante <M> permet d'explicitier le nombre et la forme des dépendances, d'une part, entre les causes possibles de l'événement redouté et entre ses effets et, d'autre part, entre ces causes et ces effets. Nous donnons dans le Tableau II-3 les quatre formes de base qui peuvent être considérées par rapport à la représentation classique du risque et leur adaptation dans notre approche du risque.

Description	Nomenclature	Forme classique	Sous notre vision de risque
<b>une cause et un effet (cas le plus simple)</b>	(1c_1e)		
<b>une cause et plusieurs effets</b>	(1c_Me)		
<b>plusieurs causes et un seul effet</b>	(Mc_1e)		
<b>plusieurs causes et plusieurs effets</b>	(Mc_Me)		

Tableau II-3. Forme d'association des causes et des effets

Il est évident que pour les cas Mc (causes multiples) et Me (effets multiples), les opérateurs d'association doivent être renseignés car ils peuvent influencer sur la stratégie de maîtrise des risques à adopter. Par exemple, l'application des techniques d'évitement des causes est, a priori, plus favorable aux situations (ET) des Mc qu'à celles de (OU) des Mc ; dans le premier cas, l'évitement d'une seule des causes possibles suffit pour écarter l'occurrence de l'événement indésirable.

### II.5.4 Les caractéristiques descriptives (<D>)

Les caractéristiques descriptives du risque peuvent être distribuées entre caractéristiques quantitatives et qualitatives. Au plan quantitatif, on trouve principalement :

- le (les) attribut(s) d'occurrence, souvent exprimé(s) sous forme de probabilités, de possibilités, de fonctions de croyances et, parfois, sur une échelle qualitative (très probable, probable, improbable, très improbable),

- celui (ceux) d'impact ou de gravité, liés à des échelles de valeur souvent de 1 à 4 ou normées à 1 et, là aussi, parfois à des échelles qualitatives (négligeable, significatif, majeur, critique, catastrophique),
- la criticité, souvent calculé à partir du produit entre l'occurrence et la gravité (et exploitant les informations structurelles de la composante mapping <M>). D'autres approches intègrent des grandeurs telles que la vulnérabilité et la détectabilité [Kamissoko et al., 2011] [Huber et Huber, 2003].

Outre les caractéristiques citées ci-dessus, nous prendrons en compte dans un indicateur « niveau de confiance » (NC) le niveau de confiance que l'expert accorde à son analyse. Par exemple, le niveau de confiance d'une analyse menée avec le maximum d'éléments informatifs et sur une durée appropriée sera plus important que celui d'une analyse conduite en urgence à partir de peu d'éléments informatifs. Le niveau de confiance peut être exprimé sous forme de probabilité, de poids ou sous forme qualitative.

Les caractéristiques qualitatives sont celles décrivant les actions de maîtrise engagées, ou susceptibles de l'être. Comme présenté dans la section 1.2.4, la description concerne classiquement les choix et actions de :

- conservation (acceptation passive du risque),
- évitement (engagement d'actions d'évitement des causes),
- atténuation (engagement d'actions de réduction/ limitation des conséquences),
- transfert (déport des conséquences sur une autre entité : assurance,...).

Bien que nous ayons fait le choix de certaines caractéristiques pour décrire le risque, signalons que d'autres caractéristiques peuvent également être considérées.

Dans [Lassudrie et Chauveau, 2002], une distinction entre les caractéristiques statiques et celles dynamiques est faite. Lassudrie rassemble dans les caractéristiques statiques le libellé, les causes, les conséquences, la classe ou domaine, le pilote, la répétabilité et le processus lié. La probabilité d'apparition, l'impact ou gravité, la détectabilité, la criticité, l'état, la période active, la tendance, les actions de réduction et les indicateurs sont regroupés dans les caractéristiques dynamiques. Suivant les modalités de travail du gestionnaire des risques, d'autres grandeurs peuvent être prises en compte dans cette composante. Nous rappelons que CEMDEX est un modèle flexible non intrusif du mode de fonctionnement de l'individu qui l'utilise.

### II.5.5 La catégorie REx (<Ex>)

La composante <Ex> concerne la connaissance associée aux scénarios de risque déjà rencontrés dans les AO antérieurs ou à ceux vérifiés lors de la clôture d'un projet ; elle est en rapport direct avec le REX.

Dans le cadre des expériences passées ou des phases PRAO (de prévision des risques), nous identifions plusieurs scénarios de risque pour le déroulement du projet issu de l'AO. Partant du risque  $R_i$  associé à un événement «  $i$  » égal à :

$$R_{ip} = P_{ip} \times I_{ip} \text{ (indice « } p \text{ » pour prévisionnel)}$$

on peut distinguer trois cas :

- un événement prévu (✓) qui ne s'est pas produit ( $P_{ip} \rightarrow 0$ ),
- un événement prévu (●) qui s'est produit\* ( $P_{ip} \rightarrow 1$  avec un impact  $I_{ie}$  (indice «  $e$  » pour effectif) à comparer à  $I_{ip}$ ),
- un événement non prévu (●\*) qui s'est produit\* ( $P_{ip} = 0 \rightarrow 1$  avec un impact  $I_{ie}$ ).

(\*) Dès lors qu'un événement redouté (qui sous-tend un risque latent) se produit, la désignation risque perd toute signification tout comme la notion de probabilité égale à 1! Nous citons à cet

effet [Caeymaex, 2007] : d'un point de vue ontologique, la saisie du risque est complexe étant donné que le risque « n'existe pas », qu'il est toujours potentiel et virtuel : lorsqu'un risque se matérialise, il ne s'agit plus d'un risque mais d'un sinistre.

## II.5.6 Synthèse du modèle CEMDEX

Le modèle générique des risques que nous venons de présenter devra être instancié dans un outil d'assistance au PRAO-P permettant de conduire ce processus efficacement et de mener une gestion des risques à travers une démarche de retour d'expérience. Le but est d'exploiter ce modèle dans le(s) processus décisionnel(s) engagés dans les phases du PRAO et du projet associé, notamment ceux en rapport avec l'estimation de l'offre commerciale et la réalisation du produit.

Signalons immédiatement que, bien que le modèle CEMDEX ait été établi dans un contexte PRAO, il est générique et utilisable dans tous les domaines d'application d'une ingénierie de risques. Nous montrons sur le schéma de la Figure II-22 une représentation synthèse du modèle CEMDEX.

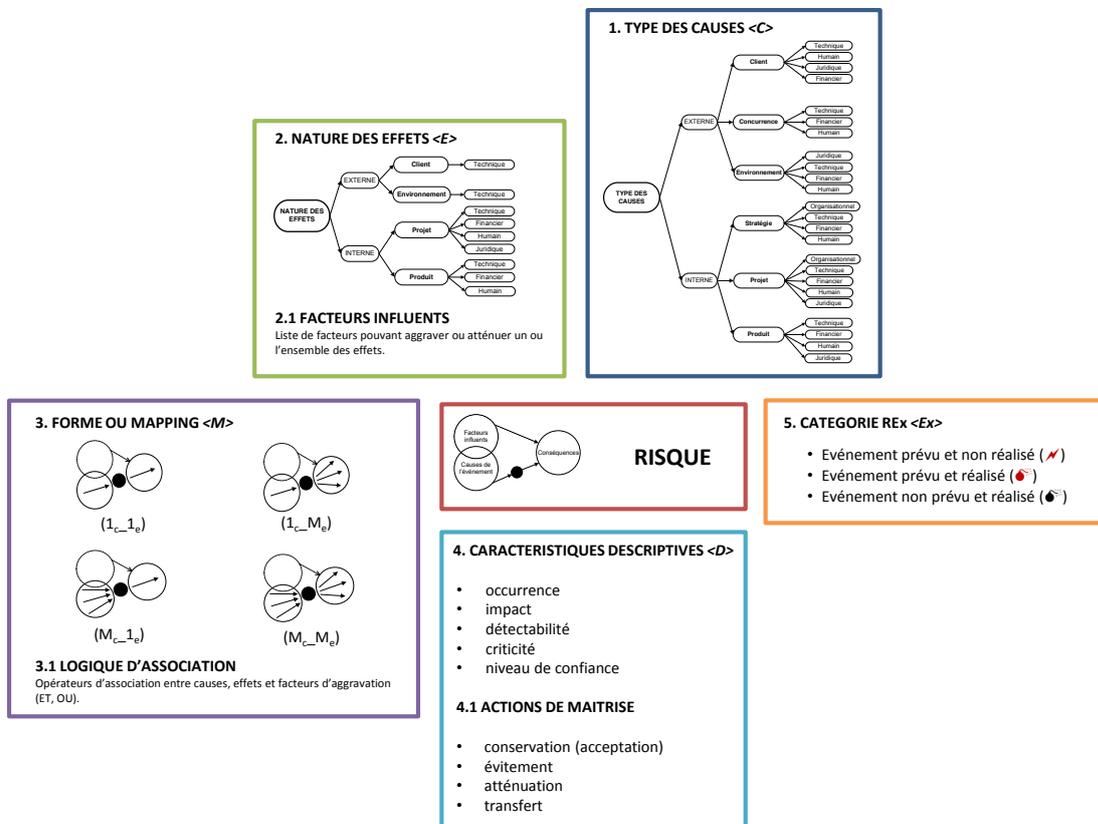


Figure II-22. Modèle CEMDEX

Il existe un lien fort entre les trois premières composantes <C>, <E>, <M> et les premiers éléments de la composante <D> du modèle qui caractérisent directement le risque associé aux événements redoutés susceptibles d'apparaître ; il en est de même pour les derniers éléments de la composante <D> et la dernière composante <Ex> qui représentent, eux, les caractéristiques des actions de gestion (cf. Figure II-23).

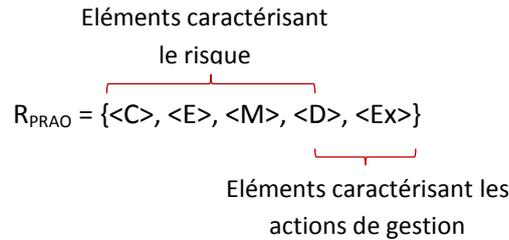


Figure II-23. Les composants du modèle CEMDEX

Par rapport aux éléments caractérisant le risque :

- la composante <C> décrit les causes directes d'apparition de l'événement redouté,
- la composante <E> regroupe les effets de l'événement redouté ainsi que les facteurs influents,
- La composante <M> comprend les formes possibles d'association des causes et des effets. Les causes possibles d'un événement peuvent être des causes spécifiques, directement responsables de l'apparition de l'événement, ou des associations particulières « ET », « OU » de causes, groupées en sous-ensembles. Il en est de même pour les effets,
- une partie de la composante <D> regroupe les caractéristiques descriptives au plan quantitatif (attributs d'occurrence, impact, criticité,...).

Par rapport aux éléments caractérisant les actions de gestion des risques :

- la deuxième partie de la composante <D> comprend les caractéristiques qualitatives décrivant les actions de maîtrise,
- la composante <Ex> décrit les scénarios de risque déjà rencontrés dans les expériences passées ou ceux constatés lors de l'achèvement d'un projet.

Nous illustrons dans le Tableau II-4, le modèle CEMDEX pour un cas d'étude comprenant N risques.

Considérons, par exemple, le risque  $r_1$ .

Les causes possibles sont  $C_a$ ,  $C_b$  et  $C_c$  (par exemple :  $C_{av}.Cl_T$  = modification fréquente des spécifications techniques,...) ; les effets possibles sont  $E_a$  et  $E_b$  (par exemple :  $E_{av}.Pj_H$  = évolution des compétences de l'équipe projet) ; la forme (ou mapping) est décrite à l'aide des portes logiques *et/ou* (les causes possibles sont l'apparition combinée de  $C_a$  et  $C_b$  ou bien celle de  $C_c$  ; les effets sont dans les deux cas  $E_a$  et  $E_b$ ).

Les caractéristiques descriptives sont : la probabilité d'occurrence, l'impact, la criticité (calcul mathématique considérant ces grandeurs), le niveau de confiance et les actions de gestion.

La composante Ex indique que ce scénario avait déjà été envisagé dans les expériences antérieures  $Exp_{101}$  sans être apparu (↘) et  $Exp_{105}$ , dans laquelle il s'était produit (↗).

Considérons maintenant le risque  $r_2$ .

Les composantes C, E, M et D sont renseignées de manière semblable au cas  $r_1$ . Par contre, la composante <Ex> montre que ce scénario est survenu dans l'expérience antérieure  $Exp_{102}$  alors qu'il n'avait pas été envisagé (↗).

Considérons le risque  $r_3$ .

Les composantes C, D et Ex sont renseignées de manière semblable au cas  $r_1$ . Par contre, les composantes E et M mettent en évidence l'existence possible d'un facteur influent  $Fi_1$  modifiant l'effet  $E_e$  et celui-ci devient  $E'_e$ .

Dans le cas du risque  $r_4$ , on trouve encore un facteur influent  $Fi_2$  qui apparait également en cause possible de l'événement indésirable (désignée par  $C_i(Fi_2)$ ).

D'autres cas possibles sont illustrés dans la suite du tableau.

Risque $r_i$	<C>	<E>	<M>	<D>	<Ex>
$r_1$	$C_a$ $C_b$ $C_c$	$E_a$ $E_b$	$(C_a \text{ et } C_b) \text{ ou } C_c$ $E_a \text{ et } E_b$	$(P, I, C, NC, Ac)_1$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{101}$ $(\text{⚡}) \text{Exp}_{105}$
$r_2$	$C_d$ $C_e$	$E_d$	$C_d \text{ et } C_e$ $E_d$	$(P, I, C, NC, Ac)_2$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{102}$
$r_3$	$C_f$ $C_g$	$E_e$ $E_f$ $Fi_1$	$C_f \text{ ou } C_g$ $E_e \text{ et } E_f$ $E'_e \text{ et } E_f \text{ si } Fi_1$	$(P, I, C, NC, Ac)_3$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{104}$ $(\text{⚡}) \text{Exp}_{102}$
$r_4$	$C_h$ $C_i$ $C_j (Fi_2)$	$E_g$ $E_h$ $E_i$ $Fi_2$	$C_h \text{ ou } C_i \text{ ou } C_j$ $E_g \text{ et } E_h \text{ et } E_i$ $E'_g \text{ et } E_h \text{ et } E'_i \text{ si } Fi_2$	$(P, I, C, NC, Ac)_4$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{103}$
$r_5$	$C_k$ $C_l$ $C_m$	$E_j$ $E_k$	$(C_k \text{ et } C_l) \text{ ou } C_m$ $E_j \text{ et } E_k$	$(P, I, C, NC, Ac)_5$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{101}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$r_N$	$C_n$ $C_o (Fi_4)$	$E_l$ $Fi_3$	$C_n \text{ et } C_o$ $E_l$ $E'_l \text{ si } Fi_3$	$(P, I, C, NC, Ac)_6$	$(\text{⚡}) \text{Exp}_{104}$

Tableau II-4. Exemple synthèse du modèle risque PRAO

Soulignons que, selon la manière de travailler de l'expert, il est possible de simplifier le mapping <M> liant causes et effets, dans le cas de situations complexes, en distinguant plusieurs situations de risque. Plutôt que de réunir dans un même scénario plusieurs combinaisons possibles, l'expert pourra différencier les cas, distinguant plusieurs situations de complexité moindre (Figure II-24).

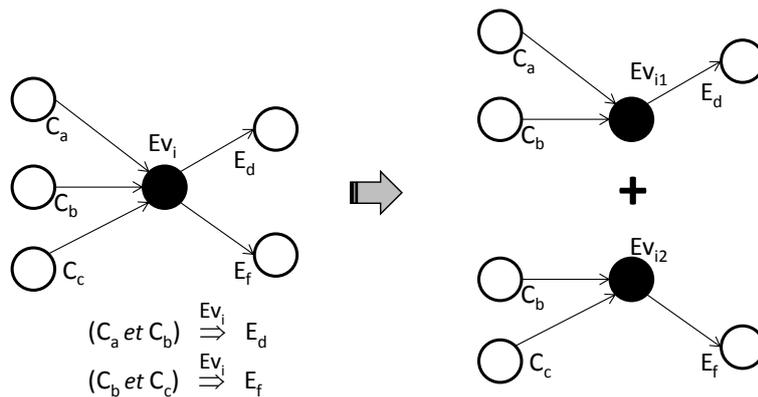


Figure II-24. Simplification du mapping <M>

Selon nous, une condition nécessaire à l'application d'une bonne gestion des risques est la simplification des représentations. Les représentations de risque trop complexes ne permettent pas une analyse aisée des situations traitées et sont susceptibles de conduire à des stratégies de gestion non adaptées.

Ainsi, nous préconisons de distinguer les situations de risque pour lesquelles l'apparition d'un même événement indésirable est susceptible d'induire des effets exclusifs différents (associations **ou** des effets).

## II.6 CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de présenter les différents concepts qui composent le cadre général du risque et de les considérer par rapport à notre contexte de travail. Plusieurs résultats complémentaires ont été établis.

Nous avons d'abord présenté les différentes définitions du risque proposées dans la littérature et nous nous sommes positionnés par rapport à celles-ci.

Nous nous sommes intéressés en premier aux travaux qui proposaient directement une description générale. Par rapport à cette approche, nous avons trouvé plusieurs auteurs définissant ainsi le risque. Nous avons adopté la définition présentée dans la norme [ISO GUIDE73, 2009] et nous nous sommes inspirés de celle-ci pour proposer une définition du risque dans le contexte PRAO.

La deuxième approche que nous avons considérée est celle où le risque est présenté à partir de ses éléments constitutifs. Nous avons trouvé dans la littérature plusieurs travaux intéressants dont, notamment, ceux d'Aven [Aven, 2010a] qui définit le risque par les composantes {<A, C, U, P, K>} (événements, conséquences, incertitude, probabilités et connaissance) et dont nous nous sommes inspirés ensuite pour proposer le modèle CEMDEX.

La troisième approche consistait à définir le risque à partir des représentations graphiques. Nous nous appuyés sur la représentation proposée par [Gouriveau, 2003], qui définit le risque par l'association d'événements causes et d'événements conséquences, pour proposer une représentation tenant compte des facteurs influents présents dans le contexte d'apparition de l'événement indésirable.

Nous avons introduit notre propre vue du risque et nous avons adapté cette vue au risque PRAO.

Nous avons ensuite proposé une typologie des risques fondée sur la nature des causes et celle des effets de l'événement indésirable dans le but d'identifier les situations « risque » susceptibles de porter atteinte aux objectifs du PRAO. En effet, une classification des risques axée sur l'événement indésirable (comme sont souvent faites les classifications des risques dans la littérature) ne serait pas significative car trop dépendante du cas d'AO considéré. Nous avons donc opté pour une classification axée sur les composantes « causes » et « effets » qui constituent, selon nous, le principal support du risque.

La classification que nous avons faite est centrée sur le couplage entre les classes usuelles du risque trouvées dans la littérature (technique, financière, humaine, organisationnelle, juridique) et les entités concernées par un AO (le client, la concurrence, l'environnement, la stratégie, le projet, le produit). Nous avons dressé un état des types de causes et effets des événements indésirables potentiels en les positionnant sur le cycle PRAO-P.

Enfin, nous avons établi le modèle de risque CEMDEX. Ce modèle qui décrit le risque en considérant les causes, les effets, la forme ou mapping, les caractéristiques descriptives et la catégorie REx, permet d'appréhender l'ensemble des caractéristiques utiles pour renseigner le risque. Développé dans le but de permettre la conduite d'une ingénierie risque dans le cadre PRAO-P, ce modèle dispose de toutes les caractéristiques de généralité permettant son application dans n'importe quel domaine.

Ce chapitre nous a donc permis d'appréhender le risque, de le décrire dans le contexte du PRAO-P et de le modéliser de manière efficace pour son traitement lors du processus de management des risques. Le modèle CEMDEX, qui est le résultat principal de ce chapitre, constitue l'outil par lequel le risque sera représenté et exploité en vue de sa gestion, lors des processus de retour d'expériences.

Dans le chapitre suivant, nous proposons d'étudier le retour d'expérience (REx) comme démarche structurée pour la gestion des risques dans le PRAO. Nous présentons le REx de manière générale et nous l'étendons à notre problématique. Nous montrons que la notion d'expérience est très importante dans notre approche et nous en proposons une définition adaptée à notre contexte de travail. La modélisation de cette expérience constitue un enjeu majeur de nos travaux puisqu'elle doit contenir toutes les informations pertinentes pour conduire le PRAO et le projet qui en découle en considérant les risques potentiels.

## CHAPITRE III.

# LE RETOUR D'EXPERIENCE : UN MOYEN D'ASSISTANCE A LA GESTION DES RISQUES

Le processus de management des risques que nous souhaitons développer nécessite de disposer des informations et des connaissances sur les situations à étudier concernant le déroulement du PRAO et du projet qui en découle ainsi que celles en rapport avec les risques encourus. La capitalisation et l'exploitation de ces informations et des connaissances qu'elles sous-tendent nécessitent la mise en place de mécanismes de gestion des connaissances pour pouvoir les exploiter dans la méthodologie proposée.

Les mécanismes de gestion des connaissances sont souvent décrits dans la littérature. Les méthodologies dites « descendantes » sont très courantes car elles appliquent un modèle générique de connaissance à un domaine particulier. Cependant, nous avons décidé d'utiliser le retour d'expérience (REx) qui est une alternative aux approches de gestion des connaissances basées sur une conceptualisation globale. Le REx est une méthode « ascendante » dont la finalité est de transmettre des connaissances concrètes ou des leçons apprises applicables à tous les niveaux d'un processus afin d'en améliorer le fonctionnement. Nous nous appuyons sur le modèle CEMDEX proposé dans le chapitre II pour établir une démarche originale visant à supporter la gestion des risques dans le PRAO. Cette démarche est basée sur l'exploitation de l'expertise acquise lors des PRAO passés par l'application d'un système de retour d'expérience (REx) appliqué aux PRAO et projets antérieurs.

Ce chapitre est organisé en cinq sections principales.

Dans la première section, nous rappelons brièvement les principaux concepts liés à la gestion des connaissances. Nous introduisons ici les différentes typologies des connaissances ainsi que leur dynamique. Nous présentons ensuite les différents mécanismes de gestion des connaissances et nous positionnons le REx par rapport à ceux-ci.

Nous nous intéressons dans la section 2 au retour d'expérience. Nous considérons les différentes classes de REx, les outils permettant son instrumentation et le couplage entre les mécanismes du REx et la gestion des risques. Nous introduisons les définitions d'expérience usuelles pour conclure sur notre propre définition dans le contexte du PRAO.

Ensuite, nous présentons la manière de constituer un processus REx puis nous focalisons sur l'implémentation de ce processus dans le PRAO. L'instrumentation, via une fiche REx (nommée BiPMS), du PRAO-P est ensuite présentée ainsi que les fonctions attendues et la trame générique de cette fiche.

Nous présentons dans la section 4 la description du modèle des composantes de la fiche BiPMS développée et nous en décrivons une instance permettant l'acquisition de l'expérience. Les composantes de la fiche sont en accord avec celles définies pour l'expérience. Nous détaillons chacune d'entre elles ainsi que les descripteurs qui les conforment.

Pour finir, nous abordons l'opérationnalisation de la fiche BiPMS. Nous y présentons les spécifications de réalisation de celle-ci, les différents types de descripteurs la composant et le prototype réalisé qui est l'instanciation de la fiche BiPMS dédié au suivi du processus de réponse à appel d'offre vu sous l'angle de la gestion des risques.

### III.1 GESTION DES CONNAISSANCES

La notion de gestion des connaissances ou « Knowledge Management » englobe un très grand nombre de concepts et de méthodes utilisées par les organisations pour capitaliser, gérer et utiliser les connaissances. Un processus de gestion des connaissances est généralement constitué de deux sous-processus : *i)* un sous-processus de capitalisation qui vise à rassembler, analyser et stocker la connaissance, *ii)* un sous-processus d'exploitation qui vise à mettre cette connaissance à la disposition des acteurs dans le but de réinjecter cette connaissance dans les processus de l'organisation pour en améliorer le fonctionnement ou pour former les futurs acteurs [Lewkowicz et Zacklad, 2000].

Nous présentons sur le schéma de la Figure III-1, les principales phases du cycle de gestion des connaissances expliqué par [Grundstein, 2002] au moyen des cinq processus : repérer, préserver, valoriser, actualiser et manager.

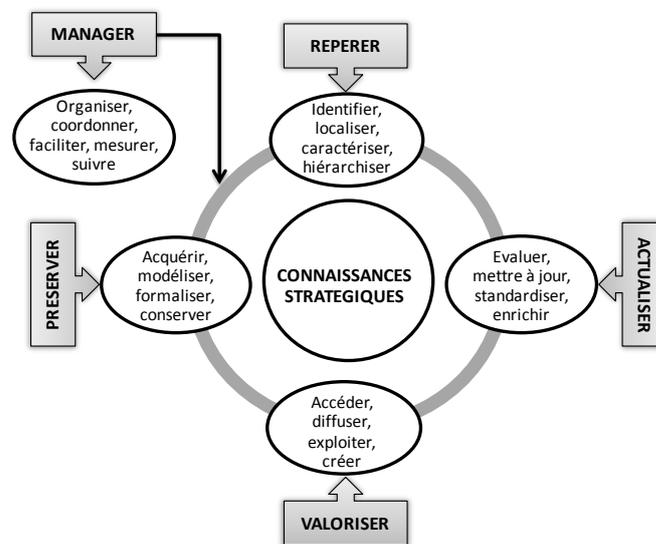


Figure III-1. Cycle de gestion des connaissances, d'après [Grundstein, 2002]

Le processus *Repérer* a pour objectif l'identification des connaissances cruciales. Celui *Préserver* vise à modéliser, formaliser et stocker ces connaissances. Dans le processus *Valoriser*, le but est la diffusion des connaissances dans l'organisation. Le processus *Actualiser* vise la mise à jour constante des connaissances et, enfin, celui *Manager* est associé à la gestion et au suivi de ce cycle.

#### III.1.1 Typologies des connaissances

D'un point de vue pratique, la connaissance peut être considérée comme une combinaison d'informations et de leur interprétation afin de donner une signification à ces informations [Prax, 1997]. La connaissance peut ainsi être vue comme une fiche d'analyse des informations qui va permettre, par leur interprétation, d'inférer une situation qui en découle. Deux classifications usuelles des connaissances en entreprise permettent de distinguer les connaissances tacites ou celles explicites et les connaissances individuelles ou celles collectives.

##### Connaissances tacites et connaissances explicites

Cette première typologie de connaissances, issue de la psychologie cognitive, a été proposée par [Polanyi, 1962] puis reprise par [Nonaka et Takeuchi, 1995].

Les connaissances tacites appartiennent au monde des représentations mentales. Elles regroupent les compétences innées ou acquises, le savoir-faire et l'expérience. Ces connaissances implicites sont difficiles à formaliser et à transmettre.

Les connaissances explicites sont formalisées et peuvent être transmises au moyen d'un écrit ou d'un discours. Ce type de connaissance peut être transmis au moyen de supports informatisés. Dans l'entreprise, ce sont, par exemple, les procédures rédigées pour la conduite des processus.

**Connaissances individuelles et connaissances collectives**

Les connaissances individuelles correspondent à celles que chaque individu possède et qu'il gère de manière intuitive et subjective. Cette connaissance permet à l'individu d'extraire de l'information pour lui donner du sens.

Les connaissances collectives sont distribuées ou partagées entre différents individus [Duizabo et Guillaume, 1996]. Dans cette connaissance, l'information rapportée par l'individu est collectivisée pour produire un sens collectif désigné souvent par l'expression « connaissances des entreprises » [Prax, 1997].

**III.1.2 Dynamique des connaissances**

La manipulation des connaissances conduit à une dynamique particulière entre connaissances tacites et explicites et entre connaissances individuelles et collectives. Cette dynamique a été formalisée par [Baumard, 1996]. Sur le schéma de la Figure III-2, nous distinguons l'évolution entre les différents états de la connaissance. Dans un premier temps, la connaissance est tacite et individuelle, c'est la phase d'intériorisation où la connaissance intègre des schémas mentaux (phénomène de l'intuition). Puis elle devient explicite et individuelle, c'est la phase d'expertise où elle peut être enseignée à d'autres acteurs. Ensuite, elle devient explicite et collective, c'est la phase qui concerne l'apprentissage des règles. Enfin, elle devient tacite et collective pour donner lieu à une culture entreprise (généralisation et pratiques sociales). Toutefois, comme cela est aussi montré sur la Figure III-2, il peut exister d'autres mécanismes de changement d'état qui ne suivent pas le cycle décrit précédemment.

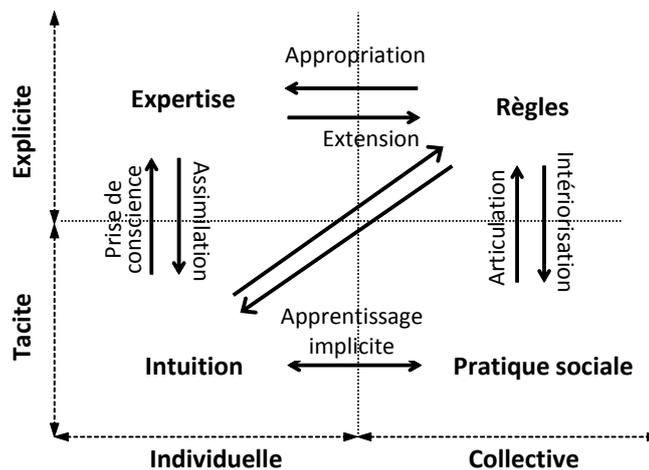


Figure III-2. Dynamique des connaissances, d'après [Baumard, 1996]

**III.1.3 Mécanismes de gestion des connaissances**

Parmi les approches de gestion des connaissances, nous pouvons établir une distinction entre les approches descendantes qui appliquent un modèle générique de connaissance à un domaine particulier et celles ascendantes qui généralisent des fragments de connaissance.

### **Approche descendante (Top-down)**

Les approches descendantes reposent sur des processus séquentiels dont le but est de produire des systèmes complexes et fonctionnels de manière systématique. C'est à travers des guides indiquant la démarche à suivre que les exigences passent progressivement des requêtes informelles aux modèles réalisables.

Les méthodologies CommonKADS [Schreiber et al., 1994] et MKSM [Ermine et al., 1996] figurent parmi les plus connues basées sur ce principe. Ces méthodologies ont pour point commun d'être basées sur des modélisations conceptuelles de l'activité des experts qui, par hypothèse, détiennent les connaissances clé des organisations [Rakoto, 2004]. Le processus consiste à capturer et mémoriser les connaissances que les acteurs utilisent pour effectuer une activité particulière. Ensuite, une série de modèles est développée, transformant graduellement les exigences du monde réel et l'expertise en un système opérationnel.

Un avantage de cette approche est son caractère dynamique : des connaissances nouvelles sont générées à l'aide d'outils qui proposent des mécanismes d'inférence s'appuyant sur une connaissance structurée. Cependant, ces méthodologies demandent des efforts importants dont les bénéfices ne sont pas immédiats. Plusieurs difficultés telles que le manque de disponibilité des experts, leur réticence à livrer leur savoir et savoir-faire et la subjectivité des informations qu'ils fournissent surviennent fréquemment lors de leur mise en place.

### **Approche ascendante (Bottom-Up)**

Les approches ascendantes ont pour but de construire une base de connaissances à partir de fragments de connaissance. Le retour d'expérience est typiquement une méthode ascendante constituant une alternative aux approches de gestion des connaissances basées sur une conceptualisation globale des connaissances. L'objectif du retour d'expérience est de transmettre des connaissances concrètes ou des leçons apprises applicables à des niveaux opérationnels, tactiques ou stratégiques de telle sorte que, lorsque l'expérience est réutilisée, elle impacte positivement sur les résultats de l'organisation [Bergmann, 2002].

Ce type de gestion des connaissances vise à éviter la reproduction des erreurs passées et à bénéficier de tous les savoir-faire et connaissances acquises lors de chaque résolution de problème. Contrairement aux systèmes à base de connaissances, le principe du retour d'expérience est la modélisation d'un ensemble de connaissances partielles et spécifiques à une activité ou un processus.

Le retour d'expérience constitue ainsi une approche permettant de mettre en œuvre une gestion des connaissances intégrée dans les processus opérationnels des organisations. La capitalisation est effectuée de manière peu intrusive, parallèlement au processus opérationnel. L'expérience peut être analysée a posteriori et participer, éventuellement, à l'extraction de connaissances génériques. Nous pouvons donc considérer l'expérience comme un vecteur de la construction de la connaissance [Ruet, 2002].

## **III.1.4 Lien entre expérience et connaissance**

Comme la plupart des approches de gestion de connaissances, le retour d'expérience traite des expériences mais aussi des données, des informations et des connaissances. Nous précisons ces notions afin clarifier nos développements. Classiquement, la distinction est faite selon le niveau de structuration et les possibilités d'inférence associées [Balmisse, 2004].

La notion de donnée caractérise des faits ou des éléments bruts en dehors de tout contexte. Une donnée est atomique ou, éventuellement, composée de plusieurs données atomiques mais sans

réel contexte. *Un exemple de donnée peut être le chiffre « 100 », la dénomination « k€ » mais aussi la composition des deux soit « 100 k€ ».*

La notion d'information caractérise un ensemble de données explicitées dans leur contexte afin de leur donner un sens. Cette mise en relation des données introduit une valeur informative. *Un exemple d'information peut être « la fabrication de la pièce coute 100K€ ».*

La notion de connaissance caractérise des informations assimilées pour réaliser une action. C'est un phénomène de généralisation des informations. *Un exemple de connaissance peut être « la fabrication de la pièce coute 100K€ mais reviendrait 50% moins cher si externalisée ».*

Bien que le retour d'expérience soit une approche d'ingénierie des connaissances, la notion d'expérience est rarement prise en compte dans la définition des concepts de cette discipline. Afin de positionner l'expérience dans ce cadre, dans [Béler, 2008] le lien implicite qui existe entre expérience et connaissance est étudié. L'auteur soutient que l'expérience est construite à partir d'informations sélectionnées et, éventuellement, analysées et interprétées par des experts. L'expérience contient donc de la connaissance, plus ou moins explicite, acquise dans l'action opérationnelle. Dans [Bergmann, 2002], l'auteur mentionne que la gestion de l'expérience est une forme de gestion des connaissances restreintes aux connaissances issues de l'expérience. La connaissance peut donc être considérée comme un ensemble de savoirs plus généraux englobant les connaissances issues de l'expérience.

A l'instar des travaux de Béler, nous situons l'expérience comme une entité intermédiaire entre l'information et la connaissance (Figure III-3). Nous considérons l'expérience comme un vecteur de production de connaissances. La dimension « connaissance » peut ainsi être enrichie par la généralisation des expériences capitalisées.

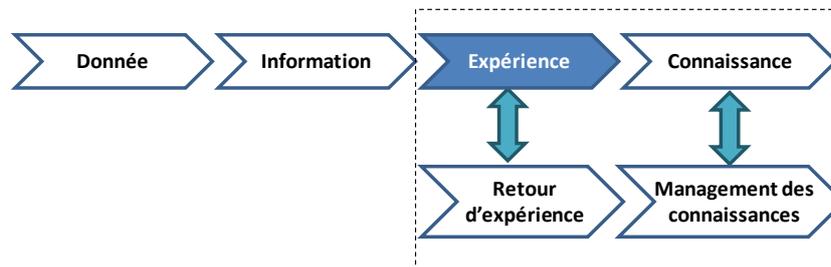


Figure III-3. Lien entre expérience et connaissance

A partir du lien existant entre l'expérience et la connaissance, nous pouvons déduire par analogie, qu'un lien du même type existe aussi pour les processus utilisant ces concepts. En effet, étant donné que le retour d'expérience conduit à l'extraction et manipulation des connaissances, celui-ci se positionne en amont du management des connaissances qui est une discipline globale permettant d'organiser et de partager les connaissances entre les membres de l'organisation. Ainsi, l'expérience est précurseur de la connaissance et le retour d'expérience est précurseur des processus de gestion des connaissances.

## III.2 RETOUR D'EXPERIENCE (REx)

Comme nous venons de le rappeler, le retour d'expérience est une approche ascendante de gestion des connaissances particulière. Cependant, le principe du retour d'expérience correspond à une pratique sociétale très ancienne qui existe indépendamment de la notion de gestion des connaissances.

Le retour d'expérience (REx) est une pratique issue de la motivation de s'améliorer à partir de la réutilisation des expériences passées, qu'elles soient positives ou négatives. Le principe du REx

était déjà évoqué dans l'ouvrage de Columella « De re rustica » datant du premier siècle après J.C. et traduit dans [Cuneo, 2003]. Le REx est ainsi devenu une pratique incontournable dans la vie de tous les jours puisque depuis des générations, les êtres humains tentent d'appliquer les enseignements passés pour améliorer leur quotidien et ne pas reproduire les erreurs du passé. Aujourd'hui, le retour d'expérience tend à être formalisé et systématisé.

Au niveau industriel, ce besoin d'exploiter les expériences passées a été dans un premier temps exprimé dans des domaines à haut degré de sécurité. Wybo dans [Wybo et al., 2005] signale que l'apparition des accidents dans le passé donne lieu à des correctifs et à de nouvelles règles dont l'objectif est d'aboutir à une sécurité plus forte. Pour le consortium européen Airbus, le retour d'expérience est au cœur de l'entreprise et ce, depuis sa création [Gauthey, 2008]. Nous pouvons également citer les travaux de l'AFPCN<sup>3</sup> portant sur la réduction des risques et de leurs conséquences humaines à l'aide des retours d'expériences.

### III.2.1 Définition du retour d'expérience (REx)

Le retour d'expérience consiste en l'analyse des faits passés et de leur contexte pour réutiliser la connaissance qui en découle. Cependant, les définitions du retour d'expérience varient en fonction du domaine considéré. Par exemple, les acteurs de la sûreté de fonctionnement [Vérot, 2000] [REXAO, 2008], mettent l'accent sur les notions « d'anomalies » et de « dysfonctionnement » ; ils présentent le REx comme un processus dédié au traitement d'événements négatifs liés à des équipements.

Avec un autre point de vue, Bergmann généralise le principe de retour d'expérience (sous le nom de « Experience Management ») à tous les types d'événements mais restreint sa définition à la résolution de problèmes donc, a priori, à des événements négatifs [Bergmann, 2002]. D'autre part, le gouvernement américain au travers de son Département de l'Énergie (DoE), s'intéresse au concept de « Lesson Learned » en y intégrant la notion de « bonne pratique ».

Dans [Faure et Bisson, 2000], le retour d'expérience est vu comme le résultat d'une analyse portant sur l'expérience et visant à découvrir la cause du jugement porté sur une activité et ayant pour but de déboucher sur une modification du comportement des individus.

Globalement, en tant que démarche pour la consolidation d'un capital de connaissances utiles et pour leur réutilisation au sein des organisations industrielles, le retour d'expérience a été étudié sous les dénominations suivantes :

- « Lesson-Learned System » [Sharif et al., 2005], [Snider et al., 2002], [Spilsbury et al., 2007], [Weber et al., 2001],
- « Experience Factory Paradigm » [Basili, 1993],
- « Experiential Learning Theory » [Kolb et al., 1984],
- « Experience Management » [Bergmann, 2002], [Mendonca Neto et al., 2001],
- « Experience Feedback Loops » [Faure et Bisson, 2000], [Faure et al., 1999].

Tous ces domaines portent sur la connaissance résultant des expériences passées et la manière dont elles doivent être collectées, modélisées, stockées, réutilisées, évaluées et diffusées pour améliorer de manière significative les processus ciblés.

A partir de ces travaux, plusieurs recherches ont été menées au sein du Laboratoire Génie de Production (LGP) de l'ENI de Tarbes sur le REx et ses applications. Initialisés par [Rakoto et al., 2002], ces travaux ont été poursuivis dans [Clermont et al., 2007], [Béler, 2008], [Villeneuve, 2012], [Jabrouni, 2012], [Bertin, 2012] dans des contextes différents et originaux. Dans notre démarche, nous reprenons la définition du retour d'expérience établie par le LGP :

---

<sup>3</sup> Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (<http://afpcn.org>)

« Le retour d'expérience est une démarche structurée de capitalisation et d'exploitation des connaissances issues de l'analyse d'événements positifs et/ou négatifs. Elle met en œuvre un ensemble de ressources humaines et technologiques qui doivent être organisées pour contribuer à réduire les répétitions d'erreurs et à favoriser certaines pratiques performantes ».

Le REx constitue ainsi une démarche engagée pour valoriser les expériences créées lors du traitement des événements ou des situations passés afin d'en tirer des enseignements pour les développements ou actions futures. Dans cette démarche, nous distinguons trois activités majeures : la capitalisation qui a pour objectif l'acquisition de l'expérience à l'aide d'un formalisme de modélisation des informations pertinentes, le traitement dont le but est d'analyser et transformer en connaissances les expériences capitalisées, l'exploitation qui a pour objectif de réinjecter les informations pertinentes et les connaissances provenant d'expériences stockés, dans un nouveau processus métier [Liebowitz, 1999]. Nous présentons la description détaillée des trois activités du REx dans l'annexe C en fin de mémoire.

Ces activités sont illustrées par le schéma de la Figure III-4 tiré de [Béler, 2008] où l'auteur présente les différentes variantes d'emploi d'un système REx.

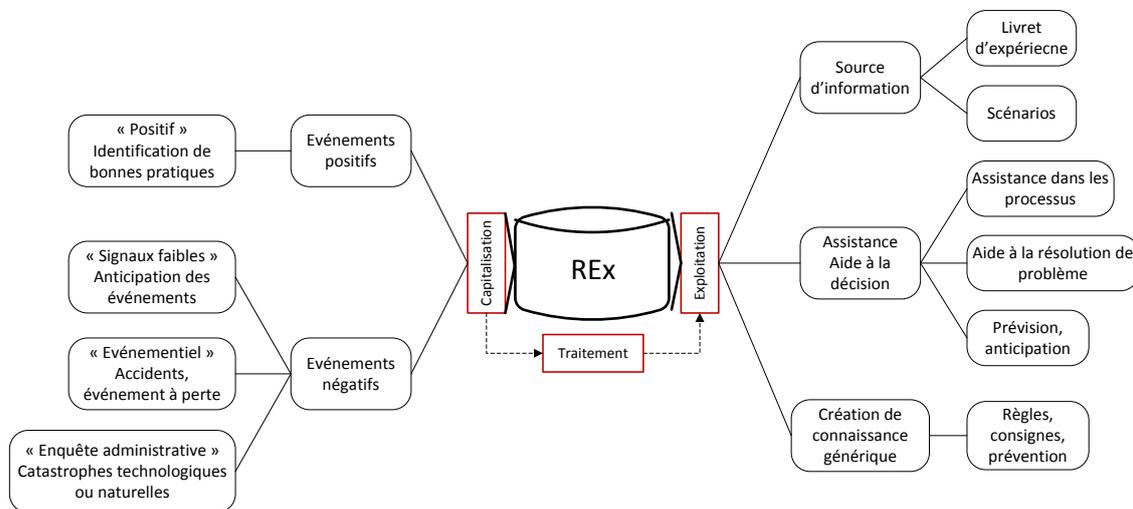


Figure III-4. Vue d'ensemble des applications du REx, adapté de [Béler, 2008]

Au centre, nous retrouvons la base de l'organisation REx et les trois processus indissociables de capitalisation, traitement et exploitation. L'élément d'entrée d'un processus de retour d'expérience est l'événement, positif ou négatif. En sortie du processus de retour d'expérience, nous pouvons distinguer différents modes d'exploitation :

- source d'information en vue d'une appropriation par les experts : constitution de catalogues, de mémoires d'expériences, d'une mémoire de résolution de problèmes,... directement à partir de la transcription des expériences,
- assistance informatique et aide à la décision : réutilisation des solutions ou des analyses pour résoudre de nouveaux problèmes,
- création de connaissances génériques (règles): étude d'ensembles d'expériences pour inférer des connaissances plus globales par généralisation (apprentissage inductif).

Dans ses travaux, Béler ne considère que les événements négatifs pour la capitalisation afin d'assister l'aide à la décision pour l'exploitation. Son objectif est d'anticiper ces événements pour les prendre en compte lors de processus décisionnels.

Classiquement, les retours d'expérience se font sur des événements aux effets négatifs. En effet, il est bien plus courant et facile d'identifier et capitaliser ce qui n'a pas fonctionné correctement (les événements indésirables) que ce qui s'est convenablement déroulé (les bonnes pratiques).

L'explication est simple : les bonnes pratiques ne sont pas facilement perçues par les acteurs qui ne se rendent souvent pas compte d'avoir mené des actions favorisant les processus ; par contre, les erreurs sont plus facilement détectées car elles induisent très souvent des effets négatifs.

Dans notre démarche, bien que l'objectif soit de gérer les risques (liés naturellement à des événements négatifs), nous considérons aussi, en arrière-plan, des événements aux effets positifs (opportunité). En effet, nous proposons une démarche qui prend en compte l'ensemble du cycle du projet et qui permet de constater les résultats des actions mises en place en phase de clôture. Ces résultats sont capitalisés de manière à exprimer si les actions mises en place ont été efficaces ou non. Par exemple, lorsqu'un risque traité par une action particulière d'évitement n'est pas survenu, nous pourrions considérer l'application de cette action comme une bonne pratique. Bien sûr, cela n'est possible que si plusieurs expériences du même type permettent une généralisation ou s'il s'agit de la conclusion de l'analyse d'experts.

Pour l'exploitation de la base REx, deux modes sont possibles :

- le mode *push* qui consiste à fournir directement l'information à l'analyste lors du traitement d'un événement particulier,
- le mode *pull*, qui consiste en une recherche volontaire d'information dans la base REx.

Dans le mode *push*, les informations sont diffusées en support des décisions de l'analyste. Ce mode d'exploitation ne nécessite pas d'effort de recherche car les informations sont directement mises à disposition. Par contre, la définition exacte du besoin actuel est fondamentale, afin de ne pas omettre des informations utiles ou d'éviter de saturer la prise de décision avec des informations inutiles.

A contrario, dans le mode *pull*, c'est l'analyste qui consulte la base de laquelle il peut extraire toute l'information qu'il juge pertinente par rapport aux critères de recherche définis préalablement. Cette approche nécessite une implication de l'acteur et une structuration adaptée des informations pour une recherche aisée.

Dans nos travaux, nous proposons d'utiliser simultanément ces deux modes d'exploitation ce qui permet de systématiser l'emploi des connaissances et expériences.

## III.2.2 Typologie de retour d'expérience

Nous venons de commenter une première différenciation possible du REx en fonction de la nature, positive ou négative, de l'événement déclencheur. Dans ses travaux, Béler propose aussi la différenciation entre REx statique et dynamique et entre REx statistique et cognitif. Dans [Bertin, 2012], l'auteur reprend cette classification mais introduit aussi deux nouvelles distinctions : le REx *a priori* et le REx *a posteriori* ainsi que le REx local et le REx global. Nous présentons ci-après ces différentes classes de REx.

### III.2.2.1 REx à événement positif ou négatif

En fonction de la nature des événements traités, le retour d'expérience peut être « négatif » ou « positif ». Etant donné que l'événement objet du retour d'expérience correspond souvent à un écart entre la norme et le vrai fonctionnement d'un système, toute situation considérée comme « anormale » peut en faire l'objet. Néanmoins, une autre forme de retour d'expérience a été développée, notamment dans les grandes entreprises : il s'agit du retour d'expérience positif. Dans ce cadre, les bonnes pratiques sont identifiées et capitalisées en vue de favoriser les processus aux différents niveaux de l'organisation. L'inconvénient de cette approche est sa difficulté de mise en œuvre. En effet, comme nous l'avons souligné, les événements positifs sont rarement perçus et identifiés en tant que tel (fonctionnement nominal).

Le retour d'expérience « négatif » est plus facile à mettre en œuvre techniquement et à intégrer dans les processus. En effet, les événements négatifs sont plus facilement identifiables et il existe de nombreuses méthodes de résolution de problèmes, souvent imposées par les démarches d'assurance qualité, qui peuvent servir de support à la capitalisation des expériences [Jabrouni, 2012].

Nous nous intéressons aux risques susceptibles d'influencer négativement le PRAO-P mais aussi aux bonnes pratiques qui permettront de conduire efficacement celui-ci.

### III.2.2.2 REx statique et dynamique

La manière dont les outils exploitent la connaissance pour sa réutilisation donne lieu aux REx « statique » et « dynamique ». Le retour d'expérience de type « statique » est le plus répandu dans les entreprises. L'objectif des approches statiques est de collecter et de retransmettre la connaissance sans traitement « expert ». La connaissance est essentiellement consultée et le système ne génère pas de nouvelles connaissances. Un exemple de retour d'expérience « statique » est celui de la méthode REX [Malvache et al., 1994] développée par le CEA à la direction des Réacteurs Nucléaires. Le logiciel support vise à capitaliser le retour d'expérience à l'aide d'un ensemble de fiches, descriptions semi-structurées textuelles, schématiques sous forme d'expérience. Ces fiches sont rédigées à partir des interviews des personnes qui ont vécu ces expériences puis mises à disposition dans l'outil informatique avec un système de recherche par mots-clés, enrichi d'un graphe de concepts qui permet de naviguer dans les concepts du domaine pour mieux formuler la requête [Ermine et al., 1996].

Au contraire, dans le retour d'expérience de type « dynamique » l'objectif est la création de nouvelles connaissances. La connaissance doit être formalisée pour être accessible, compréhensible et manipulable par les utilisateurs et par les outils. L'outil favorise notamment l'explicitation des connaissances implicites contenues dans la base d'expériences. Les outils qui entrent dans cette catégorie sont en principe des outils de gestion descendante des connaissances comme, par exemple, CommonKADS<sup>4</sup>. Cependant, nous ne connaissons pas d'exemples d'outils dynamiques réellement dédiés au retour d'expérience.

### III.2.2.3 REx statistique et cognitif

Les mécanismes de traitement de la connaissance dans un processus de retour d'expérience peuvent être rattachés aux types « statistique » et « cognitif ». Le REx statistique correspond à la forme élémentaire du retour d'expérience dont le but est de capitaliser un certain nombre d'informations afin d'établir des statistiques et des tendances d'évolution. Dès lors que l'information stockée est en quantité suffisante, il devient possible d'utiliser des techniques statistiques pour inférer de nouvelles informations. Il peut être utilisé des recherches de mots-clés, des recherches d'associations sémantiques ou encore, si l'information est suffisamment structurée, des analyses en composantes principales.

Au contraire, lorsqu'on ne dispose que de peu d'informations, il n'est pas possible d'utiliser des techniques statistiques. Il est alors nécessaire de donner aux expériences une formalisation adaptée pour pouvoir consigner des analyses expertes qui seront exploitées par des mécanismes d'inférence. Il s'agit du REx de type « cognitif » correspondant principalement à la mise en place des actions sur un nouveau processus en ayant comme appui les événements avérés des expériences passées. Ces actions nécessitent l'engagement d'experts pour élaborer une réponse

---

<sup>4</sup> Engineering and Managing Knowledge (<http://www.commonkads.uva.nl>)

adaptée. L'engagement des experts vient combler le manque d'informations en apportant une plus-value informationnelle.

### III.2.2.4 REx a posteriori et a priori

D'autres critères de différenciation des REx ont été proposés dans des travaux antérieurs du LGP. Une typologie intéressante est celle introduite dans [Bertin, 2012]. L'auteur présente un critère de différenciation des REx en fonction du moment ou de la période de capitalisation de l'expérience. Deux situations possibles sont distinguées : le REx *a posteriori* et le REx *a priori*.

La première situation consiste à capitaliser l'expérience en fin de processus de construction de la réponse lors de réunions rassemblant les principaux acteurs. Ce mode de capitalisation, appelé *a posteriori* est le plus courant en entreprise. Cependant, il est insuffisant pour réellement faire un retour d'expérience efficace. Tel que le signale Bertin, à la fin des processus, les acteurs ont souvent d'autres préoccupations ou priorités et beaucoup d'informations qui ont été estimées peu importantes sont oubliées involontairement ou volontairement (pour ne pas engager leur responsabilité). De plus, certaines informations saisies peuvent être biaisées par la connaissance des résultats.

La deuxième situation consiste à capitaliser les informations au fur et à mesure que le processus de construction de la réponse se déroule (au fil de l'eau). Dès les premières actions d'identification de l'événement déclencheur, l'information est consignée sans biais et l'expérience est construite en même temps que la réponse à l'événement. Ce deuxième mode est plus difficile à mettre en œuvre car il nécessite une implication plus forte des acteurs durant tout le processus. De plus, l'information pertinente, porteuse de sens, est difficile à identifier. Nous illustrons sur les schémas de la Figure III-5 ces deux catégories de retour d'expérience.

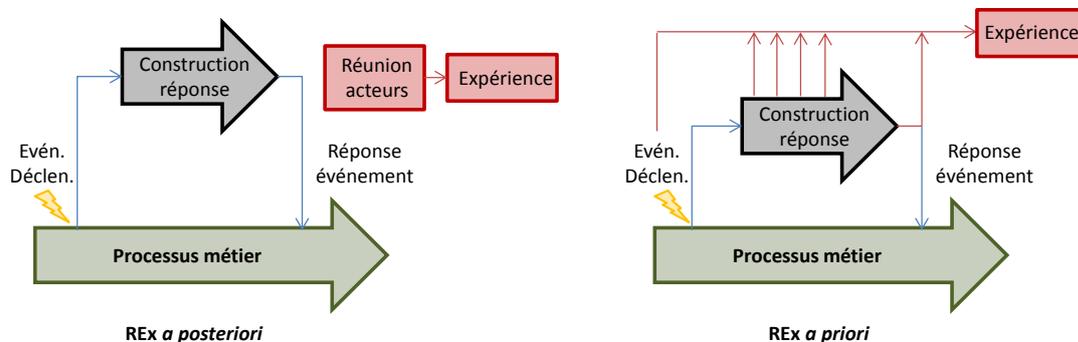


Figure III-5. Types de REx selon la période de capitalisation, d'après [Bertin, 2012]

Dans notre cas, le retour d'expérience *a priori* semble être le plus adapté puisqu'il permet la capitalisation de l'expérience depuis le début du processus.

### III.2.2.5 Le REx local et global

Le processus métier origine de la capitalisation et le processus consommateur des expériences et des connaissances sont souvent différents. En effet, bien qu'il soit possible d'extraire des informations du processus en cours capitalisation (REx sur certaines phases amont du processus), les sources principales des informations sont issues des projets passés. Il apparaît ici une nouvelle différenciation du REx : un processus REx peut être développé pour une exploitation en local ou en global [Bertin, 2012].

Dans le REx local, les informations sont exploitées par les processus origine de la capitalisation. Le principe de ce REx est la réutilisation de l'expérience dans un processus du même type que celui ayant donné lieu à l'expérience exploitée (*i.e.* l'élaboration d'un même produit) ou bien la réutilisation, dans une phase aval, de l'expérience acquise dans une phase amont d'un même processus (*i.e.* exploitation des phases PRAO dans le projet associé). Ici, le processus consommateur est du même type (voire le même processus) que le processus source.

Dans le REx global, les informations capitalisées sont exploitées par d'autres processus *métier* de l'entreprise. Le principe de ce REx est la réutilisation de l'expérience dans des processus différents à celui qui est à l'origine de l'expérience exploitée (*i.e.* l'élaboration d'un produit différent mais utilisant les mêmes ressources). Ici, le processus consommateur n'est pas du même type que le processus source. Dans le cadre de nos travaux, ce REx peut être appliqué par exemple, sur la manière de travailler avec un co-prestataire ou sur le relationnel avec un client particulier (sans que le projet soit du même type de l'expérience exploité).

### III.2.3 Retour d'expérience et risques

L'expérience et le risque sont deux notions liées par un mécanisme très naturel. En effet, l'identification du risque se fait généralement par un retour d'expérience issu de la mémoire des acteurs ou des différentes sources mises à leur disposition. Lorsqu'un risque est identifié, l'acteur analyse celui-ci et choisit une politique de maîtrise pour l'événement considéré. L'interaction entre le retour d'expérience et le risque est forte, même dans les cas où aucun processus de REx n'est formalisé et aucune politique de maîtrise des risques explicitement définie.

En milieu industriel, les décisions sur les risques doivent souvent être très argumentées et les coûts d'application généralement chiffrés. Il est donc nécessaire d'établir des indicateurs pour fournir aux décideurs les outils dont ils ont besoin pour prendre les bonnes décisions. Pour pouvoir construire ces indicateurs, la formalisation des processus de retour d'expérience et l'évaluation objective des risques est indispensable.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre I (section 1.2.3.3), l'évaluation du risque utilise la hiérarchisation et les référentiels comme outils pour positionner les situations étudiées par rapport à un ensemble de situations (cas des pyramides de risques) ou par rapport à la combinaison probabilité d'occurrence/gravité (cas des référentiels). Ces mêmes formalismes peuvent être utilisés pour positionner le type de retour d'expérience qu'il convient d'utiliser en fonction du type de risque à traiter.

Dans le cas des pyramides de risques, Béler propose d'associer aux différents niveaux de risque les REx et types de connaissances suivants [Béler, 2008] (Figure III-6).

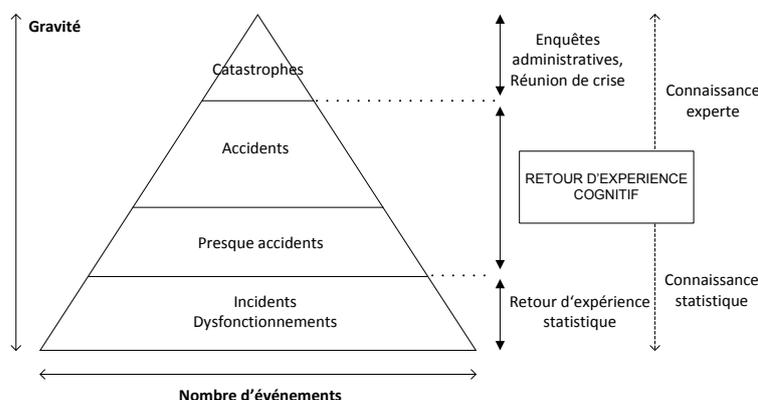


Figure III-6. Positionnement du REx dans la pyramide des risques, d'après [Béler, 2008]

Les catastrophes et les accidents graves sont considérés comme rares et suivis d'enquêtes approfondies pour en étudier les causes, les responsabilités et aussi pour mettre en place des mesures afin d'éviter leur reproduction. Dans ce cas, il convient d'utiliser une approche de retour d'expérience de type enquête administrative ou retour d'expérience de crise.

Au contraire, les événements très fréquents comme les incidents et dysfonctionnements ont, en principe, une gravité limitée ou acceptable. Leur grand nombre permet d'utiliser les nombreux outils mathématiques, statistiques et probabilistes pour les caractériser et les prédire. Cette catégorie peut être traitée avec des retours d'expérience de type statistique.

Enfin, la qualification de retour d'expérience cognitif est attribuée à la catégorie intermédiaire concernant des risques en rapport avec les événements qui ne sont ni suffisamment fréquents ni suffisamment graves pour être traités par des enquêtes approfondies ou des moyens statistiques. Dans cette catégorie, les risques peuvent être traités de manière structurée et, dans une certaine mesure, automatisée.

Par rapport aux référentiels de risques qui offrent une représentation plus complète des différents types de risques, Villeneuve a proposé les associations suivantes (Figure III-7) [Villeneuve, 2012].

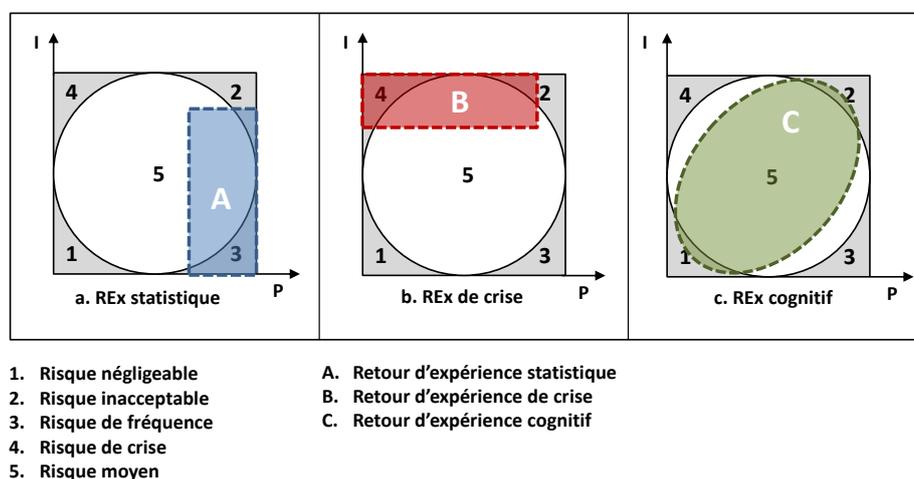


Figure III-7. Les classes de retour d'expérience dans un référentiel de risques, d'après [Villeneuve, 2012]

Sur ce schéma, sont présentés les champs d'intérêt des différents processus de retour d'expérience par rapport aux risques étudiés. Le retour d'expérience statistique (zone A) s'applique aux risques avec une probabilité d'occurrence élevée. Le retour d'expérience de crise (zone B) concerne les risques ayant un impact important. Enfin, le retour d'expérience cognitif (zone C) est utilisable pour un grand nombre de risques ayant des caractéristiques variées.

Dans le cadre de nos travaux, nous considérons principalement les cas de type cognitif et statistique. En effet, notre méthodologie vise à identifier, analyser, évaluer et traiter les risques pouvant survenir dans le PRAO et dans le projet qui en découle, en ayant comme appui les cycles des projets passés. Le REx que nous proposons est cognitif parce que l'analyse est faite par des experts qui doivent engager leur expertise pour récupérer, filtrer, adapter et suivre les risques à considérer dans le cas courant. Il est statistique par certains aspects de la démarche engagée : l'exercice de capitalisation des expériences avec leur composante risque mène, pour certains risques, à un REx statistique (risques connus car leur apparition est fréquente).

### III.2.4 Définition de l'expérience

Le concept d'expérience est une notion clé dans nos travaux puisque celle-ci est à la base du REx. Nous allons présenter ce concept puis préciser son positionnement dans notre démarche.

Selon le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL)<sup>5</sup>, l'expérience est « un fait observé ou vécu constituant une épreuve destinée à étudier des phénomènes en vue d'en extraire des connaissances pratiques ». Une des principales caractéristiques de cette définition est la notion de connaissance extraite, en fait, une connaissance utile dans le futur. Cette définition laisse entendre qu'une expérience ne constitue pas en elle-même une connaissance. En effet, pour que l'expérience soit source d'une connaissance nouvelle, elle doit être analysée par des experts hors contexte, c'est-à-dire, une fois l'activité terminée.

Au niveau industriel, l'expérience est souvent vue comme un « événement avéré et manifesté comme un problème à traiter au sein d'un système » [Pecaud, 2004]. En effet, dans le monde de l'industrie, la notion d'événement négatif est très souvent associée à l'expérience.

Dans [Renaud et al., 2008], les auteurs soutiennent que l'expérience est « une interprétation de ce qui a été perçu du processus ou activité de travail ». Dans cette définition, la nature de l'événement n'est pas précisée ; il peut donc être positif ou négatif.

Un autre élément mis en exergue est le fait que l'expérience est le résultat d'un processus.

Enfin, nous pouvons distinguer un dernier élément tout à fait pertinent : l'expérience et sa perception sont propres à chaque individu. Par rapport à ce dernier point, une expérience peut comporter une part d'interprétation pouvant avoir une influence sur la capacité à interpréter l'événement.

Pour pallier les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre des méthodes classiques de gestion des connaissances, Ruet utilise l'expérience comme vecteur de construction des connaissances [Ruet, 2002]. L'auteur utilise la notion d'expérience comme une piste de résolution du problème de formalisation et d'exploitation des connaissances. En effet, il est plus facile pour les acteurs de formaliser leur expertise à partir d'expériences vécues plutôt que de chercher à expliciter des connaissances génériques non contextualisées.

Pour réduire ces variations d'interprétation et extraire de chaque expérience les informations pertinentes, il est conseillé de fournir aux acteurs des trames de restitution [Bertin, 2012].

Pour caractériser une expérience, H. Rakoto propose un vecteur d'expérience composé de trois champs : le contexte «  $C_i$  » qui décrit le problème, les analyses «  $A_i$  » menées et la solution «  $S_i$  » mise en œuvre [Rakoto, 2004] :

$$E_i = \{C_i, A_i, S_i\}$$

Dans [Kamsu Foguem et al., 2008], les auteurs ont analysé la nature des informations produites lors de l'application des démarches classiques de résolution de problèmes afin d'identifier les invariants et les aspects divergents. Ils ont constaté que toutes les méthodes font intervenir, outre les trois éléments montrés ci-dessus, une quatrième catégorie nommée « leçons apprises » correspondant aux enseignements généraux tirés de l'expérience.

Nous montrons sur le schéma de la Figure III-8 la formalisation étendue de ce vecteur *expérience* qui correspond à la vision du Laboratoire Génie de Production (LGP) de l'ENI de Tarbes.

Cette vue de l'expérience en quatre composantes a été reprise par H. Jabrouni qui l'a modélisée à l'aide d'un graphe conceptuel montrant les liens entre ses quatre niveaux [Jabrouni, 2012].

<sup>5</sup> Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (<http://www.cnrtl.fr>)

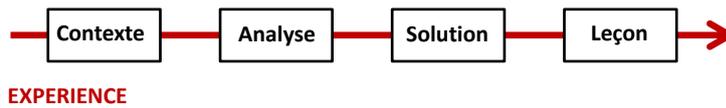


Figure III-8. Modélisation d'une expérience, d'après [Kamsu Foguem et al., 2008]

Partant des modélisations de l'expérience montrées ci-dessus, Bertin a proposé une caractérisation de l'expérience en six champs avec en compléments le processus engagé  $P_i$ , le déploiement  $D_i$  et le résultat obtenu  $R_i$  [Bertin, 2012]. Le champ « Leçon » n'a pas été retenu car, dans sa perception du REx, la leçon est le plus souvent établie ultérieurement et peut être la conclusion tirée de plusieurs expériences. Le vecteur d'une expérience  $E_i$  est donc caractérisé par les 6 champs :  $E_i = \{C_i, P_i, A_i, S_i, D_i, R_i\}$ .

Dans notre cas, nous pourrions nous interroger sur le choix de « l'objet » qui sera au centre de l'expérience modélisée : le PRAO ou le risque. En fait, bien que la problématique à laquelle nous nous confrontons soit d'assurer une gestion efficace des risques pour garantir la réussite du PRAO, la finalité reste l'obtention d'un PRAO robuste. Aussi, nous avons décidé de considérer comme trame d'expérience le PRAO lui-même. L'expérience consistera en la conduite du PRAO durant laquelle nous nous intéresserons particulièrement aux activités et aux décisions de gestion des risques.

Soulignons encore que l'expérience doit être étendue à la partie développement du projet susceptible de prolonger le PRAO si la proposition du soumissionnaire est retenue par le client (cf. section I.1.3). L'objet qui constitue l'expérience est donc le PRAO-P.

Pour la caractérisation de l'expérience, nous proposons une description en cinq champs : les trois champs usuels « contexte », « analyse », « solution », renforcés par deux champs complémentaires « déploiement » et « clôture » qui permettront de renseigner la réalisation du projet et les résultats atteints. Nous nous approchons par cette définition de la formulation qui avait été retenue par Bertin [Bertin, 2012].

Au final, le vecteur d'une expérience  $E_i$  sera donc caractérisé par les cinq champs :

$$E_i = \{C_i, A_i, S_i, D_i, Cl_i\}.$$

Les trois premières composantes décrivent respectivement :

- le contexte de l'appel d'offre et celui du prestataire à sa réception ( $C_i$ ),
- l'analyse de l'AO y compris, bien sûr, l'ingénierie de risques ( $A_i$ ),
- la solution retenue estimée en termes de coût, qualité et délais ( $S_i$ ),

ceci dans les différents cas de projet « no go », « non retenu » et « réalisé ».

Notons qu'un premier retour d'expérience pourrait être exploité à ce seul niveau : un REx sur les PRAO passés dont le but serait de dégager les bonnes pratiques d'estimation de l'offre. Cependant, ce REx serait peu significatif car les résultats après-projet ne seraient pas pris en compte (efficacité de l'ingénierie de risques menée, résultats par rapport aux objectifs du client et du prestataire, suivi du projet pour les cas « no go » et « non retenu »).

Les deux dernières composantes de l'expérience  $E_i$  renseignent :

- le déploiement du projet, si l'AO est gagné ( $D_i$ ),
- la clôture de celui-ci, même pour les AO dont le projet n'a pas été réalisé, si des informations de suivi ont pu être collectées ( $Cl_i$ ).

Compte tenu de ces différents éléments, nous définissons donc l'expérience ainsi : *résultat de l'exercice de capitalisation des informations générées lors du PRAO et du projet qui en découle,*

permettant de caractériser ce qui s'est passé depuis la réception de l'AO jusqu'à la clôture et la vérification des performances obtenues.

Une expérience comporte deux types principaux d'information :

- des informations formelles (contexte de l'AO, formalisation de la réponse technique et de la solution déployée, modèle risque CEMDEX, solution finale,...) qui correspondent à des informations explicites, bien structurées et facilement informatibles,
- des informations subjectives (mécanismes de construction des risques et d'estimation de l'offre, suggestions d'améliorations, généralisation des connaissances,...) qui correspondent à des informations tacites, souvent exprimées sous forme textuelle [Faure et Bisson, 2000].

Le renseignement des cinq champs de l'expérience sera fait à l'aide d'une fiche REx dédiée qui sera décrite plus loin. Soulignons que l'expérience est influencée par les acteurs chargés de son acquisition, eu égard à leur compétence et leur perception. C'est pourquoi ces acteurs doivent bien connaître le processus (PRAO) et les objectifs de l'entreprise.

### III.3 CONSTITUTION D'UN PROCESSUS REX

Comme nous l'avons présenté dans la section III.2.1, le retour d'expérience (REx) est un processus complexe qui nécessite la formalisation des trois activités qui le constituent. Bien que certaines méthodes se limitent à la capitalisation et la réutilisation d'informations, comme dans les REx statistiques, nous préconisons un processus avec ses trois activités principales :

- la capitalisation, permettant de localiser et de stocker les données pertinentes caractérisant une expérience,
- le traitement, correspondant à l'analyse des expériences stockées et à leur transformation en connaissances,
- l'exploitation, visant l'utilisation des expériences et des connaissances de la base dans les processus métier en vue d'en améliorer les performances.

Nous illustrons ce processus REx sur le schéma de la Figure III-9. Cette organisation est inspirée des travaux de H. Rakoto [Rakoto, 2004].

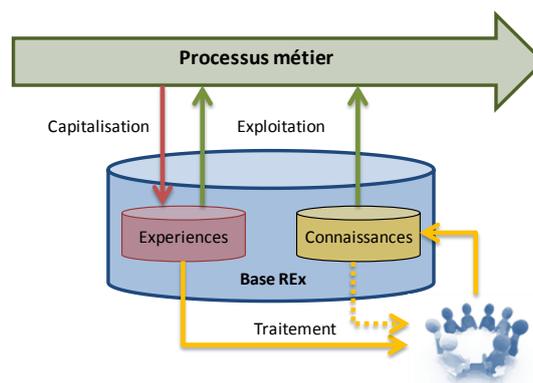


Figure III-9. Le processus REX et ses trois activités, adapté de [Rakoto, 2004]

#### III.3.1 Couplage PRAO – REX

La démarche REX est applicable à de nombreux domaines (industrie, médecine, informatique, sociologie,...) et pour un grand nombre de finalités (prise de décision, management, gestion des risques, conception,...).

Pour nous, le couplage au PRAO doit permettre d'aider à la maîtrise des risques de ce processus par anticipation sur ceux-ci afin d'améliorer le processus de conduite du PRAO pour le rendre performant.

Nous répétons encore l'importance de prendre en compte autant le PRAO que le cycle de développement qui peut suivre en cas d'acceptation de l'offre. En effet, le déroulement du projet montre la réalité de l'offre proposée au client en phase de PRAO. Etant donné que la prévision des risques est faite lors de cette phase amont, il est essentiel de considérer le projet dans sa globalité pour déterminer si les risques considérés (et les actions de maîtrise associées) ont été pertinents (événements apparus ou non) et suffisants (apparition d'autres événements non considérés). De même, la prise en compte du tout le projet permet de constater si l'évaluation des risques considérés a été correctement réalisée et si les actions mises en place pour leur contrôle (éviter, tolérer, transférer...) ont été utiles. Nous appliquons donc le REX au PRAO-P (Figure III-10).

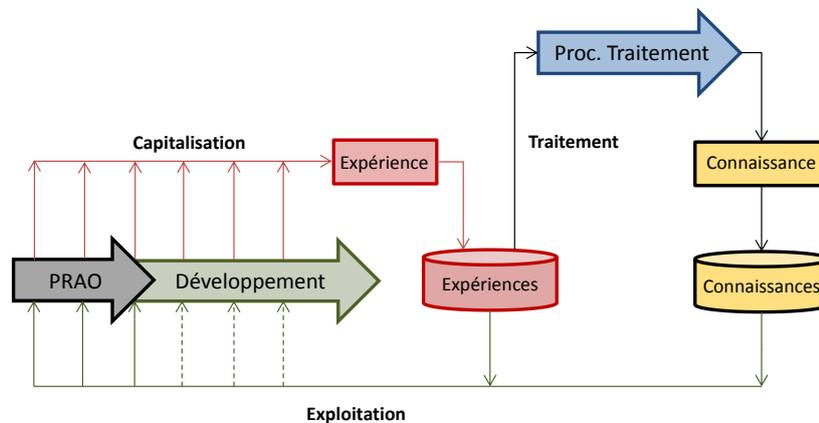


Figure III-10. REX sur le PRAO

L'activité de capitalisation est réalisée sur tout le cycle PRAO-P dans le but d'acquérir une expérience utile aux exploitations futures. Les informations collectées doivent être pertinentes et suffisantes pour permettre la gestion efficace des risques ainsi qu'une conduite performante du PRAO-P. Aussi, le vecteur « expérience » contient, outre les informations décrivant le cadre du projet, celles relatives à la gestion des risques appréhendées dans le modèle CEMDEX.

Cette capitalisation de l'expérience sera faite à l'aide d'une fiche REX dédiée PRAO-P. Les expériences formalisées sont stockées dans une base REX pour leur future utilisation dans les activités de traitement et d'exploitation.

Bien que le traitement soit présenté comme la deuxième activité du REX, celle-ci est souvent décalée dans le temps, non directement à la suite de la capitalisation. Le traitement consiste à analyser certaines expériences de la base REX afin d'extraire des connaissances sous forme de règles ou de procédures.

Selon les objectifs, plusieurs types de règles peuvent être extraits de la base REX. Dans notre cas, des règles en rapport avec la conduite de ce processus et le management des risques peuvent être produites comme, par exemple :

- « si risque  $X_i$ , alors action  $A_N$  »,
- « si impact  $I_i$ , alors traitement : transfert »,
- « pour un projet type X, appliquer stratégie des coûts Y ».

Généralement, une règle est une connaissance stabilisée issue de l'analyse de plusieurs expériences et devrait rester invariable. Cependant, dans notre contexte de travail, l'évolution continue du cadre PRAO (marchés, normativité,...) peut entraîner une perte de validité de

certaines règles dans le temps et une révision périodique sera nécessaire à partir de mécanismes adaptés de mise à jour de la base.

L'exploitation est une activité complexe qui nécessite un niveau d'analyse important. Plusieurs difficultés l'accompagnent :

- la récupération des expériences et/ou connaissances pertinentes au cas courant,
- le traitement et filtrage des informations récupérées en vue de leur adaptation au cas courant,
- la diversité des domaines de l'information (sur le risque, sur le PRAO, sur le déploiement, sur la conduite,...) pouvant être utilisée pour des finalités différentes.

Dans notre problème, une particularité du cas courant (*i.e.* l'expérience en cours) est qu'il faut anticiper sur le devenir du projet pour décider en phase PRAO des actions futures à mener mais qui doivent déjà être intégrées à la proposition commerciale.

Les risques identifiés dans les phases aval du cycle de développement doivent être pris en compte avec ceux propres au PRAO. Par exemple, l'événement redouté « dépassement du budget alloué pour la fabrication d'une pièce X », lié typiquement à l'exécution du projet, devra être identifié et pris en compte dès l'élaboration de la réponse à l'AO.

L'exploitation de la base REx (expériences et connaissances) permet d'assister la démarche PRAO courante mais aussi d'aider à la prévision du futur projet et des risques qu'il peut engendrer afin de les prendre en compte en phase amont.

Nous retrouvons là les trois horizons temporels évoqués dans le chapitre I (section I.4.1) par rapport auxquels s'articule le système REx que nous développons : le passé des expériences déjà saisies, le présent de l'expérience PRAO en cours, le futur prévu pour cette même expérience et qui doit être pris en compte dans le présent (Figure III-11).

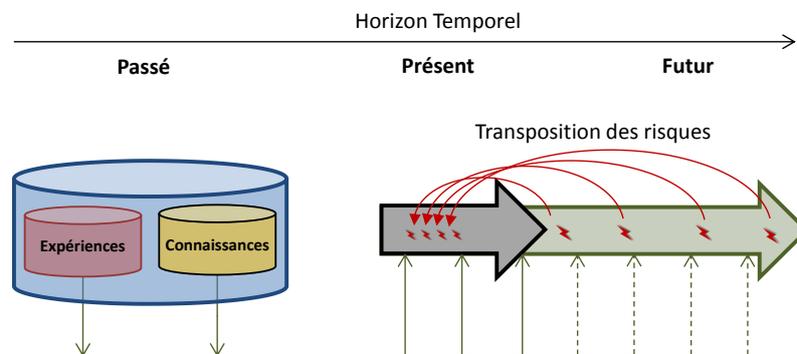


Figure III-11. Transposition des risques du cycle de développement vers le PRAO

On retrouve aussi les deux aspects combinés qui distinguent le processus REx que nous souhaitons mettre en place de ceux classiquement développés (*cf.* section I.4.3) :

- passé → présent (*REx PRAO direct*),  
réutilisation de l'expérience directe acquise au cours de l'élaboration des réponses aux appels d'offres antérieurs et de la négociation avec les donneurs d'ordre ; cette expérience est relative aux risques propres au processus de réponse aux AO,
- passé → futur → présent (*REx sur projet aval + mécanisme de transposition des risques*),  
réutilisation de l'expérience acquise au cours des différentes phases du cycle de développement des projets passés (REx global) ; cette expérience concerne les risques de conduite de projet et est relative à l'objet même de l'AO.

### III.3.2 Instrumentation du PRAO-P

Nous avons proposé d'instrumenter le PRAO-P à l'aide d'un retour d'expérience afin de confronter les AO présents aux AO passés, similaires ou proches. Les systèmes REx sont classiquement organisés autour d'expériences, sur lesquelles agissent les processus de capitalisation, de traitement et d'exploitation. Très souvent, l'« expérience » est matérialisée par une « fiche REx », support des informations pertinentes passées.

Plus qu'une simple fiche statique, la fiche REx est une entité complexe qui matérialise le résultat du travail de « capitalisation » : dans notre cas, les informations vont porter sur la conduite du PRAO, celle du projet et sur le management des risques.

Nous allons présenter les caractéristiques attendues d'une fiche REx servant à consigner une expérience puis nous détaillerons l'outil de capitalisation BiPMS (Bidding Process Monitoring Sheet) que nous avons défini et les différentes informations (contenu et structuration) qui le composent. Nous préciserons ensuite les spécifications techniques que nous avons établies pour opérationnaliser cet outil ; nous présenterons enfin certains points techniques relatifs à l'instrumentation du prototype réalisé.

#### III.3.2.1 Caractérisation des fiches REx

Une fiche REx doit être définie suivant un formalisme adapté à l'utilisation par les acteurs [Kretzschmar et Thevenot, 1996]. Elle doit permettre la transcription des informations clés du processus courant pour valoriser et exploiter l'expérience a posteriori. Suivant le niveau de structuration de cette fiche support, l'extraction automatique de connaissance ou, du moins, d'information pertinente mais aussi la recherche d'expériences similaires, seront possibles à des degrés variables.

D'après Bertin, les fonctionnalités d'une fiche REx doivent satisfaire aux besoins [Bertin, 2012] :

- de structuration : les champs de la fiche REx sont prédéfinis,
- de complétude : la construction de la fiche REx est une "check list" prenant en compte les informations relatives aux produits, processus et organisations concernés par l'expérience,
- de modélisation : l'expertise engagée dans l'expérience est notifiée,
- de facilité de prise en main : le renseignement de la fiche est simple et accessible aux utilisateurs concernés,
- de non intrusion : la documentation de la fiche REx ne doit pas perturber l'engagement des acteurs,
- d'évolution : les informations sont mises à jour au cours du déroulement du processus.

Selon nous, bien que pertinente, cette description n'est pas complètement adaptée aux fiches REx et couvre principalement les aspects relatifs à la saisie et à l'ergonomie associée. Nous pensons qu'il faut intégrer d'autres caractérisations relatives à l'inférence des connaissances (dimension cognitive de la fiche), aux traitements associés en vue de l'exploitation et, enfin, au caractère adaptable et incrémental d'un tel outil (modélisation imparfaite/incomplète au départ). Nous détaillons ci-après chacune de ces caractérisations avant de proposer notre vue d'une fiche REx.

#### **Inférence de connaissances**

Dans une fiche REx, il y a des informations descriptives classiques mais surtout des informations qui sont des transcriptions, des explicitations de certains raisonnements experts (nous parlerons aussi de traces de raisonnement). Cette dimension « cognitive » est relative à l'inférence de connaissance, qu'elle soit cognitive (en rapport avec l'humain) ou automatique (en rapport avec l'automatisation informatique). En effet, les expériences étant des connaissances factuelles, il est

nécessaire de les identifier mais aussi de les assimiler, extrapoler et transmettre (*cf.* cycle de transfert des connaissances, section III.1.2). Deux types d'inférence peuvent être distingués :

- l'inférence cognitive (ou cognition), proche de l'inférence de connaissance réalisée par l'être humain par l'intermédiaire de ses fonctions psychologiques (mémoire, langage, intelligence, raisonnement,...),
- l'inférence automatique, à partir des outils de présentation des connaissances usuels tels que les règles (systèmes experts) ou les systèmes à base de connaissances (logique de description, graphes conceptuels).

Pour les situations complexes, il paraît naturel de favoriser la cognition experte par une présentation adaptée et détaillée des cas passés présentant les informations pertinentes et utiles aux experts. Lorsqu'un expert capitalise une information qu'il a estimée pertinente, il est fort probable que cette information soit encore intéressante, dans le futur, pour un cas similaire.

La mise à disposition d'indices de raisonnement permettra d'accélérer les futurs raisonnements.

A notre niveau, il est irréaliste de vouloir automatiser les processus cognitifs présents en modélisant et consignait toutes les connaissances associées à la conduite du PRAO telle que nous l'avons définie (nombreuses connaissances engagées par différents acteurs par rapport au PRAO, au projet, aux risques). Notons toutefois que certains traitements spécifiques s'apparentant à de l'inférence automatique pourront être implémentés (extrapolation d'une mesure de risque, d'un coût technique).

### **Traitements des fiches REx**

Les traitements informatiques fondamentaux associés aux fiches sont l'indexation et la recherche afin de pouvoir retrouver l'information pertinente passée, les différentes « traces » d'ingénierie capitalisées par les experts.

Classiquement, l'indexation et la recherche d'information sont du domaine des bases de données. Cependant, les techniques employées dans les outils usuels ne sont pas complètement appropriées. Lorsqu'une recherche est effectuée, un ou plusieurs champs sont testés à l'aide d'opérateurs mathématiques logiques simples basés sur l'égalité, la différence ou l'inégalité. Bien qu'utiles, ces techniques ne sont pas suffisantes dans notre cadre où des recherches de similarité, empruntés au domaine du raisonnement à partir de cas (RàPC), devront être souvent employées (*cf.* section IV.2.1). Au-delà des tests mathématiques, nous allons chercher à établir un degré de ressemblance entre deux cas (deux expériences) en fonction d'un objectif particulier (*cf.* chapitre IV).

Bien que la fiche REx ne possède pas en soi de mécanismes de recherche, il est important de considérer ceux-ci afin de s'assurer qu'ils pourront être implémentés par la suite. En particulier, chaque information contenue dans la fiche devra être potentiellement exploitable, et ce, quelle que soit la modélisation retenue (textuelle ou structurée par exemple).

### **Modélisation adaptable**

Pour la modélisation du contenu informationnel de la fiche, nous croyons primordial de disposer d'un modèle support flexible et adaptable. En effet, il est très difficile d'avoir, dès le départ, un modèle d'expérience complet contenant toutes les informations pertinentes. La convergence vers un modèle « stable » est progressive dans le temps, à partir de confrontations avec la réalité.

Par ailleurs, un système REx est, par nature, itératif puisqu'il doit pouvoir fonctionner au départ sans expérience préalable et converger au bout d'un temps infini vers une connaissance « complète ». Il est donc nécessaire de disposer de possibilités d'adaptation du modèle support tout en limitant les pertes d'informations saisies initialement. On doit pouvoir, par exemple, rajouter un champ d'information constaté manquant ; on doit pouvoir aussi décomposer une information, initialement simple, en plusieurs informations.

Une difficulté possible, lors de la modification du modèle, concerne l'adaptation des expériences passées puisqu'il faudra considérer les effets de ces modifications. Ce point (co-évolution modèle/instance) est, à notre connaissance, encore assez peu exploré dans le cadre des Systèmes d'Information. Généralement, cette problématique est associée à l'ingénierie des modèles et est appliquée au développement de logiciel (où l'on cherche à modifier automatiquement le code source lorsqu'on fait évoluer le modèle et réciproquement). Concernant les adaptations de SI, [Dahanayake et Thalheim, 2010] propose une théorie de modèles successifs, par opposition aux approches maître-esclave, qui pourrait être intéressant pour cette problématique de co-évolution.

## Synthèse

A partir des fonctionnalités récupérées de [Bertin, 2012] et des caractérisations que nous venons d'introduire, nous retenons pour les fiches REx les caractéristiques suivantes :

- modélisation cognitive : la fiche doit servir de support à l'expression des connaissances expertes engagées dans les différents processus instrumentés. Cette connaissance peut être exprimée simplement par l'intermédiaire de textes libres, d'images, de vidéos mais cette forme est peu propice à une extraction automatique de la connaissance. Néanmoins, son indexation et l'association de mécanismes de similarité faciliteront sa réutilisation future par les experts qui l'interpréteront,
- modélisation flexible : la fiche peut difficilement contenir toutes les informations pertinentes nécessaires aux exploitations futures. Il est fréquent que des informations soient ajoutées, modifiées ou supprimées (autrement dit, le modèle sous-jacent modifié). Il faut donc prévoir des adaptations de modèles (et des expériences associées basées sur les anciens modèles), ceci tant au niveau de la modélisation que des traitements associés,
- compatibilité aux traitements spécifiques : même si on ne vise pas une extraction et une adaptation automatiques de la connaissance générale contenue dans les expériences passées, il faut prévoir de pouvoir connecter des traitements automatiques ou semi-automatiques. La restitution d'informations pertinentes nécessite d'associer des mécanismes de recherche par similarité.
- instrumentation ergonomique et transparente : la saisie de l'expérience ne doit pas constituer une charge importante pour l'acteur. Son intégration aux processus *métier* doit être la moins intrusive possible. Idéalement, ces fonctionnalités REx devraient être intégrées aux SI des entreprises comme les ERP ou les PLM ou, plutôt, dans notre contexte PRAO/Suivi de Projet, dans des outils de gestion commerciale (devis/facturation) ou encore les outils PPM (Portfolio Project Management) tel que la solution Primavera d'Oracle<sup>6</sup>. Outre cette intégration, il faut bien sûr, une ergonomie adaptée pour rendre simple l'utilisation de l'outil, en allégeant au maximum la saisie mais, surtout, en rendant la lecture et l'interprétation naturelles et efficaces (les informations pertinentes doivent être mises en avant, par exemple).

Rappelons enfin que l'implantation de tels outils doit être accompagnée d'une politique adaptée pour sensibiliser les acteurs au fait que la fiche REx n'est pas un moyen de surveillance mais bien un outil d'amélioration continue. Il faut par exemple récompenser les gens qui capitalisent des informations sur des problèmes. Cette problématique très importante et garante du succès d'un retour d'expérience sort de notre cadre de recherche. Elle rejoint néanmoins le dernier point relatif à l'instrumentation transparente dans le SI d'une entreprise.

Avant de présenter l'opérationnalisation de l'outil BiPMS et le prototype réalisé, nous allons tout d'abord introduire le choix de modélisation retenu pour consigner les différentes informations de suivi de l'appel d'offre.

---

<sup>6</sup> Primavera Risk Analysis (<http://www.oracle.com/us/products/applications/primavera/risk-analysis>)

### III.3.3 Trame générique de la fiche BiPMS

Afin de proposer une trame spécifique au PRAO-P pour l'acquisition de l'expérience, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Bertin [Bertin, 2012].

Notons en préambule que la définition d'une trame va conduire à structurer d'un point de vue conceptuel les informations provenant des différents processus *métier* impliqués dans la réponse à l'AO. En effet, la fiche REx proposée doit permettre de capitaliser deux formes d'expertise : la conduite du PRAO-P et le management des risques associés (Figure III-12).

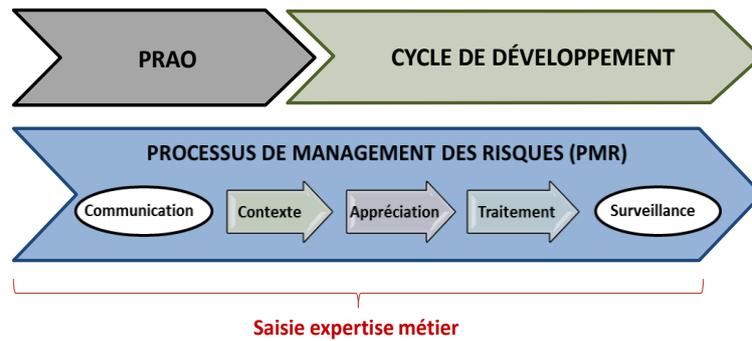


Figure III-12. Connaissances métier à appréhender

Une caractéristique très importante des trames est qu'elles imposent un style, une structure et une mise en page de la documentation forçant à un format unique de restitution.

La fiche BiPMS que nous établissons permet de capitaliser l'expérience au cours du déroulement du PRAO-P.

L'expérience capitalisée  $E_i$  est caractérisée par un vecteur d'information contenant les cinq composantes principales :  $E_i = \{C_i, A_i, S_i, D_i, Cl_i\}$  correspondant respectivement au contexte du projet ( $C_i$ ), à l'analyse de la situation ( $A_i$ ), à la solution proposée ( $S_i$ ), au déploiement de la solution ( $D_i$ ) et à la clôture du projet ( $Cl_i$ ).

Nous avons choisi de structurer de la même manière la fiche BiPMS (cf. Figure III-13) en considérant chaque composante de ce vecteur comme un conteneur d'informations pertinentes en provenance des différentes sources. Ces informations correspondent à des éléments des documents fournis par le client (l'AO, le CdC, des annexes relatives à un aspect particulier,...), des informations relatives au déroulement du projet, des informations relatives au management de risques mais aussi des informations sur le raisonnement de l'expert par rapport aux expériences antérieures (confrontation d'expériences ou de risques similaires).



Figure III-13. Trame générique de la fiche BiPMS

Trois niveaux de complétion seront possibles pour la fiche BiPMS selon l'issue prise par l'AO (cf. Figure III-14) :

1. pas de proposition d'offre (no go),
2. l'offre soumise n'est pas retenue par le client (rejet de l'offre),
3. l'offre est acceptée et le projet est exécuté.

L'expérience peut être renseignée jusqu'à la composante « analyse » (cas no go), jusqu'à la composante « solution » (cas non accepté) et, enfin, jusqu'à la composante « clôture » (projet

exécuté). Dans tous les cas, la composante « clôture » sera remplie car toutes les fiches devront être closes même si le projet n'a pas été conduit à terme.

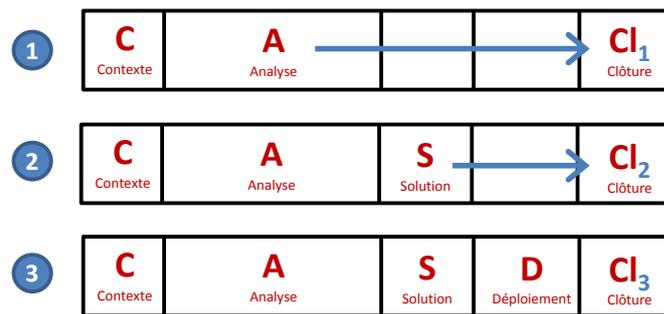


Figure III-14. Etats possibles de remplissage fiche BiPMS

Dans les cas 1 et 2, la composante « clôture » pourra comprendre les informations renseignant sur le devenir du projet hors du champ du soumissionnaire afin de statuer sur le bien-fondé des décisions qui l'ont accompagné (respectivement « no go » et « non retenu »). Le cas 3 pour lequel tous les champs de la fiche sont renseignés est, évidemment, le plus informatif et le plus intéressant du point de vue du retour d'expérience puisque les choix faits en phase d'analyse, qu'ils soient de conception ou de management des risques, pourront alors être confrontés à la réalité et analysés. Dans tous les cas, des « leçons » pourront être tirées de ces expériences.

La trame de la fiche BiPMS comprend donc un ensemble de composantes qui, à leur tour, contiendront des informations diverses. Cette formalisation est comparable aux approches vectorielles hiérarchiques utilisées en RàPC (cf. chapitre IV, section IV.2.1) où une information peut être une composition d'autres informations.

Pour représenter ces informations (composites ou non) contenues dans la fiche BiPMS, nous préférons utiliser la désignation *descripteur* plutôt que celle *attribut* car, selon nous, la notion d'attribut n'est pas assez riche d'un point de vue informationnel. L'attribut sert à stocker une donnée alors que nous souhaitons stocker une information qui nécessite une contextualisation et donc une représentation plus appropriée.

Par exemple, en informatique, un attribut est une valeur associée à un identifiant. Cette valeur appartient généralement à un domaine de valeurs qui se conforment au type de l'attribut.

Le concept de descripteur, repris dans plusieurs travaux, notamment dans le domaine du raisonnement à partir de cas (RàPC), est plus large que celui d'attribut, du point de vue informationnel. Il n'y a pas de consensus quant à sa définition.

Nous considérons un descripteur comme un attribut augmenté :

- de méta-informations le concernant (nom de l'acteur ayant saisi sa valeur, date et heure de saisie,...),
- de composants graphiques d'interfaçage (un descripteur peut proposer plusieurs interfaçages possibles sous paramétrage),
- d'éléments d'appui pour les moteurs de recherche (par exemple, matrice de similarité).

Les descripteurs peuvent être composés d'autres descripteurs (descripteurs composites) comme souvent en RàPC avec les approches vectorielles hiérarchiques. Les descripteurs simples (dénomination utilisée dans la suite) correspondent aux descripteurs non composites.

Ce concept de descripteur est fondamental dans notre approche : il est le support principal du REX cognitif que nous souhaitons mettre en place. Nous allons consacrer un paragraphe particulier aux descripteurs que nous considérons (cf. section III.5.2) mais, auparavant, nous présentons les différents éléments constitutifs de la fiche BiPMS.

### III.4 MODELE DES COMPOSANTES DE LA FICHE BiPMS

Dans cette partie, nous détaillons l'ensemble des informations contenues dans les différentes composantes de l'expérience restituées dans la fiche BiPMS.

Précisons en préambule que, bien qu'il n'y ait pas eu de partenariat contractuel formel avec une entreprise pour la réalisation de l'outil, les résultats présentés ci-après (fiche BiPMS) résultent d'une réflexion qui s'est appuyée sur :

- l'étude de la normativité sur la procédure AO [MinEconomie, 2012], [MinEconomie, 2006],...
- l'emploi des informations recueillies de cas concrets des entreprises utilisant la procédure AO (entreprise AES<sup>7</sup> et autres entreprises dont le dossier est confidentiel),
- l'analyse de travaux de recherche et de cas d'étude proposés dans la littérature,
- les travaux propres du Laboratoire Génie de production (LGP).

En outre, en tant que pôle de recherche visible de la région, le LGP tient souvent le rôle de prestataire pour des nombreux projets industriels et régionaux, ce qui fait qu'il est aussi détenteur d'une expertise importante dans le domaine des appels d'offres.

Une zone d'identification de l'expérience est proposée en en-tête de la fiche (cf. Figure III-15). Bien que ne faisant pas partie de l'expérience en soi (il ne s'agit pas réellement de descripteurs), ces informations sont essentielles pour distinguer les différentes fiches dans la base REx et connaître leur statut.

<b>PRAO</b>	<b>Fiche BiPMS</b>		I1 : <i>référence</i>
			I2 C / A / S / D / CI
<b>I</b> <small>Identité</small>	I3	Nom de l'AO : <i>nom</i>	
	I4	Responsable(s) saisie fiche : <i>nom</i>	
	I5	Date création fiche : <i>date</i>	

Figure III-15. En-tête de l'expérience

Cette zone comprend les informations suivantes :

- un numéro de référence de l'expérience (I1),
- le statut de la fiche renseignant l'état d'avancement du projet (I2),
- le nom de l'AO (I3),
- le(s) responsables de saisie (I4),
- la date de création (I5).

Nous détaillons, ci-dessous, les descripteurs de chacune des cinq composantes de la fiche BiPMS. La fiche BiPMS complète est présentée dans l'annexe D en fin de mémoire.

#### III.4.1 Composante « Contexte »

Le contexte (C) est un élément essentiel pour décrire le cadre du projet et pour rechercher les expériences passées lors des processus REx. A partir des documents fournis par le client et de l'information disponible sur la situation du soumissionnaire à la réception de l'AO, il comprend douze descripteurs qui permettent de renseigner le contexte de l'AO (informations par rapport à la consultation) et celui du prestataire (informations par rapport à l'état de l'entreprise) (Figure III-16).

<sup>7</sup> AES « Automatismes, Etudes, Services » (<http://ae-services.fr>)

<b>C</b> Contexte	<b>C1</b>	Maître d'Ouvrage : <i>nom client</i>		Date émission AO : <i>date</i>		
	<b>C2</b>	Type marché : <i>public/privé</i>		Procédure (si spécifique): <i>nom procedure</i>		
	<b>C3</b>	Lieu d'exécution : <i>nom</i>				
	<b>C4</b>	Objet de la consultation : <i>nom produit</i>				
		AO à lots : <i>oui/non</i>		Si oui : <i>nombre et description des lots</i>		
		Lot traité : <i>nom</i>				
	<b>C5</b>	Critères d'attribution : <i>prix (moins offrant,...), qualité (valeur technique,...),...</i>				
	<b>C6</b>	Délai (ou date) de réponse à l'AO : <i>date</i>		Délai (ou date) de réalisation : <i>date</i>		
	<b>C7</b>	Budget cible : <i>cadre financier (si imposé)</i>		Mode règlement : <i>devis gratuit, acompte/échelonnement</i>		
	<b>C8</b>	<b>Identification du produit</b>		Utilisateurs : <i>désignation</i>	Besoin fondamental : <i>finalité du produit</i>	
		<b>Environnement du</b>		Eléments interagissants : <i>désignation</i>	Conditions d'utilisation : <i>modalités</i>	
		<b>Fonctions de service</b>		<b>Critères d'appréciation du DO</b>		
				<b>Niveau de performance</b>	<b>Flexibilité</b>	
		<b>Fonctions d'usage</b>	première fonction : <i>désignation</i>	<i>description</i>	<i>impératif/niveau tolérance</i>	
deuxième fonction : <i>désignation</i>			...	<i>impératif/niveau tolérance</i>		
		...	...			
<b>Fonctions d'estime</b>		première fonction : <i>désignation</i>	...	...		
		...	...	...		
<b>Fonctions d'adaptation</b>		première fonction : <i>désignation</i>	...	...		
	...	...	...			
Contraintes de réalisation : <i>liste</i>						
Documents à fournir : <i>liste</i>			Formats de réponse : <i>description</i>			
<b>C9</b>	Co-prestataires potentiels : <i>nom(s)</i>					
<b>C10</b>	Concurrents potentiels : <i>nom(s)</i>					
<b>C11</b>	<b>Contexte prestataire</b>	Intérêt : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>		<i>Commentaires</i>		
		Difficulté technique : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
		Niveau de charge Amont : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
		Niveau de charge Aval : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
<b>C12</b>	Références/liens documents C					

Figure III-16. Composante « Contexte »

Les descripteurs sont :

- C1 : identité du maître d'ouvrage. Ce descripteur correspond à l'identification du client émetteur de l'AO. La date d'émission de l'AO figure en descripteur.
- C2 : type de marché dans lequel se place l'AO. Deux catégories sont distinguées : les marchés publics et les marchés privés. Rappelons, qu'en fonction du marché, différents types de procédures peuvent être appliqués. Cette information est précisée dans ce champ.
- C3 : lieu d'exécution du projet. Cette information est importante car elle peut influencer sur des décisions concernant la poursuite du projet, les moyens à déployer, la gouvernance, l'environnement,...
- C4 : objet de la consultation. Ce descripteur permet de décrire le produit ou le service objet de la consultation. Plusieurs descripteurs simples sont considérés ici : l'objet lui-même, la composition en lots et le lot traité.
- C5 : critères d'attribution, souvent présents dans le document de l'AO ou dans les documents administratifs. Leur prise en compte est primordiale afin d'élaborer une réponse adaptée aux attentes du client.
- C6 : délais de réponse et de réalisation. Le délai de réponse concerne la date limite pour présenter l'offre au client et le délai de réalisation est en rapport avec la date limite pour fournir l'objet.
- C7 : budget cible et mode de règlement. Pour les AO où le cadre financier est imposé, il convient de renseigner cette information puisqu'elle est un élément de décision très important. Dans la majorité des AO qui imposent un budget, le dépassement de celui-ci est

cause immédiate de refus. Le mode de règlement fait référence aux conditions de paiement du devis (si payé) et du projet.

- C8 : cahier de charges. Ce descripteur constitue une représentation synthèse du CdC réel. Les descripteurs considérés sont issus de la normativité existante sur l'expression du besoin [NF EN 16271, 2013] et des guides d'élaboration des cahiers des charges [Bricard, 2008] [Coutu, 2003]. Il s'agit de : l'identification du produit (utilisateurs, besoin fondamental), l'environnement du produit (éléments interagissants, conditions d'utilisation), les fonctions de service (usage, estime, adaptation), les critères d'appréciation du donneur d'ordres (niveau de performance, flexibilité), les contraintes de réalisation et les documents à fournir.
- C9 : co-prestataires potentiels. Ce descripteur permet de renseigner les entreprises chargées des autres lots du projet ainsi que les entreprises collaboratrices éventuellement imposées par le client.
- C10 : concurrents potentiels. Bien que, dans la plupart des cas, cette information soit difficile à connaître, elle peut être très utile pour aider à la prise de décision « go / no go ». En effet, la connaissance de la concurrence permet un positionnement stratégique face au client.
- C11 : contexte du soumissionnaire. Ce descripteur permet de renseigner la situation du soumissionnaire lors de la réception de l'AO. Des descripteurs simples comme l'intérêt du projet, la difficulté technique et le niveau de charge (en phase de PRAO (amont) et en phase de développement (aval)), sont pris en compte dans le but de faciliter les décisions à prendre. Des commentaires sur ce contexte peuvent également être consignés.
- C12 : références et liens vers des documents du contexte. Différentes informations et documents complémentaires peuvent être rattachés à ce descripteur. Il s'agit typiquement de l'AO, du CdC, des documents administratifs, des procédures à respecter,...

Les informations spécifiques telles que celles sur les co-prestataires et les concurrents potentiels (descripteurs C9 et C10) sont très importantes car le soumissionnaire doit pouvoir s'appuyer sur les expériences qu'il peut avoir eu avec d'autres co-prestataires (travail collaboratif, difficultés de partenariat, délais de livraison,..) ainsi que celles avec d'autres concurrents potentiels (relation privilégiée du client avec le concurrent, actions de malveillance, perte du savoir-faire,...). Il peut exister des risques liés aux autres acteurs par rapport auxquels le soumissionnaire doit prendre des décisions.

Les informations qui renseignent le cadre interne de l'entreprise (descripteur C11) sont le résultat d'une auto-analyse du soumissionnaire lors de la réception de l'AO et d'un premier niveau d'engagement de l'expertise *métier* du soumissionnaire pour renseigner les descripteurs « Intérêt » et « Difficulté technique ». Les descripteurs considérés sont évalués sur une échelle qualitative de valeurs (de faible à très fort).

### III.4.2 Composante « Analyse »

Les neuf descripteurs de cette composante renseignent les solutions envisagées en réponse à l'AO et aux risques afférents. Dans cette partie, le prestataire engage son expertise afin de prendre des décisions quant à la poursuite de l'AO, à l'offre technique à proposer au client et aux risques à considérer (Figure III-17).

<b>A</b> Analyse	A1	Acteurs PRAO (responsable + experts + ...) : <i>nom(s) et rôle(s)</i>					
	A2	Faisabilité : <i>très forte/forte/moyenne/faible/nulle</i>					
	A3	Choix Go - No Go : <i>décision</i>		Raisons du choix : <i>explication (objectifs)</i>			
	A4	<b>Elaboration réponse technique (RT)</b>					
		<b>Tâches</b>	<b>Activités</b>	<b>Ressources H.</b>	<b>Ressources T.</b>	<b>Durées</b>	<b>Difficultés</b>
		<i>tâche 1</i>	<i>activité 1</i>	<i>liste 1 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 1</i>	<i>liste1</i>
			<i>activité 2</i>	<i>liste 2 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 2</i>	<i>liste2</i>
		<i>tâche n</i>	...	...	...	...	...
	A5	Mécanismes de construction de la base des risques à étudier : <i>filtrage(s) base REx + nouveaux éléments → tableau</i>					
	A6	Mécanismes de construction des risques retenus : <i>explications sélection</i>					
	A7	<b>Synthèse de l'analyse des risques retenus (AR)</b>					
		<i>R<sub>1</sub> : nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>		
<i>R<sub>2</sub> : nom évén. Indésirable</i>		<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>			
...		...	...	...			
	<i>R<sub>i</sub> : nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>			
A8	Estimation des coûts d'application de la politique de gestion des risques pour le prestataire : <i>modes de calcul,</i>						
A9	Références/liens documents A						

Figure III-17. Composante « Analyse »

Les informations consignées ici ne constituent qu'une prévision de ce qui peut survenir en phase de projet si le prestataire est retenu. Les descripteurs de cette composante sont :

- A1 : acteurs PRAO, correspondant à l'identité et au rôle des personnes responsables et/ou des experts chargés de l'analyse du cas.
- A2 : faisabilité, associé aux moyens techniques et humains dont dispose le soumissionnaire pour l'exécution du projet. L'échelle de valeur pour ce descripteur est : très forte, forte, moyenne, faible, nulle.
- A3 : choix go / no go, correspondant à la décision de poursuite ou non du soumissionnaire en fonction de l'étude de faisabilité et du contexte de l'entreprise. Les raisons du choix sont renseignées dans un descripteur simple associé.
- A4 : élaboration de la réponse technique. Ce descripteur permet de renseigner comment le soumissionnaire prévoit de réaliser l'objet de l'AO. Six autres descripteurs permettent de le décrire : les tâches, les activités, les ressources humaines, les ressources techniques, les durées associées et les difficultés possibles.
- A5 : mécanismes de « construction » de la base des risques à étudier. Ces mécanismes se rapportent à la démarche suivie par le soumissionnaire pour élaborer la liste initiale des risques à envisager. Plusieurs mécanismes sont possibles selon le cas à traiter : application de filtres sur la base REx par rapport à un ou plusieurs descripteurs, ajouts de nouveaux éléments,... (cf. section IV.3.2.2 - risques à étudier).
- A6 : mécanismes de « construction » des risques retenus, correspondant à la démarche suivie pour dégager la liste finale des risques à considérer. (cf. section IV.3.2.3 – risques retenus).
- A7 : synthèse de l'analyse des risques retenus. Ce descripteur permet de renseigner la description, l'évaluation et la gestion des risques considérés. Il s'agit d'une liste comportant la désignation des événements indésirables, leur description via le modèle risque CEMDEX, les éléments remarquables (liaison aux éléments du contexte, répétabilité,...) et les mécanismes de construction individuels (récupération directe, fusion entre risques, modes de définition des causes/effets, quantification, traçabilité,...).
- A8 : estimation des coûts d'application de la politique de gestion des risques pour le prestataire. Ce descripteur concerne les modes de calcul des coûts des solutions mises en place pour traiter les risques retenus.
- A9 : références et liens vers des documents de l'analyse. Des informations et documents complémentaires peuvent être rattachés à ce descripteur. Il s'agit notamment du rapport

de faisabilité, des dossiers des réponses techniques envisagées et des documents issus de l'analyse des risques (APR(s), AMDEC(s),...).

La capitalisation des informations relatives à l'analyse concerne principalement trois aspects : l'étude de faisabilité (A2) et la décision de poursuite ou d'arrêt (A3), l'élaboration de la réponse technique RT (A4) et l'analyse des risques (de A5 à A8).

### III.4.3 Composante « Solution »

La composante « solution » contient les informations pertinentes concernant la solution retenue. Dans cette partie, le prestataire renseigne l'offre commerciale à partir de la description de la réponse technique (RT) et de l'analyse des risques (AR) menées auparavant. En effet, l'estimation de l'offre commerciale prend en compte autant les données de l'objet à fournir que celles des risques considérés (Figure III-18).

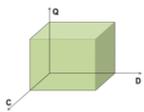
<b>S</b> Solution	S1	Solution retenue : <i>désignation</i>		Date d'envoi ou d'abandon : <i>date</i>	
	S2	Description RT : <i>données coût, qualité, délais de la RT (modes de calcul, résultats)</i>		Description AR : <i>données coût, qualité, délais de l'AR (modes de calcul, résultats)</i>	
	S3	<b>Estimation de l'offre en termes de coût, qualité, délais</b>			
			Coût : <i>modes de calcul, résultats</i>	Qualité : <i>niveau(x) de performance par rapport au CdC</i>	Délais : <i>modes de calcul, résultats</i>
	S4	Solutions concurrentes (non retenues) : <i>désignation</i>			
	S5	Décision client : <i>accepté / refusé</i>		Date de décision : <i>date</i>	
	S6	Négociations éventuelles/ajustements : <i>description</i>			
S7	Références/liens documents S				

Figure III-18. Composante « Solution »

Cette composante est formée des descripteurs suivants :

- S1 : solution retenue, correspondant à la désignation de la proposition à faire au client. La date d'envoi ou d'abandon figure en descripteur. A ce stade d'avancement (le choix « go » a déjà été fait), le soumissionnaire peut encore décider de ne pas poursuivre le processus s'il estime que le projet ne convient plus.
- S2 : description de la réponse technique (RT) et de l'analyse des risques (AR). Ces deux descripteurs ont pour objet de renseigner les données de coût, qualité et délais établies dans les phases RT et AR afin d'estimer l'offre commerciale.
- S3 : estimation de l'offre en termes de coût, qualité et délais. Ce descripteur correspond à l'élaboration (à partir de RT et d'AR) de la proposition commerciale. Trois descripteurs simples lui sont associés : le coût (donnant la valeur de l'offre), la qualité (donnant le niveau de performance par rapport au CdC) et les délais (donnant les échéances de livraison).
- S4 : solutions concurrentes, en lien avec les autres solutions envisagées mais non retenues. Cette information peut être très utile lors de l'exploitation ultérieure de la fiche courante. Une solution concurrente de la fiche actuelle peut être retenue comme solution principale pour un projet futur.
- S5 : décision du client, concernant l'acceptation ou le refus de l'offre. La date de décision figure en descripteur.
- S6 : négociations éventuelles/ajustements, en lien avec la précision de certains points et l'accord sur les aspects administratifs (paiement, rapports d'avancement,...).
- S7 : références et liens vers des documents de la solution. Des informations et des documents complémentaires peuvent être rattachés à ce descripteur. Il s'agit typiquement

de l'offre technico-commerciale, des dossiers de calcul des coûts, de la réponse officielle du client et des actes d'engagement.

La capitalisation des informations concernant la « solution » est axée sur l'estimation de l'offre commerciale en termes de coût, qualité et délais. Le descripteur S3 permet de capitaliser comment les résultats de la réponse technique (RT) et de l'analyse des risques (AR) sont « transformés » en proposition commerciale.

Les points critiques de cette phase sont : la description, en termes de coût, qualité et délais, de la RT et de l'AR (S2) et la fusion de ces deux descriptions pour l'estimation de l'offre (S3).

Nous avons retenu les données de coût, qualité et délai pour synthétiser le contenu de la proposition commerciale, schématisé au niveau du descripteur S3 par le cube <C-Q-D>.

Soulignons ici l'importance de l'expertise engagée pour élaborer la réponse commerciale. Au-delà des éléments déjà évoqués, d'autres caractéristiques influencent la qualité de celle-ci et les perspectives d'acceptation par le client. Il s'agit, par exemple, de la capacité à montrer, au travers de l'offre, les différences du soumissionnaire par rapport aux autres concurrents. Il s'agit aussi de faciliter, par une présentation circonstanciée, la prise de décision du client (il est essentiel de connaître ses critères de sélection ou, indirectement, de lui en suggérer).

Ces éléments et tous ceux qui aident à former les stratégies commerciales gagnantes pourront être pris en compte dans la suite de la fiche BiPMS.

### III.4.4 Composante « Déploiement »

Le cycle de développement de l'objet du PRAO est très riche en information ; nous rapportons ici les éléments les plus pertinents vis-à-vis de la gestion de risques (Figure III-19).

<b>D</b> Déploie ment	D1	Planning : <i>période de réalisation du projet</i>			Date lancement projet : <i>date</i>		
	D2	Solution déployée ( $\Delta$ = inchangé / affiné / écart / modifié (subi / voulu) / nouveau)					
		Tâches	Activités	Ressources H.	Ressources T.	Durées	Difficultés
		$\Delta$ tâche 1	$\Delta$ activité 1	$\Delta$ ressources H. (liste 1)	$\Delta$ ressources T. (liste 1)	$\Delta$ durée 1	$\Delta$ liste 1
		$\Delta$ activité 2	$\Delta$ ressources H. (liste 2)	$\Delta$ ressources T. (liste 2)	$\Delta$ durée 2	$\Delta$ liste 2	
	$\Delta$ tâche n	...	...	...	...	...	
	D3	Efficacité : <i>conforme / non conforme (par rapport au CdC, par rapport aux objectifs du prestataire)</i>					
D4	Suggestions d'améliorations de la solution déployée : <i>description(s)</i>						
D5	Généralisation de connaissances (règles métier, bonnes pratiques) : <i>description(s)</i>						
D6	Références/liens documents D						

Figure III-19. Composante « Déploiement »

Les descripteurs caractérisant le déploiement sont :

- D1 : planning, indiquant la période de réalisation du projet et comprenant le descripteur « date de lancement du projet ».
- D2 : solution déployée. Ce descripteur permet de renseigner la solution effectivement mise en œuvre par le prestataire pour réaliser l'objet de l'AO. Six autres descripteurs forment D2 : les tâches, les activités, les ressources humaines, les ressources techniques, les durées associées et les difficultés rencontrées.
- D3 : efficacité, correspondant au niveau de conformité du développement par rapport au CdC et aux objectifs du prestataire.
- D4 : suggestions d'amélioration de la solution déployée. Ce descripteur contient les recommandations faites pour rendre la phase de développement plus efficace.

- D5 : généralisation des connaissances. Dans ce descripteur sont rapportées les leçons apprises qui présentent un caractère générique (règles métier, bonnes pratiques) par rapport au déploiement de la solution.
- D6 : références et liens vers des documents du déploiement. Des informations et documents complémentaires peuvent être rattachés à ce descripteur. Il s'agit typiquement des plannings et des dossiers de conception.

L'objectif principal de la phase D2 est d'identifier les changements et les écarts survenant au cours du déploiement par rapport à la solution initialement retenue pour la RT (descripteur A4 de la composante « Analyse »).

L'attribut écart ( $\Delta$ ) de D2 peut prendre pour valeur : inchangé (réalisation telle que prévu dans A4), affiné (de légères variations sont apportées), écart (des différences importantes sont constatées), modifié (des modifications subies ou voulues sont apportées), nouveau (de nouveaux éléments, tâches ou activités sont déployés).

Les descripteurs D3 et D4 permettent de consigner respectivement l'efficacité du processus et les suggestions d'amélioration de la solution déployée. Ces dernières informations permettront la reproduction des bonnes pratiques et/ou la correction des erreurs pour les futurs projets similaires. Un point clé de ce volet est la généralisation de connaissances (D5) qui permet d'exprimer les règles métier acquises lors de l'expérience en cours.

### III.4.5 Composante « Clôture »

La clôture est une phase essentielle de la démarche puisque c'est ici que sont constatées la performance du processus PRAO-P, via les résultats finaux auxquels le déploiement a conduit, et l'efficacité de la stratégie de gestion des risques (Figure III-20).

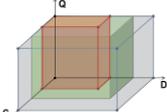
Analyse finale des risques (AFR)							
CI1	$R_1$ : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Éléments remarquables	$\Delta R_1$			
	$R_2$ : nom évén. Indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Éléments remarquables	$\Delta R_2$			
	...	...	...	...			
	$R_i$ : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Éléments remarquables	$\Delta R_i$			
CI2	Synthèse AFR sur les populations des risques de 1ère espèce et de 2ème espèce : <i>résultat(s)</i>						
CI3	Suggestions d'améliorations de l'analyse risque AR effectuée : <i>description(s)</i>						
CI4	Généralisation de connaissances (règles métier, bonnes pratiques) : <i>description(s)</i>						
CI	Clôture	CI5	Synthèse du cycle du projet	 <p>Coût : <i>résultat(s)</i> et <math>\Delta C</math>                      Qualité : <i>résultat(s)</i> et <math>\Delta Q</math>                      Délais : <i>résultat(s)</i> et <math>\Delta D</math></p>	projet "réalisé"	projet "non retenu"	projet "no go"
				information(s) de réalisation par prestataire concurrent : <i>description(s)</i>	information(s) de réalisation par prestataire concurrent : <i>description(s)</i>		
				du processus estimation de l'offre (C, Q, D) concerné : <i>description(s)</i>	du processus de décision go/no go : <i>description(s)</i>		
				règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	
CI6	Suggestions d'améliorations	de la démarche PRAO effectuée : <i>description(s)</i>	du processus estimation de l'offre (C, Q, D) concerné : <i>description(s)</i>	du processus de décision go/no go : <i>description(s)</i>			
CI7	Généralisation de connaissances	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>			
CI8	Références/liens documents CI						

Figure III-20. Composante « Clôture »

Les descripteurs caractérisant la clôture sont :

- Cl1 : analyse finale des risques (AFR), liée à l'évaluation des risques considérés au début, dans la phase « analyse » (A7). Là encore, il s'agit d'une liste récapitulant la désignation des événements indésirables, leur description via le modèle risque CEMDEx, les éléments remarquables et les écarts par rapport à l'analyse faite dans A7. Signalons que d'autres événements indésirables (non considérés dans la phase A7) peuvent être survenus et apparaissent dans cette liste. Ce descripteur est très important car il fournit des informations consolidées, utilisables pour les prises de décision dans les futurs projets.
- Cl2 : synthèse AFR sur l'effectivité des risques. Ce descripteur permet d'exprimer dans une forme agrégée (risque  $\alpha$ , risque  $\beta$ ) la performance de l'AR par rapport au fait : *i*) d'avoir pris en compte des risques non pertinents (risque  $\alpha$ ), *ii*) d'avoir écarté des risques qui auraient dû être pris en compte ( $\beta$ ) (*cf.* section IV.3.2.4).
- Cl3 : suggestions d'amélioration de l'analyse risque AR effectuée. En fonction des résultats obtenus, ce descripteur contient les recommandations proposées pour rendre plus efficace l'analyse des risques retenus.
- Cl4 : généralisation des connaissances. Ce descripteur comprend les leçons apprises qui présentent un caractère générique (règles métier, bonnes pratiques) par rapport au PMR.
- Cl5, Cl6 et Cl7 : pour ces trois descripteurs, trois situations sont possibles : *i*) le projet a été « réalisé », *ii*) l'offre commerciale n'a pas été retenue par le client, *iii*) l'entreprise a décidé de ne pas répondre à l'AO.
  - Cl5 : synthèse du cycle du projet. Ce descripteur comprend les informations finales du projet, principalement restituées par les résultats du « cube <C-Q-D> » pour le projet « réalisé » par le prestataire ou, si elles sont accessibles, celles de la réalisation par un prestataire concurrent, dans les cas « non retenu » et « no go ».
  - Cl6 : suggestions d'améliorations. Ce descripteur contient les recommandations faites pour rendre plus efficace la démarche PRAO suivie (cas projet « réalisé »), le processus d'estimation de l'offre (cas projet « non retenu ») et le processus de décision de poursuite (cas projet « no go »).
  - Cl7 : généralisation des connaissances Ce descripteur comprend les leçons apprises qui présentent un caractère générique (règles métier, bonnes pratiques) par rapport au scénario réalisé (projet « réalisé », « non retenu », « no go »).
- Cl8 : références et liens vers des documents de la clôture. Des informations et des documents complémentaires peuvent être rattachés à ce descripteur. Il s'agit typiquement des dossiers de clôture, rapports d'analyses,...

La saisie des descripteurs de clôture s'appuie sur un ensemble d'informations fourni (puisque le projet s'est déjà déroulé) mais elle requiert un niveau d'analyse important. C'est le cas, bien sûr, de l'analyse finale des risques (Cl1) et des descripteurs de synthèse du cycle du projet (Cl5).

C'est aussi le cas des descripteurs Cl2 et Cl3, d'une part, et Cl6 et Cl7, d'autre part, qui restituent une expertise importante via les propositions d'amélioration et l'expression de règles métier et de bonnes pratiques.

### III.5 OPERATIONNALISATION DE LA FICHE BIPMS

Nous présentons dans cette partie les développements de réalisation de la fiche BiPMS. Nous présentons d'abord les spécifications de réalisation de la fiche où nous considérons de manière détaillée les développements des descripteurs. Nous présentons ensuite le prototype de fiche réalisé.

Nous avons choisi de conserver cette partie « spécifications » dans le corps du chapitre III car les choix que nous avons faits à ce niveau contribuent de manière significative à la définition de la méthodologie que nous proposons dans le mémoire.

### III.5.1 Spécifications de réalisation

La fiche BiPMS permet de capitaliser directement les informations significatives du déroulement du PRAO et de l'ingénierie risque associée. C'est l'outil support de la fonction « capitalisation » du REx mais également celui de certains « traitements » de cette information puisque chaque expérience est analysée en consignnant les résultats dans la fiche. C'est enfin le support de la fonction « exploitation » dans laquelle les contenus des fiches (information, connaissance) sont récupérés pour être réutilisés dans le PRAO courant.

#### III.5.1.1 Caractéristiques générales

Nous avons présenté dans la section III.3.2.1 les caractéristiques attendues de la fiche ; nous précisons ici certains points de leur réalisation.

##### **Modélisation cognitive**

La fiche BiPMS doit permettre d'appréhender une information « cognitive », c'est à dire provenant d'avis d'experts, avec leurs imperfections (méconnaissance, contradiction). Les descripteurs doivent permettre de capitaliser ces informations imparfaites en gardant la mémoire de l'expert émetteur. Plusieurs descripteurs seront des champs textuels simples permettant à l'expert d'expliquer son raisonnement (*e.g* : les descripteurs D4, D5, Cl3, Cl4). Par ailleurs, il devra être possible à l'expert d'ajouter des remarques sur chacun des descripteurs.

##### **Modélisation flexible**

Les systèmes REx étant des systèmes incrémentaux, le modèle de fiche doit pouvoir évoluer si nécessaire. Il s'agira du rajout ou de la modification d'une valeur dans une liste de valeurs existantes. Elle devra entraîner la mise à jour automatique des interfaces.

Pour les fiches saisies avant ces modifications, il sera utile de pouvoir présenter à l'utilisateur (le responsable REx) la liste des expériences impactées par les modifications afin qu'il effectue les mises à jour nécessaires.

Il faut pouvoir faire migrer un descripteur textuel (descripteur par défaut, le plus simple) vers un autre type de descripteurs plus structurant. Là encore, le responsable REx en charge du modèle devra disposer de la liste des expériences impactées par ce changement afin de les adapter.

##### **Intégration des mécanismes d'exploitation**

La principale activité d'exploitation de la base REx est la recherche de fiches descriptives d'expériences passées à partir des informations contenues dans les descripteurs. Il faut donc associer des fonctions de recherche classique et des fonctions de similarité à chaque type de descripteur. Par exemple, un descripteur textuel proposera l'égalité (une recherche à partir de l'inégalité n'ayant pas de sens dans ce cas), il disposera aussi de mesures de similarité adaptées. Les algorithmes de recherche devront tenir compte des spécificités des descripteurs (simples, composites, valeurs incertaines,...).

Il faut aussi prévoir le développement d'interfaces graphiques pour conduire les recherches. Ces interfaces seront proches de celles de capitalisation, augmentées d'éléments graphiques permettant l'affectation de poids d'importance relative.

##### **Ergonomie satisfaisante**

L'ergonomie est un point central des applications REx. Nous proposons certaines pistes de développement pour rendre l'utilisation des descripteurs la plus naturelle possible.

Ainsi, nous utiliserons dans les composants graphiques des descripteurs des primitives de représentation élémentaires simples, issues des formulaires internet standards.

Pour les descripteurs prenant leur valeur dans une liste de valeurs possibles, nous proposons de coupler un champ textuel simple avec des mécanismes d'auto-complétion.

La capitalisation transparente de certaines informations telles que l'identité de l'acteur ayant rempli ou modifié les descripteurs, la date, l'heure et, éventuellement, le lieu de saisie de l'information simplifiera également l'exploitation.

Rappelons qu'en situation nominale, le système REx devrait être intégré sous forme de module dans les SI d'entreprise et, dans ce cas, l'ergonomie relèvera de celle du logiciel support.

### III.5.1.2 Spécifications générales des descripteurs

Le concept de descripteur est fondamental dans notre approche car il s'agit de l'élément de base pour constituer une fiche REx telle que caractérisée (cf. section III.3.3). Il s'agit du collecteur d'une information experte qui peut être vue comme une valeur d'attribut augmenté.

Nous présentons ci-après les spécifications rattachées aux descripteurs.

#### **Spécifications ergonomiques :**

- le descripteur doit posséder une aide associée : un texte par défaut constitue une première aide ; il est possible d'accéder à une description plus détaillée par une action classique (survol d'une icône en forme de point d'interrogation),
- tout descripteur doit pouvoir comporter des commentaires en provenance des acteurs qui le saisissent ou, éventuellement, qui critiquent une valeur ; ces commentaires peuvent être de niveaux d'importance différents et sont mis en évidence pour être remarqués,
- les descripteurs gardent en mémoire l'identité des acteurs qui choisissent, changent ou suppriment une valeur ainsi que la date, l'heure de la saisie de ces informations.
- les descripteurs sont associés à des composants informatiques de saisie favorisant une bonne ergonomie : auto-complétion, aide contextuelle,...

#### **Spécifications d'adaptabilité :**

- un modèle de descripteur doit pouvoir être modifié. Il doit, par exemple, être possible de modifier les domaines de valeurs possibles et, ce, même lorsque le système REx est en service,
- un descripteur simple textuel (la version par défaut la moins structurante) peut migrer vers un type de descripteur plus complexe,
- lors de la migration du modèle de descripteur, il faut mettre en place des processus particuliers de migration des instances existantes qui ne sont plus cohérentes avec le nouveau modèle.

#### **Spécifications structurelles :**

- un descripteur doit pouvoir contenir d'autres descripteurs : une expérience consiste en une hiérarchie de descripteurs où chaque nœud représente un descripteur « composite » et chaque feuille un descripteur « simple » (proche du concept de composition de la modélisation objet),
- tout descripteur doit pouvoir être désactivé pour une expérience donnée : si, pour une expérience, une information portée par un descripteur n'est pas appropriée, l'expert doit pouvoir désactiver ponctuellement ce descripteur (cette information ne sera pas prise en compte par la suite),
- un descripteur « simple » doit pouvoir représenter une information unique (descripteur simple normal : une seule valeur véritable) et, dans certains cas, une information multiple

équivalente à une sélection multiple dans une liste (descripteur simple multiple : plusieurs valeurs véritables),

- chaque descripteur « simple » (excepté les descripteurs textuels) doit pouvoir recevoir une valeur imprécise ou incertaine liée à la méconnaissance (incertitude épistémique). Cette situation est différente de la possibilité de désactivation. Ici, on souhaite indiquer que l'on ne connaît pas l'information au moment de la saisie.

#### Spécifications relationnelles :

- chaque descripteur doit être associé, selon son type, à des fonctions standards de similarité définies sur son domaine (fonction de ressemblance entre valeurs) qui permettront de faire des recherches par similarité. Ces fonctions standards seront différentes selon s'il s'agit d'un descripteur composite ou d'un descripteur simple,
- des relations doivent pouvoir être établies entre plusieurs valeurs de descripteurs. Ces relations pourront permettre d'accélérer certains traitements, en particulier ceux concernant le modèle CEMDEx, en exprimant des relations causales avec des valeurs particulières de descripteurs. Une finalité est de pouvoir surveiller certaines valeurs de descripteurs lors de nouvelles saisies afin de mettre en évidence (par une alerte) la possibilité de risques particuliers.

### III.5.2 Les différents types de descripteurs

Nous présentons dans cette partie les différents types de descripteurs que nous avons prévus pour développer la fiche BiPMS.

De par sa nature vectorielle composite, une expérience consiste en une hiérarchie de descripteurs où chaque nœud représente un descripteur « composite » et chaque feuille un descripteur « simple » (Figure III-21).

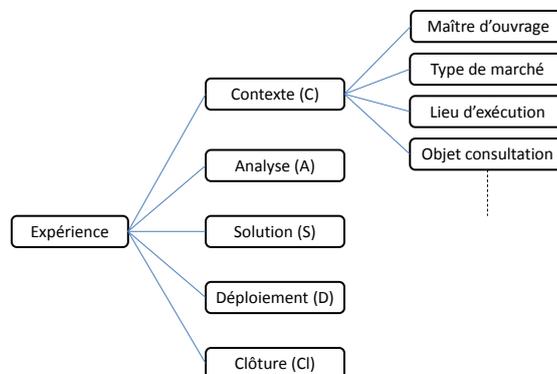


Figure III-21. Expérience vue comme une hiérarchie de descripteurs

Nous présentons d'abord les descripteurs simples puis les descripteurs plus complexes dont les descripteurs composites, notamment, ceux spécifiques au risque.

#### III.5.2.1 Les descripteurs simples

Les descripteurs simples correspondent aux feuilles de la représentation hiérarchique de l'expérience ; ils doivent donc permettre de représenter tout type d'information.

### Descripteur type textuel

Le descripteur textuel est le descripteur de base et est utilisé par défaut lorsqu'aucun choix de structuration de l'information n'a été fait. Il permet de consigner une information saisie sous forme de texte libre, sans contrainte de modèle sous-jacent (cf. Figure III-22). Deux formes sont possibles : un simple champ d'une ligne, une zone de texte (plusieurs lignes).

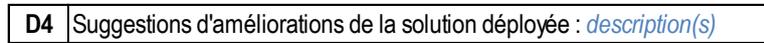


Figure III-22. Descripteur simple

Ce descripteur est associé aux primitives de recherche par égalité de mot (un mot appartient ou non à la zone de texte recherché) et aux primitives par similarité (la mesure de Levenshtein [Levenshtein, 1966] ou des mesures basées sur la compression de contenu (cf. chapitre IV, section IV.2.2.2)).

Ce descripteur doit pouvoir migrer vers un type de descripteur plus structuré (simple ou composite). En particulier, nous prévoyons d'implémenter la transformation d'un descripteur textuel vers un descripteur symbolique.

### Descripteur type numérique

Le descripteur numérique permet d'exprimer toute forme d'information chiffrée, en principe sur un domaine continu (les domaines discrétisés sont exprimés, le plus souvent, sous forme symbolique). Les valeurs numériques consignées dans ce descripteur peuvent être associées à des unités (montant en €, temps en heure, semaine ou mois, ressources en homme-mois,...).

Les primitives de recherche associées à ce descripteur seront l'égalité et l'inégalité pour les primitives de recherche classiques et des fonctions mathématiques ou des matrices de similarité exprimée sur le domaine de valeurs discrétisés pour les primitives de recherche par similarité.

Les composants graphiques associés seront généralement de simples champs texte ou, éventuellement, des composants de type « curseur ».

### Descripteur type sélection statique ou dynamique

Le descripteur sélection est un descripteur très courant qui permet de choisir l'information à partir d'une liste de valeurs possibles. Deux cas sont possibles : *i)* la sélection statique où la liste de valeurs (le domaine) est figée, *ii)* la sélection dynamique où la liste de valeurs peut évoluer au cours du temps (principalement, ajout de nouvelles valeurs) (Figure III-23).

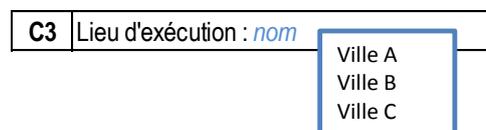


Figure III-23. Descripteur type sélection

Pour les descripteurs type sélection statique, il est possible d'utiliser des listes à bulles, des listes déroulantes ou, encore, une entrée sous forme de champ texte avec auto-complétion (solution pratique si la liste de valeurs possibles est grande).

Pour les descripteurs type sélection dynamique, nous proposons d'utiliser un composant graphique basé sur un champ texte auto-complété (comme précédemment) : un début de saisie entraîne le filtrage de la liste de valeurs possibles pouvant être sélectionnées. Si la valeur saisie est nouvelle, la validation entraînera son ajout dans la liste des valeurs possibles. Il faudra également mettre à jour la fonction de similarité associée.

Actuellement, nous avons laissé libre cette possibilité d'ajout, sans contrôle d'administrateur ; cependant, ce contrôle sera sûrement nécessaire sous forme de validation de sa part.

Ici, les primitives de recherche seront la recherche par égalité ainsi que la mesure de Levenshtein et pour la similarité, des matrices de similarités seront utilisées. Par ailleurs, si la liste de valeurs est définie à partir d'une ontologie (ou d'une taxonomie), nous utiliserons alors des mesures de similarité adaptées telle que celle de Wu et Palmer par exemple [Wu et Palmer, 1994].

### Autres descripteurs simples

Même si toute information simple peut être saisie par les descripteurs définis précédemment, certains types particuliers sont nécessaires pour assurer les liens avec des informations temporelles (dates, instants, périodes) mais aussi pour lier des fichiers utiles.

Les descripteurs temporels ont plusieurs formes possibles : la sélection d'une date est réalisée à partir d'un calendrier, celle d'un horaire à partir d'une horloge, celle d'un instant temporel par le couplage entre la sélection d'une date et d'un horaire. Enfin, la sélection d'un intervalle temporel consiste à coupler deux instants temporels.

Les descripteurs de fichiers (*cf.* Figure III-24) doivent permettre de désigner les fichiers liés mais aussi d'y accéder facilement. Le couplage à un mini-gestionnaire de fichiers paraît important afin que l'utilisateur n'ait pas à quitter l'application de REx pour consulter des fichiers, en ajouter ou supprimer. De même, il serait utile d'ajouter un système d'annotation permettant aux experts de consigner certains points importants contenus par les fichiers.

<b>C12</b>	Références/liens documents C
<b>A9</b>	Références/liens documents A
<b>S7</b>	Références/liens documents S
<b>D6</b>	Références/liens documents D
<b>CI8</b>	Références/liens documents CI

Figure III-24. Descripteurs de fichiers

### III.5.2.2 Les descripteurs complexes

Les descripteurs complexes sont de deux types : *i)* ceux permettant de regrouper plusieurs autres descripteurs, *ii)* ceux représentant une collection d'information (le plus souvent, ensemble de descripteurs simples de même type).

#### Descripteur type composite

Ce descripteur est une composition d'autres descripteurs. Il représente un nœud dans la hiérarchie des descripteurs, les descripteurs simples étant les feuilles. Il est assimilable à un conteneur d'information.

Chaque composante (C, A, S, D, CI) de la fiche BiPMS est un descripteur composite. Les trois descripteurs C6, C7 et C8 de la Figure III-25, par exemple, sont aussi des descripteurs composites (C8 étant le plus complexe).

Un descripteur appartenant à un descripteur composite est identifié par un nombre représentant sa position ligne/colonne dans ce descripteur (par exemple, « Conditions d'utilisation » est identifié C8-2-3 dans la Figure III-25).

C6	Délai (ou date) de réponse à l'AO : <i>date</i>		Délai (ou date) de réalisation : <i>date</i>	
C7	Budget cible : <i>cadre financier (si imposé)</i>		Mode règlement : <i>devis gratuit, acompte/échelonnement</i>	
C8	Identification du produit	Utilisateurs : <i>désignation</i>		Besoin fondamental : <i>finalité du produit</i>
	Environnement du	Éléments interagissants : <i>désignation</i>		Conditions d'utilisation : <i>modalités</i>
	Fonctions de service		Critères d'appréciation du DO	
			Niveau de performance	Flexibilité
	Fonctions d'usage	première fonction : <i>désignation</i>	<i>description</i>	<i>impératif/niveau tolérance</i>
		deuxième fonction : <i>désignation</i>	...	<i>impératif/niveau tolérance</i>
		...	...	...
	Fonctions d'estime	première fonction : <i>désignation</i>	...	...
		...	...	...
	Fonctions d'adaptation	première fonction : <i>désignation</i>	...	...
...		...	...	
Contraintes de réalisation : <i>liste</i>				
Documents à fournir : <i>liste</i>			Formats de réponse : <i>description</i>	

Figure III-25. Exemple de descripteurs composites

### Descripteur type collection

Deux types de descripteurs existent.

Le descripteur type collection simple permet de recenser plusieurs informations simples. Par exemple, pour déclarer les prestataires potentiels (C9), le choix est fait à partir de la liste des prestataires existants. Pour bien différencier des situations de choix multiples dans une liste exprimant une incertitude, nous proposons d'associer au descripteur un composant graphique mettant en évidence l'ajout d'information (par exemple, une icône représentant le signe plus comme illustré sur le schéma de la Figure III-26.).

C9	Co-prestataires potentiels : <i>nom(s)</i>	+	Juan Botero / Société ABC / Responsable achats
C10	Concurrents potentiels : <i>nom(s)</i>		

Figure III-26. Descripteur type collection simple

Le descripteur de type collection composite permet de recenser plusieurs descripteurs composites (n-uplets). C'est le cas du descripteur (A4) dans lequel plusieurs activités sont recensées (cf. Figure III-27). Elles sont décrites par des descripteurs composites contenant la tâche, les ressources humaines et techniques engagées, la durée prévue et les difficultés envisagées. Notons que les ressources techniques et humaines sont des descripteurs type collection simple (listes de valeurs textuelles).

De la même façon que pour le descripteur type collection simple, l'interface graphique nécessite une icône particulière pour pouvoir rajouter (ou supprimer) des « lignes » de ces tableaux.

A4	Elaboration réponse technique (RT)					
	Tâches	Activités	Ressources H.	Ressources T.	Durées	Difficultés
	<i>tâche 1</i>	<i>activité 1</i>	<i>liste 1 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 1</i>	<i>liste 1</i>
		<i>activité 2</i>	<i>liste 2 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 2</i>	<i>liste 2</i>
<i>tâche n</i>	...	...	...	...	...	

Figure III-27. Descripteur type collection composite

### Les descripteurs type risque

Le descripteur type risque utilisé en A7 et Cl1 est un cas particulier de descripteur type collection composite. Le descripteur composite qui résume chaque risque est une vue synthétique du risque considéré. Une particularité ici est que chaque vue résumée donne accès à une vue détaillée

établie sur la base du modèle CEMDEX et constitue en soi une application indépendante intégrée à l'outil BiPMS (cf. Figure III-28 ci-après).

Synthèse de l'analyse des risques retenus (AR)				
A7	R <sub>1</sub> : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	M.C.
	R <sub>2</sub> : nom évén. Indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	M.C.
	...	...	...	...
	R <sub>i</sub> : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	M.C.

Analyse finale des risques (AFR)				
CI1	R <sub>1</sub> : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	ΔR <sub>1</sub>
	R <sub>2</sub> : nom évén. Indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	ΔR <sub>2</sub>
	...	...	...	...
	R <sub>i</sub> : nom évén. indésirable	Modèle (<C>, <E>, <M>, <D>, <Ex>)	Eléments remarquables	ΔR <sub>i</sub>

Désignation	Types des causes		Nature des effets		Mapping	Caract.Descript					Catég.REx
	désign.	occurrence	désign.	impact		Occurrence	Impact	Criticité	NC	Actions	
C1			E1								
	C2										
	C3										
			E2								

Figure III-28. Descripteur type risque (cas particulier collection composite)

### III.5.3 Prototype réalisé

La fiche BiPMS et les différents descripteurs ont été spécifiés afin de réaliser un prototype applicatif qui permettra de tester la méthodologie BiPRiM que nous présenterons dans le chapitre IV. Cette réalisation a été faite avec la collaboration du CRC-IDCE (Centre de Ressources et de Compétences « Information, Décision et Communication en Entreprise » du LGP. Nous présentons ci-après les choix technologiques faits pour l'application puis nous décrivons succinctement celle-ci et, en particulier, certains aspects relatifs aux descripteurs et à la modélisation adaptable.

#### III.5.3.1 Choix technologiques

Nous avons choisi de réaliser le prototype comme une application web afin que le système réalisé puisse être disponible sur toute plateforme. Cependant, nous nous sommes limités à la présentation pour ordinateur de bureau et à un fonctionnement en mode connecté.

La réalisation d'application mobile pourra être réalisée simplement en adaptant les fichiers de mise en forme (fichier CSS) sans modifier le cœur applicatif.

Parmi les nombreux outils et les bibliothèques existants, nous avons choisi d'utiliser le langage Ruby et le Framework RubyOnRails<sup>8</sup>, outil de choix pour réaliser des applications web dynamiques modernes, qui dispose de capacités de prototypage rapide. Des bibliothèques standard ont été utilisées comme jQuery pour faciliter les manipulations de page sans passer par le serveur. Le choix Ruby/Rails a été aussi influencé par les compétences et les préférences du CRC-IDCE.

RubyOnRails permet de lier les applications à de multiples bases de données ; ceci sera réalisé par l'intermédiaire d'ActiveRecord, un ORM (Object Relationnal Mapping) qui permet de faire le lien automatiquement (si les conventions sont respectées) entre le modèle « objet » de données et le modèle relationnel des bases de données communément utilisées.

<sup>8</sup> <http://rubyonrails.org>

Ici, nous utilisons la base de données MySQL.

### III.5.3.2 Vue générale de l'application

Nous avons choisi de représenter la fiche BiPMS par une vue avec onglets (cf. Figure III-29). Le premier onglet permet de renseigner l'identité de la fiche. Les cinq autres onglets représentent chacun une composante de la fiche BiPMS : le contexte, l'analyse, la solution, le déploiement et la clôture.

IDENTITÉ	CONTEXTE	ANALYSE	SOLUTION	DÉPLOIEMENT	CLÔTURE
C01	Maitre d'Ouvrage	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Date émission AO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C02	Type marché	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Procédure (si spécifique)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C03	Lieu d'exécution	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Objet de la consultation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C04	AO à lots	<input type="text" value="oui"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Lot traité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C05	Critères d'attribution	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C06	Délai (ou date) de réponse à TAO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Délai (ou date) de réalisation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C07	Budget cible	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Mode règlement	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Identification du produit	Utilisateurs	<input type="text"/>	Besoin fondamental	<input type="text"/>
	Environnement du produit	Éléments interagissants	<input type="text"/>	Conditions d'utilisation	<input type="text"/>
C08	Fonctions de service		Critères d'appréciation du DO		
			Niveau de performance	Flexibilité	
	Fonctions d'usage	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance	
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance	
		Désignation troisième fonction	Description 3	impératif / niveau tolérance	
	Fonctions d'estime	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance	
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance	
	Fonctions d'adaptation	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance	
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance	
	Contraintes de réalisation		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Documents à fournir	Formats de réponse		<input type="text"/>	<input type="text"/>
C09	Co-prestataires potentiels	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C10	Concurents potentiels	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Contexte prestataire	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Intérêt	fr	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C11	Difficulté technique	-	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Niveau de charge amont	-	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Niveau de charge aval	-	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C12	Références / Liens documents C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ENREGISTRER

Figure III-29. Vue générale de BiPMS – Onglet contexte

L'enregistrement des données saisies est effectué onglet par onglet, par l'intermédiaire d'un bouton *Enregistrer* situé en bas de page.

Cette action permet de :

- vérifier la validité des données saisies : type correct de donnée, présence de valeurs éventuellement obligatoires,
- signaler les erreurs,
- afficher des avertissements sur le remplissage de la section, signalant le nombre de descripteurs non renseignés et celui des descripteurs désactivés.

Après validation des avertissements, la page bascule sur l'onglet suivant. Pour pouvoir afficher un onglet donné, l'onglet précédent doit être validé.

Nous présentons sur la Figure III-29 la saisie écran de la composante « contexte » comprenant les douze descripteurs composites définis dans la section III.4.1.

Les champs communs à tous les descripteurs formant ces descripteurs composites sont :

- les libellés,
- l'espace de saisie (souvent un simple champ textuel),
- l'accès aux remarques < R > ,
- l'icône permettant d'accéder rapidement aux remarques < i > ,
- la case < N/A > permettant de désactiver le descripteur.

### III.5.3.3 Détails sur l'implémentation des descripteurs simples

Nous illustrons l'implémentation qui a été faite pour les descripteurs et, notamment, certaines particularités de fonctionnement.

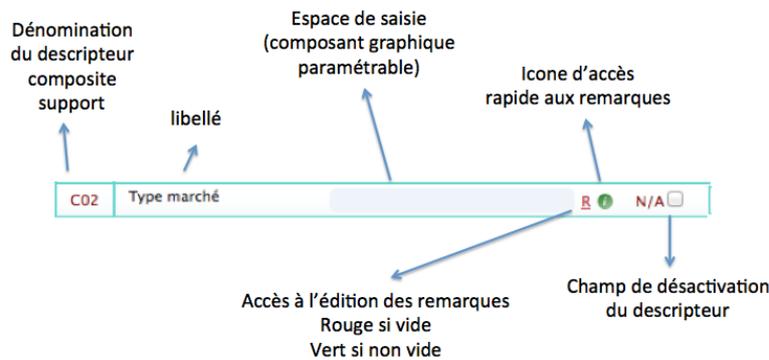


Figure III-30. Détails sur la vue d'un descripteur simple

Nous montrons sur la saisie écran de la Figure III-30 comment certaines fonctions spécifiées ont été implantées au niveau de l'interface. Toutes les fonctions ne sont pas directement visibles car certaines sont masquées et d'autres apparaissent uniquement lors de l'utilisation de l'outil (affichage dynamique).

C01	Maitre d'Ouvrage	Remarque	<input type="checkbox"/>
	Date émission AO	Eric Martin (ingénieur PRAO) > ce maître d'ouvrage nous a posé des problèmes par le passé	<input type="checkbox"/>
C02	Type marché		<input type="checkbox"/>
C03	Lieu d'exécution		<input type="checkbox"/>
	Objet de la consultation		<input type="checkbox"/>
C04	AO à lots		<input type="checkbox"/>
	Lot traité		<input type="checkbox"/>
C05	Critères d'attribution		<input type="checkbox"/>

Figure III-31. Affichage d'informations

IDENTITÉ	CONTEXTE	ANALYSE
	Maitre d'Ouvrage	
C01	Date émission AO	
	Type marché	
C02	Procédure (si spécifique)	
C03	Lieu d'exécution	
	Objet de la consultation	
C04	AO à lots	oui
	Lot traité	
C05	Description du lot auquel l'entreprise répond	

Figure III-32. Affichage de l'aide succincte par survol

Ainsi, par exemple, nous avons mis en place les fonctions suivantes :

- la capture de l'identité des acteurs, de leur rôle au moment de la saisie, réalisée de façon transparente et liée à la valuation des descripteurs. Il en est de même pour les saisies de remarques où sont explicitement affichées (de façon automatique) ces informations en en-tête (cf. Figure III-31),
- l'apparition d'une aide succincte en surimpression par survol du curseur sur les libellés des descripteurs (cf. Figure III-32),
- la possibilité de ne pas saisir la valeur d'un descripteur traduisant une valuation incertaine (équivalent à « je ne sais pas »).

### III.5.3.4 Détails d'implémentation des descripteurs composites

Nous illustrons ici certains développements concernant les descripteurs composites et les descripteurs collection (simple et composite) ainsi que le descripteur risque qui est un cas particulier de descripteur type collection associé au modèle CEMDEX.

Le descripteur le plus complexe de la fiche BiPMS est le descripteur composite C08 formé de plusieurs descripteurs simples mais aussi d'un descripteur collection multiple (C08-3) (cf. Figure III-33).

C08	Identification du produit		Utilisateurs <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>	Besoin fondamental <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>
	Environnement du produit		Éléments interagissants <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>	Conditions d'utilisation <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>
	Fonctions de service		Critères d'appréciation du DO	
	Fonctions d'usage <input checked="" type="radio"/>	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance
		Désignation troisième fonction	Description 3	impératif / niveau tolérance
	Fonctions d'estime <input checked="" type="radio"/>	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance
	Fonctions d'adaptation <input checked="" type="radio"/>	Désignation première fonction	Description 1	impératif / niveau tolérance
		Désignation deuxième fonction	Description 2	impératif / niveau tolérance
R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>				
Contraintes de réalisation		<input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>		
Documents à fournir <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>		Formats de réponse <input type="text"/> R <input checked="" type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>		

Figure III-33. Descripteur complexe C08

Parmi les descripteurs collection (permettant de recenser une information multiple), nous présentons sur la Figure III-34 le descripteur collection simple C10 pour lequel des valeurs peuvent être rajoutées via une interface simple, à partir de liste dynamique. Ce descripteur collection simple est la version « choix multiple » du descripteur sélection dynamique.

C10	Concurrents potentiels	Concurrent 1 x	Concurrent 2 x	Concurrent 3 x
		<input type="text" value="Concurrent4"/>	Ajouter	R N/A <input type="checkbox"/>

Figure III-34. Descripteur collection simple C10

Les descripteurs collection composite permettent de recenser des tuples, *i.e.* des lignes dans un tableau dont les cases contiennent d'autres descripteurs. L'interface proposée consiste en un tableau où sont présentées toutes les informations avec des icônes permettant l'ajout de nouvelles lignes. Sur la saisie écran de la Figure III-35, nous montrons l'interface du descripteur collection composite A04 représentant les tâches et les activités significatives de la réponse technique.

Elaboration réponse technique (RT)		Ajouter une tâche				
Tâches	activités	Ressources H.	Ressources T.	Durées	Difficultés	
A04	tâche 1	Activité 1.1	liste 1.1 ressource H.	liste 1.1 ressource T.	durée 1.1	liste 1.1 difficultés
		Activité 1.2	liste 1.2 ressource H.	liste 1.2 ressource T.	durée 1.2	liste 1.2 difficultés
	tâche 2	Activité 2.1	liste 2.1 ressource H.	liste 2.1 ressource T.	durée 2.1	liste 2.1 difficultés
		Activité 3.1	liste 3.1 ressource H.	liste 3.1 ressource T.	durée 3.1	liste 3.1 difficultés
	R <input type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>					

Figure III-35. Descripteur collection composite A04

Enfin, nous présentons le descripteur risque, variante du descripteur collection composite (cf. Figure III-36). Ce descripteur permet de recenser les différents risques potentiels retenus après l'analyse des risques et d'accéder aux informations qui les définissent. L'ajout d'un nouveau risque ou son affichage est réalisé par une application dédiée.

Synthèse de l'analyse des risques retenus (AR)		Ajouter un risque		
R1	nom évèn. indésirable 1	Modèle (<Tc>,<Ne>,<Fm>,<Cd>,<Cx>)	Éléments remarquables 1	M.C.
R2	nom évèn. indésirable 2	Modèle (<Tc>,<Ne>,<Fm>,<Cd>,<Cx>)	Éléments remarquables 1	M.C.
R <input type="radio"/> N/A <input type="checkbox"/>				

Figure III-36. Descripteur du risque et application CEMDEX

### III.5.3.5 Adaptabilité de l'interface

Lors de la spécification des descripteurs, nous avons souligné l'importance de l'adaptabilité de l'application. Ceci a conduit à plusieurs développements permettant d'instancier certaines caractéristiques sur le prototype. Nous en présentons ci-après trois aspects, en relation avec le caractère adaptable du modèle de l'expérience.

- L'organisation des descripteurs et leur positionnement dans la fiche BiPMS ont donné lieu à une convention de nommage particulière que nous avons évoquée dans la section III.5.2.2 et qui utilise deux nombres correspondant au couple <ligne-colonne> de la position du descripteur dans le descripteur composite parent (Ci-l-c correspond au descripteur simple du descripteur composite i, positionné sur la ligne l et la colonne c).
- Lors de la définition ou de l'évolution du modèle de l'expérience, le nommage du descripteur permet de générer l'interface adaptée. Par exemple, le descripteur composite C04 de la fiche BiPMS est formé de trois descripteurs (trois lignes dont la 2ème est formée de deux colonnes). L'ajout d'un nouveau descripteur, par exemple sur la 3ème ligne et deuxième colonne, sera directement induit par le nommage C04-3-2 de ce descripteur.
- Chaque descripteur simple possède un type tel que défini dans la section III.5.2.1. Lors de la définition du modèle, ce type est précisé et permet de générer automatiquement son interface à partir de la configuration du descripteur dans le modèle (libellé, aide succincte, interface graphique, modèle de similarité).
- Chaque type de descripteur possède une interface par défaut et peut, éventuellement, en proposer d'autres. Actuellement, pour les descripteurs de type sélection, nous avons implémenté la zone textuelle auto-complétée ou la liste déroulante.

Il s'en dégage une simplicité d'emploi qui, selon nous, doit favoriser l'implication des acteurs.

D'autres interfaces doivent être développées.

Nous tenons à remercier Madame Elisabeth Kuntz et Monsieur Éric Reubrez, de l'équipe CRC-IDCE, pour leur implication dans la réalisation pratique du prototype.

## III.6 CONCLUSION

Ce chapitre était consacré aux développements que nous avons menés sur le système de retour d'expérience devant instrumenter le PRAO et, notamment, au processus de saisie de l'expérience que constitue la conduite d'un PRAO-P.

Nous avons abordé le chapitre en exposant les principes généraux de la gestion des connaissances pour introduire ensuite le retour d'expérience et ses particularités de fonctionnement.

L'expérience, notion fondamentale du REx par rapport à laquelle sont déployées les activités clés de capitalisation, de traitement et d'exploitation, revêt dans le cadre de nos travaux un caractère particulier : elle doit « coïncider » au PRAO étendu au projet aval (PRAO-P). Nous appuyant sur différents travaux, notamment du LGP, nous avons dégagé notre propre définition de l'expérience et assuré son positionnement par rapport au PRAO-P.

Nous avons ensuite établi la structure de la fiche de retour d'expérience, support d'application du REx pour instrumenter le PRAO-P : la fiche BiPMS (Bidding Process Monitoring Sheet) organisée suivant la même structure que celle de l'expérience. Formée de cinq champs principaux, cette fiche permet de capitaliser les informations significatives sur toute l'expérience et intègre celles propres à la gestion des risques à toutes les étapes de celle-ci.

Nous avons ensuite détaillé les descripteurs qui constituent les composantes de BiPMS et établi les spécifications de réalisation d'une version numérique de la fiche. Nous avons intégré à ces dernières, certaines exigences sur les particularités d'emploi tel que nous le prévoyons dans l'approche de notre méthodologie.

Nous avons enfin présenté la version courante du prototype qui a été réalisé et nous avons décrit et illustré certaines de ses fonctionnalités.

Au final, ce chapitre nous a permis d'appréhender le retour d'expérience et de l'implémenter dans le contexte du PRAO-P sous un angle de gestion des risques. Le développement de BiPMS est le résultat principal du chapitre. BiPMS permet de tracer l'expérience PRAO-P pour la réutilisation ultérieure des informations et de la connaissance qui y sont inscrites lors de la conduite d'un nouveau PRAO.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter l'architecture générale dans laquelle s'inscrit BiPMS et la conduite suivie par un soumissionnaire, souhaitant mettre en place un processus de gestion des risques, pour capitaliser son expérience courante, exploiter ses expériences passées et traiter les informations récupérés (et celles obtenues lors du PRAO-P en cours) en vue de leur adaptation ou de leur transformation en nouvelles connaissances.

## CHAPITRE IV.

# DEMARCHE GLOBALE DE GESTION DES RISQUES DANS LE PRAO : METHODOLOGIE BIPRiM

Dans les chapitres précédents nous avons identifié ou défini plusieurs processus et modèles tels que le PRAO étendu au cycle du projet (PRAO-P), le modèle CEMDEX pour la caractérisation des risques, le processus de management des risques (PMR) et le processus de retour d'expérience (REx) qui s'appuie sur la fiche BiPMS. Soulignons immédiatement qu'avec les seuls éléments développés dans le chapitre 3 la concernant, cette fiche BiPMS apparaît déjà comme un modèle pivot qui devrait permettre l'articulation des différents processus que nous avons introduits.

Dans le présent chapitre, nous nous intéressons à la coordination de ces processus pour assurer une gestion performante de la connaissance impliquée dans la conduite du PRAO pour la pleine réussite de celui-ci du point de vue du soumissionnaire. Nous rappelons que les critères de réussite du soumissionnaire ne sont généralement pas antinomiques de ceux du donneur d'ordres.

Plusieurs points de la formalisation des connaissances ont déjà été considérés dans les deux derniers chapitres mais nous n'avons pas encore directement considéré les différents processus décisionnels sous-jacents du PRAO. Nous allons aborder cet aspect ici.

Nous proposons une démarche d'exploitation des différents modèles et processus que nous avons développés et nous établissons la méthodologie BiPRiM (Bidding Process Risk Management) dont l'application permet la bonne conduite d'un PRAO en prenant en compte les risques potentiels de ce processus et du projet qui en découle.

Nous décrivons la manière avec laquelle un prestataire utilisant cette méthodologie aborde un nouveau problème, *i.e.* un nouvel appel d'offres, et le conduit jusqu'à la clôture du projet associé.

Ainsi, le chapitre est axé sur le management des connaissances à engager pour le bon déroulement du PRAO-P. Comme présenté dans le chapitre III, ces connaissances peuvent être tacites, explicites, individuelles et/ou collectives. L'objectif est maintenant de mettre en relation toutes ces connaissances, ce qui devra permettre l'application de la méthodologie BiPRiM.

Rappelons encore que, lors d'un PRAO, les connaissances engagées pour sa réalisation appartiennent à trois domaines liés mais, cependant, distincts :

- celui de l'objet du PRAO, *i.e.* la connaissance métier nécessaire pour la définition et la réalisation de l'objet (produit, service) ayant motivé l'AO,
- celui du management des risques, *i.e.* la connaissance permettant de conduire une analyse des risques et les actions de gestion de celui-ci (identification, évaluation, traitement, suivi,...),
- celui du processus PRAO, *i.e.* la connaissance nécessaire à l'estimation et l'établissement de l'offre commerciale en termes de coût, de qualité et de délais, la forme et le contenu de celle-ci conditionnant son acceptation par le client.

Le chapitre est organisé en cinq sections.

Dans la première section, nous présentons l'architecture support de la méthodologie BiPRiM. Celle-ci résulte de la conjonction des différents processus que nous avons introduits et des modèles supports que nous avons développés.

Nous proposons dans la deuxième section les éléments d'appui pour engager de manière performante le système de retour d'expérience. A cet effet, nous avançons les mécanismes de

raisonnement à partir de cas (RàPC) comme appui principal pour lesquels nous proposons des mesures de similarité adaptées. Nous portons un intérêt particulier à la gestion de l'incertitude dans les mécanismes de recherche de cas.

La section 3 est consacrée à la conduite du processus de management des risques dans le cadre instrumenté de BiPRiM. Nous considérons les mécanismes décisionnels aux différentes phases du PMR et la gestion des connaissances afférentes à partir des modèles de représentation que nous avons proposés.

Dans la section 4, nous développons les différents aspects décisionnels relatifs à l'élaboration de l'offre du soumissionnaire. Là encore, nous portons un intérêt particulier à la gestion de la connaissance engagée dans ce processus.

Nous abordons enfin dans la section cinq une discussion sur la méthodologie BiPRiM. Nous considérons les aspects essentiels de performance et d'opérationnalisation de celle-ci.

## IV.1 ARCHITECTURE SUPPORT DE LA METHODOLOGIE BiPRiM

Tous les éléments introduits dans les chapitres précédents avaient la même finalité d'aider à la représentation et à la gestion des connaissances devant être engagées pour conduire un « PRAO gagnant », au sens du respect des exigences du CdC tout en satisfaisant les différents objectifs du soumissionnaire.

Nous proposons ici d'associer ces éléments et d'établir la démarche complète de traitement d'un PRAO. La méthodologie BiPRiM est cette systématisation de la démarche, indépendamment de l'objet du PRAO lui-même. Il s'agit bien, selon nous, d'une méthodologie puisque nous proposons des modèles conceptuels, notamment aux niveaux de l'expérience et du risque, des outils et des règles de représentation et une démarche sur les principes de mise en œuvre pratique que nous allons présenter dans le chapitre.

Dans cette première section, nous allons décrire l'architecture générale support de BiPRiM qui intègre les différents éléments que nous avons développés et dont nous allons présenter l'organisation.

### IV.1.1 Connaissance engagée

Dans notre approche, le système de retour d'expérience REx est l'élément principal du management des connaissances engagées dans la conduite du PRAO et pour la gestion des risques associés. Ces connaissances que nous avons rappelées dans l'introduction du chapitre appartiennent aux trois domaines de l'objet du PRAO ( $K_{\text{métier}}$ ), du management des risques ( $K_{\text{risque}}$ ) et du processus PRAO ( $K_{\text{PRAO}}$ ). Elles sont globalement organisées comme indiqué sur le schéma de la Figure IV-1 où nous montrons la double dépendance au PMR et au REx. L'« expérience » PRAO comporte, en effet, une part de connaissances *explicites* (méthodes de travail engagées aux différentes phases), des informations formelles relatives à la construction de la réponse attendue (sur l'objet du PRAO) et des informations subjectives représentant le ressenti des acteurs. La finalité même du REx est d'exploiter cette expérience formalisée pour élaborer la connaissance future utile [Rakoto, 2004].

Le point de départ étant la connaissance sur l'objet du PRAO ( $K_{\text{métier}}$ ), il est important de bien exploiter cette connaissance afin de pouvoir récupérer les informations pertinentes pour engager la deuxième forme de connaissance sur le management de risques ( $K_{\text{risque}}$ ). De la même manière, à partir de connaissance risque, le prestataire devra être en mesure d'extraire la connaissance utile pour établir l'offre commerciale ( $K_{\text{PRAO}}$ ). Notons que, pour chacune des connaissances, il existe un lien vers le REx. L'utilisation de ces connaissances n'est possible que si le processus REx est bien défini.

Nous avons déjà présenté le mécanisme général d'acquisition des données et des informations pertinentes dans le chapitre III ; nous expliciterons ici ceux d'exploitation permettant d'utiliser les connaissances acquises dans les expériences antérieures pour la conduite du nouveau PRAO.

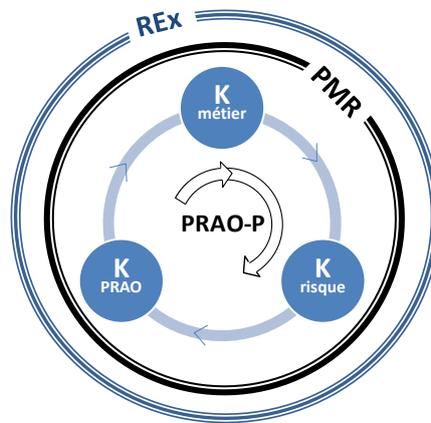


Figure IV-1. Le REx comme moyen de management des connaissances

Associations aux entités constitutives du schéma de la Figure IV-1 les différents éléments d'appui que nous avons établis dans les chapitres précédents.

Pour le PRAO, l'élément permettant de dégager la connaissance sur l'objet à développer est le cycle PRAO-P que nous avons présenté dans le chapitre I. Ce cycle considère tant les phases amont de planification et de proposition de l'offre que celles de conception et de développement du produit.

Pour le PMR, les éléments permettant d'engager la connaissance sur le risque sont, bien sûr, le workflow PMR que nous avons également présenté dans le chapitre I mais, surtout, le modèle CEMDEx et la cartographie des risques que nous avons développés dans le chapitre II.

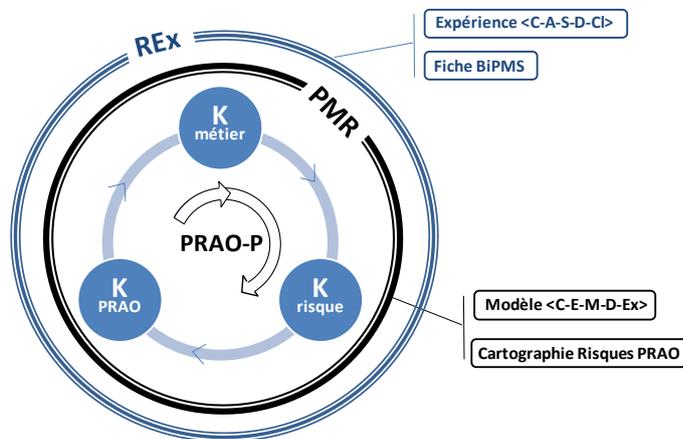


Figure IV-2. Les éléments d'appui

Le REx étant le processus fédérateur pour la manipulation des trois connaissances considérées, s'appuie sur l'expérience telle que nous l'avons définie sur ses cinq composantes (<C>, <A>, <S>, <D>, <Cl>) et sur la fiche BiPMS qui est le support même de l'expérience.

## IV.1.2 Alignement des modèles et des processus

Dans l'architecture BiPRiM, nous visons à lier les modèles et processus que nous avons définis et, ce, dans l'objectif de conduire un PRAO robuste.

L'alignement est l'activité qui consiste à construire, rétablir et faire évoluer l'alignement entre plusieurs entités afin d'assurer leur cohérence. Dans la plupart des cas, la relation d'alignement concerne deux entités [Etien, 2006], souvent le métier et le système d'information. Cependant, certaines approches, en particulier les approches d'ingénierie d'entreprise, étudient l'alignement entre plus de deux entités [Wieringa et al., 2003].

Dans notre cas, nous proposons d'aligner le PRAO (étendu au cycle de développement), le retour d'expérience (formalisé par la fiche BiPMS) et la démarche de gestion des risques dans le PRAO. Six macro-activités sont établies à cet effet (Figure IV-3). Elles constitueront la trame directrice de la démarche BiPRiM.

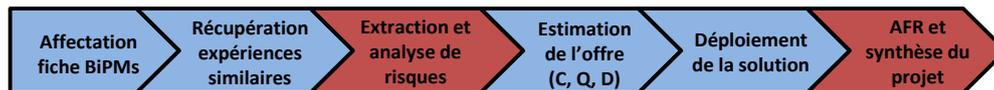


Figure IV-3. Trame directrice de la méthodologie BiPRiM

La première activité consiste à l'affectation d'une fiche BiPMS au nouveau cas PRAO à traiter. Lors de la réception de l'AO, la première tâche à faire est de renseigner l'identité et le contexte de celui-ci afin de pouvoir exploiter ultérieurement cette nouvelle expérience.

La seconde activité a pour objectif de récupérer les expériences similaires à l'expérience en cours afin de réutiliser les informations utiles qu'elles comportent. Plusieurs niveaux d'exploitation successifs sont possibles : d'abord, une aide à l'étude de faisabilité et à la prise de décision « go / no go », ensuite, si la décision est de poursuivre, une aide à l'élaboration de la réponse technique.

La troisième activité est l'extraction et l'analyse des risques. Cette activité consiste à identifier (et récupérer) les informations relatives aux risques considérés dans les expériences antérieures similaires ainsi qu'aux événements indésirables survenus durant celles-ci afin de les considérer dans l'analyse des risques en cours. Les risques ainsi récupérés sont analysés et ceux qui, selon l'analyste, présentent un intérêt pour l'expérience en cours sont pris en compte. Les informations associées sont organisées suivant le formalisme du modèle CEMDEx. Pour chaque risque retenu dans l'expérience en cours, chacune des composantes qui le décrivent doit être adaptée au cas courant.

La quatrième activité consiste à l'estimation de l'offre commerciale. A partir des résultats de l'étude technique et de l'analyse des risques, le soumissionnaire rédige l'offre (en termes de coût, qualité et délai) qui sera soumise au client. L'appui des résultats des expériences passées peut être utile à ce niveau. L'analyse de l'offre par le client conduira, après d'éventuelles négociations, à la décision d'acceptation ou de refus par ce dernier.

La cinquième activité est le déploiement de la solution qui a été acceptée par le client. Ici, le prestataire développe l'objet de l'AO en fonction de l'offre développée auparavant et en appliquant la politique de gestion des risques prédéfinie.

La consultation de résultats d'expériences passées peut, là encore, être utile.

La dernière activité est l'analyse finale des risques (AFR) et la synthèse du projet. Cette activité consiste à évaluer au final l'efficacité de la gestion des risques mise en place et à clore le projet. Le prestataire fait une analyse finale des risques (apparition des événements prévus et non prévus, efficacité des barrières mises en place, pertinence des éléments CEMDEx,...). Il fait aussi une analyse finale du projet par rapport au scénario suivi (projet réalisé, non retenu, no go). Des suggestions d'améliorations sont proposées et une généralisation des connaissances acquises durant le projet est également faite.

Nous présentons sur le schéma de la Figure IV-4 le positionnement que nous affectons aux différents éléments de manière à assurer cet alignement.

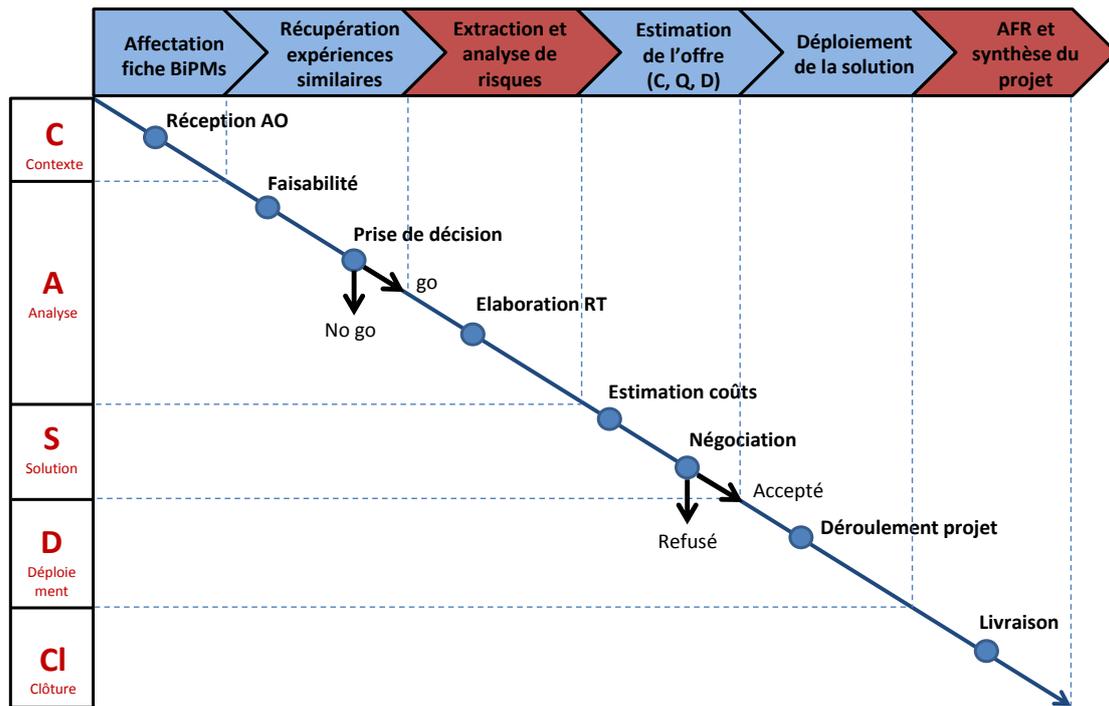


Figure IV-4. Couplage fiche REx, PRAO, trame directrice

Sur l'axe horizontal est représentée la ligne directrice de BiPRiM dans laquelle les deux phases représentées en rouge sont liées au PMR : « extraction et analyse des risques », « analyse finale des risques (AFR) et synthèse du projet ». Rappelons que le modèle CEMDEX qui permet de consigner les informations importantes pour identifier, évaluer, traiter et suivre le risque est utilisé en support de ces phases.

L'axe vertical correspond à la fiche BiPMS, organisée suivant les cinq phases de l'expérience PRAO-P telle que décrite dans la section 4 du chapitre III.

L'axe diagonal correspond aux phases constitutives du workflow PRAO-P (cf. chapitre I, section I.1.3).

En partant du workflow PRAO-P, nous expliquons ci-après les correspondances respectives avec la fiche BiPMS et la trame directrice de BiPRiM.

Lors de la *réception d'un AO*, l'affectation d'une fiche BiPMS est nécessaire afin de consigner toutes les informations concernant la nouvelle expérience. Ces informations proviennent principalement du CdC et du cadre d'accueil de l'AO de l'entreprise soumissionnaire. Cette phase correspond au volet « contexte » de la fiche BiPMS.

Signalons que pour documenter cette fiche BiPMS pour un nouveau PRAO, le prestataire aborde la saisie avec son savoir-faire, les informations courantes du projet mais aussi, déjà, l'expérience acquise dans les PRAO(s) passés. La consultation de la base REx est donc faite régulièrement afin de chercher des éléments pouvant aider le bon déroulement de l'expérience courante.

Une étude de *faisabilité* est ensuite conduite afin d'établir si, avec ses moyens financiers, humains et techniques, l'entreprise est capable ou non de répondre. Cette phase initialise le volet « analyse » de la fiche BiPMS.

Une *prise de décision* est liée à cette étude (« go/no go »). Cette décision est prise à partir de l'aptitude à satisfaire la demande client mais aussi à partir de la stratégie du prestataire. Une récupération des expériences similaires est donc faite afin d'assister ces deux étapes.

Si la décision est de poursuivre le processus (« go »), la phase suivante est celle d'*élaboration de la réponse technique* qui consiste à définir la proposition à soumettre au client. Ici, une nouvelle

consultation de la base REx est lancée afin d'extraire, analyser et adapter les risques susceptibles d'apparaître lors des processus qui suivent. Cette étape clôt le volet « analyse » de la fiche BiPMS.

Lors de l'étape d'*estimation des coûts*, la calibration de l'offre en termes de coût, qualité et délais, est faite. Cette étape tient compte de la réponse technique envisagée et des risques considérés dans les phases précédentes. La *négociation* termine le PRAO qui est suivi de la décision du client (« accepté/refusé »). Ces deux étapes correspondent au volet « solution » de la fiche BiPMS et à l'activité « estimation de l'offre » de la trame directrice de BiPRiM.

Si le client accepte l'offre, le *déroulement du projet* commence et la solution proposée en phase de PRAO est déployée. Cette étape correspond aux volets « déploiement » de la fiche BiPMS et de la trame BiPRiM.

Enfin, lors de la finition et *livraison* du produit, une analyse finale des risques est menée afin de constater l'efficacité des actions de gestion risques et de faire le bilan du projet. Cette étape correspond à la « clôture » de la fiche BiPMS et à l'activité « AFR et synthèse du projet » de la trame directrice de BiPRiM.

### IV.1.3 Méthodologie BiPRiM

La méthodologie BiPRiM (Bidding Process Risk Management) est issue de la conjonction des modèles et processus développés dans les chapitres précédents (PRAO-P, CEMDEX et REx). Cette méthodologie donne la ligne de conduite d'un PRAO en prenant en compte les risques potentiels de ce processus et du projet qui en découle.

Sur le schéma de la Figure IV-5, nous présentons cette méthodologie qui a pour axe principal la fiche BiPMS et qui comporte deux parties associées. La partie A, à gauche du schéma, consiste en la description de l'ingénierie risque à mener par exploitation de la base REx. La partie de droite B, que nous venons de présenter dans le paragraphe précédent, montre le déroulement du PRAO-P et des six macro-activités de la démarche de BiPRiM.

Signalons immédiatement que les mécanismes d'exploitation de la base REx sont exploités récursivement dans chacune des phases du PRAO-P. En effet, comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe précédent, lors du renseignement d'une fiche BiPMS pour un nouveau cas, plusieurs consultations de la base REx sont effectuées pour extraire des informations pouvant aider le déroulement du processus courant. Ces consultations peuvent viser, par exemple, la récupération des informations utiles pour mener l'étude de faisabilité, construire la réponse technique, prendre des décisions quant à la poursuite de l'AO,...

Cependant, tel que présenté sur le schéma de la Figure IV-5A, dans notre méthodologie nous nous focalisons sur l'exploitation de la base REx pour assister la gestion des risques.

Nous ne détaillons pas ici l'ingénierie risque faisant partie de la méthodologie BiPRiM (partie A) car nous souhaitons d'abord présenter les mécanismes d'appui pour l'exploitation d'une base d'expériences, ce qui facilitera la démonstration plus tard, dans la section IV.3, des phases impliquées dans cette ingénierie risque.

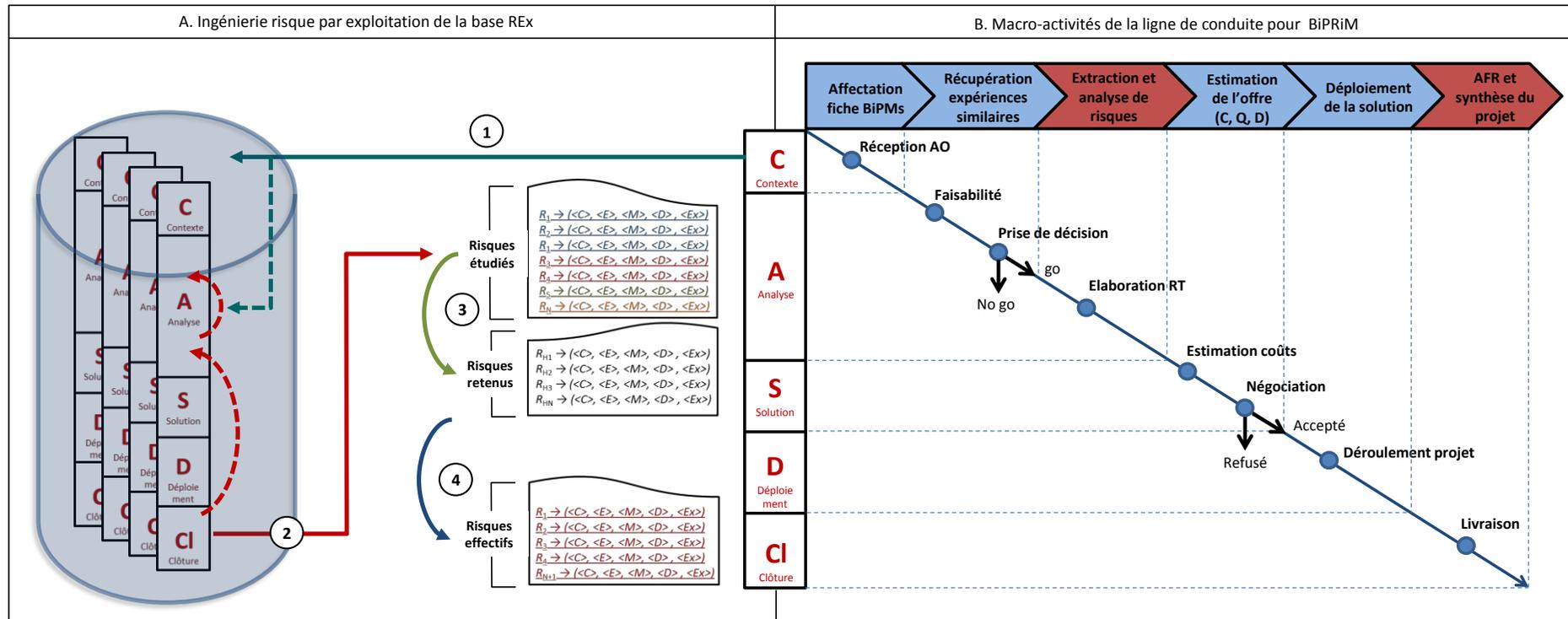


Figure IV-5. Méthodologie BiPRiM

## IV.2 LES MECANISMES D'APPUI

L'exploitation des fiches BiPMS suppose des mécanismes spécifiques permettant de rechercher et d'adapter des expériences passées pertinentes par rapport à un nouveau contexte que l'on souhaite assister. Ces mécanismes sont de différents types mais ils restent assez communs. Certains sont directement issus de requêtes classiques sur des bases de données, d'autres sont repris du domaine du RàPC présenté ci-après.

Notre travail consiste à choisir les techniques adaptées aux particularités des descripteurs de l'expérience pour les intégrer ensuite de façon cohérente à l'architecture. Une attention particulière est portée à l'ergonomie des interfaces graphiques associées. Nous précisons que la mise en œuvre pratique de ces mécanismes et interfaces de recherche n'entre pas dans le périmètre du travail effectué dans la thèse. Nous avons établi une spécification détaillée des techniques à utiliser et des interfaces graphiques associées ; le déploiement est prévu dans le cadre d'un partenariat industriel.

### IV.2.1 Raisonnement à Partir de Cas

Le Raisonnement à Partir de Cas (RàPC) ou *Case Based Reasoning* (CBR) est une méthode parente du retour d'expérience qui a pour objectif la résolution de problèmes en s'appuyant sur une analyse de situations similaires passées et sur la réutilisation des informations et des connaissances disponibles sur ces situations afin de résoudre un problème courant par adaptation des solutions passées retrouvées. La méthode est basée sur l'hypothèse que, lorsque les problèmes sont semblables, les solutions sont similaires ; elle s'inscrit dans le cadre du raisonnement par analogie.

Les premiers développements sur le RàPC ont été conduits par Minsky dans ses travaux sur les *frames* [Minsky, 1975] puis par Schank avec ses travaux sur la mémoire sémantique et le concept de scripts pour expliquer des situations particulières [Schank, 1982].

Plus tard, J. Kolodner a diffusé la méthode dans son ouvrage *Case-Based Learning* [Kolodner, 1993]. Le processus du RàPC a été formalisé par Aamodt et Plaza [Aamodt et Plaza, 1994]. Il comporte quatre phases : la recherche, l'adaptation, la révision et l'apprentissage.

Le processus du RàPC peut être synthétisé de la façon suivante. Les cas les plus proches du problème courant sont recherchés à partir d'une mémoire de cas. Ensuite, il faut réutiliser le(s) cas trouvé(s) en effectuant une adaptation pour résoudre le problème courant et, enfin, réorganiser la mémoire pour y intégrer le nouveau cas. La base de cas contient l'ensemble des cas passés utiles.

Le lecteur intéressé pourra trouver des descriptions détaillées de ce paradigme de résolution de problème par la réutilisation de cas dans [Kolodner, 1993] [Aamodt et Plaza, 1994] ainsi que des exemples d'applications récentes dans les ouvrages [Renaud et al., 2007a] [Renaud et al., 2007b].

Le RàPC traduit la même logique et le même type d'inférence que le REX pour la réutilisation, lorsque cela est possible, des cas passés pour traiter une nouvelle situation. Le RàPC est utilisé lorsque les phénomènes modélisés ne sont pas bien connus, ce qui est une caractéristique commune avec le REX. C'est une technique d'apprentissage par analogie de cas alors que le REX est une démarche plus générale qui s'inscrit dans la gestion des connaissances. D'ailleurs, Bergmann décrit le RàPC comme une technique qui permet une mise en œuvre des méthodes de management de l'expérience [Bergmann, 2002]. En outre, l'expérience est une entité dite cognitive, *i.e.* une représentation complexe (incluant des connaissances expertes explicites) alors que le cas du RàPC est généralement une entité plus simple, principalement descriptive.

Dans [Clermont et al., 2007], les auteurs considèrent le REX comme une extension du RàPC aux systèmes sociotechniques. Ils le définissent comme un véritable processus *métier* qui implique des acteurs, des outils, de l'information et des processus. En outre, l'intégration explicite de l'analyse experte dans l'expérience constitue une particularité importante du REX. Le retour d'expérience possède donc des dimensions qui lui sont propres. Toutefois, les techniques utilisées, en particulier en RàPC, constituent un point de départ intéressant pour développer des approches utiles pour les raisonnements associés au REX.

Au vu de ces éléments, nous pouvons considérer le cycle du RàPC comme le processus sous-jacent d'exploitation associé à la méthodologie BiPRiM. En effet, il y a une correspondance avec les différentes phases.

La phase de **recherche** est fondamentale car c'est le point de départ de toute exploitation des expériences passées. Nous proposons des techniques de recherche classique associées à des interfaces adaptées mais, aussi, des recherches par similarité utilisées en RàPC et adaptées à la nature des descripteurs. Ces mécanismes de recherche sont développés dans les sections suivantes.

La phase d'**adaptation** est également essentielle car elle est appliquée aux trois connaissances engagées dans la méthodologie BiPRiM : celle engagée dans le déroulement du PRAO ( $K_{\text{métier}}$ ), celle impliquée dans le management des risques ( $K_{\text{risque}}$ ) et celle impliquée dans l'établissement de l'offre commerciale ( $K_{\text{PRAO}}$ ). En effet, après avoir retrouvé des expériences similaires, l'expert pourra extraire des risques susceptibles de survenir dans le nouveau cas, les adapter au nouveau contexte pour pouvoir les prendre en compte dans l'établissement de sa réponse.

L'étape d'adaptation des risques est centrale dans la méthodologie BiPRiM et sera détaillée dans la section IV.3. De même, l'expert pourra s'appuyer sur d'anciennes élaborations de réponse à AO pour proposer sa nouvelle offre. Ici aussi, cette phase peut être vue comme une étape d'adaptation ; nous la développerons dans la section IV.4. A la différence de la phase de recherche, nous verrons que les différentes adaptations reposent fortement sur l'expertise des acteurs et, en conséquence, que le degré d'automatisation de ces traitements sera faible (dimension cognitive du retour d'expérience).

Les phases de **révision** et d'**apprentissage** sont également importantes dans les systèmes REX. Elles peuvent être assimilées aux différents traitements permettant de tester l'adaptation réalisée et de corriger d'éventuelles erreurs. L'adaptation des risques étant largement conduite par les experts, elle inclut de fait une révision implicite lors de la clôture de l'expérience puisque chaque risque prévu et analysé a donné lieu à une décision quant à son traitement ; cette décision est révisée en répondant aux questions relatives à la pertinence de la prise en compte du risque, à la justesse d'évaluation ainsi qu'à l'efficacité des traitements retenues (efficacité des barrières éventuelles).

Le maintien d'une organisation cohérente des bases d'expériences et de connaissances associées n'a pas été abordé dans nos travaux et constitue une perspective de travail importante qui doit permettre de répondre aux interrogations suivantes : comment synthétiser des informations redondantes, comment s'assurer de la validité des expériences et des risques passés, comment extraire et stocker des connaissances des expériences passées,...

Le *Raisonnement à Partir de Trace* (RàPT) est une extension du RàPC introduite assez récemment qui consiste en l'exploitation de traces en lieu et place de cas comme source de connaissance [Mille, 2006]. Cette méthode est davantage adaptée aux situations dynamiques où l'interaction entre un système et un utilisateur est importante [Cordier et al., 2009]. Les traces sont définies comme un ensemble d'observations situées temporellement. Elles sont généralement associées à un modèle formel (M-Trace) pour pouvoir être exploitées et contiennent un ensemble d'observations et de relations entre ces observations modélisées par des vues numériques [Cordier et al., 2013]. L'exploitation des traces soulève des problématiques encore assez peu

explorées aujourd'hui ; de nouvelles méthodes doivent être développées pour exploiter la nature séquentielle et temporelle des traces.

Le RàPT apparaît comme une méthode prometteuse pour instancier la méthodologie BiPRIM ; l'approche a été d'ailleurs déjà appliquée dans des domaines voisins avec, par exemple, des travaux sur la représentation d'expérience associée à la gestion des accidents de la route [Matta et al., 2012].

Une perspective serait de modéliser par les traces formelles les différents raisonnements experts. Ces développements étant relativement récents, nous avons considéré à notre niveau une application classique de la méthode du RàPC en modélisant l'expertise, une forme de trace, par la saisie textuelle. Rappelons néanmoins que les descripteurs permettent de capturer la dimension temporelle de la trace saisie ainsi que l'acteur qui en est à l'origine. Dans une certaine mesure, notre approche pourrait être qualifiée de RàPT où l'adaptation serait réalisée à partir de l'appropriation et l'interprétation des traces passées par les experts. Une perspective très intéressante sera justement d'envisager la modélisation des expertises consignées dans la fiche BiPMS par l'intermédiaire de traces formelles.

Nous détaillons dans le paragraphe suivant les moteurs de recherche spécifiés pour implémenter la phase de recherche du RàPC. Les phases d'adaptation seront développées dans les sections relatives à la conduite des différentes ingénieries (cf. sections IV.3 et IV.4).

## IV.2.2 Les moteurs de recherche

Dans cette section, nous présentons deux approches permettant d'effectuer des recherches d'informations dans la base d'expériences. Nous considérons les techniques classiques de recherche d'information qui répondent déjà à une grande partie des besoins mais aussi des techniques de similarité qui permettent des recherches plus fines, basées sur la notion de distance entre valeurs au lieu de relations de comparaison (égalité, inégalité,...), issues précisément du domaine du RàPC et applicables à la nature des descripteurs développés.

### IV.2.2.1 Recherche libre

La recherche libre est une recherche classique d'information dans une base de données interfacée de façon ergonomique. Nous présentons ci-après non pas les interfaces mais les différentes possibilités qu'offrent les mécanismes de requête en base de données.

#### Recherche sur valeurs de descripteurs

Le premier type de recherche que l'on souhaite pouvoir effectuer est la recherche d'expériences à partir des valeurs particulières de descripteurs ou de risques.

On peut vouloir rechercher, par exemple :

- les expériences dont le client est "client i",
- les expériences dont le marché est public et le budget alloué supérieur à un certain montant,
- les risques dont les événements redoutés associés se sont produits,
- les risques dont la gravité associée est supérieure à 0,8.
- les risques dont le coût de traitement est supérieur à 10% du budget du projet,
- les risques dont le coût final du projet a dépassé de 30% celui initialement prévu.

Ce type de recherche est possible par l'intermédiaire du langage de requête des Bases de Données Relationnelles, le langage SQL (Standard Query Language). Ce langage permet de faire de multiples recherches d'information dans la base de données utilisée pour l'implantation du prototype (MySQL) où sont stockées les expériences. Des interfaces graphiques adaptées

permettront d'exécuter des types de requêtes prédéfinies et paramétrables sans avoir à connaître la structure de la base donnée interne ainsi que le langage.

Les requêtes génériques paramétrables proposées permettent les recherches d'expériences ou de risques qui respectent des conjonctions (ET) ou disjonctions (OU) de conditions, respectivement sur des valeurs de descripteurs ou sur des valeurs descriptives du risque (modèle CEMDEx). Une recherche d'expérience (ou de risques) fournit une liste d'expériences (ou de risques) qui vérifient ces conditions.

Les types de conditions logiques possibles sur les valeurs de descripteurs ou les valeurs consignées dans le modèle CEMDEx sont :

- la relation d'égalité (=) applicable entre valeurs textuelles, symboliques et numériques,
- les relations d'inégalités (<, ≤, >, ≥) applicables entre valeurs numériques.

Pour les descripteurs de type collection de valeurs, ces deux types de conditions logiques sont possibles mais la recherche consiste à trouver les expériences dont au moins un des descripteurs de la collection vérifie la condition logique.

Pour les descripteurs de type zone de texte (et non un simple mot libre), la recherche d'égalité consiste à retrouver toutes les expériences (ou risques) dont le mot recherché appartient à la zone de texte. Néanmoins, une stratégie classique, plus appropriée pour les zones de texte, est le « sac de mots » qui sera présenté plus loin (cf. section IV.2.2.2).

Enfin, il est possible pour une recherche particulière de combiner plusieurs de ces conditions à l'aide des opérateurs logiques ET et OU afin de trouver des expériences ou des risques qui respectent plusieurs conditions. Le résultat des requêtes est une liste d'expériences ou de risques donnée dans un tableau. Il est ainsi possible d'accéder à la description détaillée de chacune des expériences ou des risques. De plus, il doit être possible d'accéder directement, de façon interactive, à l'expérience qui est associée à un risque donné car les informations qu'elle contient peuvent être très utiles à la compréhension de celui-ci.

L'interface de recherche peut être simplement l'interface de saisie de l'expérience augmentée, au niveau de chaque champ, d'un opérateur de comparaison. Il semble cependant plus ergonomique de fournir une interface mieux adaptée permettant de construire la requête progressivement. Il peut s'agir aussi d'un formulaire où l'on choisit d'abord l'élément d'intérêt (expérience ou risque) auquel on rajoute ensuite différentes conditions en précisant si ces conditions sont disjonctives ou conjonctives.

La difficulté ici n'est pas la requête informatique sous-jacente (langage SQL) mais l'interfaçage ergonomique qui, d'une certaine manière, bride les fonctionnalités. A terme, l'interface devra permettre d'intégrer des requêtes de plus en plus complexes comme, par exemple, trouver les risques dont le coût effectif est supérieur au coût moyen des risques de même type.

Pour réaliser ces outils, il faut connaître les requêtes types du gestionnaire du PRAO ou des risques. Cette partie n'a pas été développée car elle nécessite des retours utilisateur conséquents ; cependant, elle ne pose pas de difficulté particulière.

### **Recherche libre globale**

Dans certains, cas, il peut être utile de faire une recherche globale de valeur sur l'ensemble des descripteurs et non un seul. Par exemple, il peut être intéressant de récupérer les expériences qui contiennent le mot "client 1". Cette recherche consiste à l'itération de tous les descripteurs, de leurs valeurs et de celles des commentaires associés pour vérifier la présence ou non de la valeur recherchée. Chaque fois que le terme apparaît, l'expérience est récupérée. Les résultats peuvent éventuellement être hiérarchisés par ordre de fréquence d'apparition du mot recherché. Là encore, il faut disposer d'une interface adaptée, assez simple ici puisque la saisie qui initie la recherche consiste en un simple champ texte.

### IV.2.2.2 Recherche par similarité

Les techniques classiques de recherche d'information basées sur la comparaison de valeurs sont pratiques mais elles sont relativement limitées. Souvent, il est intéressant de trouver non des valeurs données mais des valeurs ressemblantes ou analogues. Pour cela, nous proposons d'utiliser des recherches par similarité afin de trouver des expériences ayant un contexte (ou une partie de contexte) similaire au contexte courant. Cette recherche ne se limite d'ailleurs pas aux éléments du contexte bien que cela soit le cas le plus courant ; elle peut porter sur d'autres composantes de la fiche BiPMS.

La notion de similarité joue un rôle important dans plusieurs champs de recherche tels que la classification, l'apprentissage automatique, la fouille de données, la recherche d'information,... C'est une étape à part entière du cycle du RàPC [Kolodner, 1993] qui sert à apparier un cas cible et un cas source en vue de l'adaptation du cas source.

Nous présentons ci-après quelques principes généraux en rapport avec ces mesures pour retenir ensuite ceux pouvant être appliqués aux descripteurs définis dans le chapitre III.

#### Principes généraux

De façon générale, la similarité est une mesure de proximité entre deux éléments, non obligatoirement liée à une mesure de distance. Il est cependant usuel de la définir comme tel [Bisson, 1995]. Selon Bergmann, distance et similarité sont des fonctions duales qui permettent d'exprimer la mesure de proximité entre les éléments d'information [Bergmann, 2002].

Une fonction de similarité est une fonction  $f: \Omega \times \Omega \rightarrow [0,1]$  ( $\Omega$  étant l'espace des valeurs possibles). Des valeurs proches auront une similarité proche de 1, et une distance proche de 0. À l'inverse, des valeurs très éloignées auront une similarité proche de 0 et une distance proche de 1.

Nous notons *sim* la fonction de similarité et *d* la distance.

Si  $d(c, c1) < d(c, c2)$  (ou si  $sim(c, c1) > sim(c, c2)$ ), alors le cas « c1 » est préféré au cas « c2 » si l'on veut réutiliser la solution associée pour résoudre le cas « c ».

#### Les formalismes de représentation de cas

En RàPC, les formalismes de représentation de cas peuvent être regroupés en trois familles : l'approche vectorielle, l'approche structurée et l'approche textuelle [Cunningham, 2008].

##### Approche vectorielle

C'est la forme la plus courante et la plus simple des représentations de cas. Un cas est défini par un ensemble d'attributs caractérisés par un type particulier auquel sont associées des valeurs. Il est représenté par un vecteur de dimension  $n$ ,  $n$  désignant le nombre d'attributs [Bergmann, 2002]. Ainsi, deux cas à comparer  $\bar{x}$  et  $\bar{y}$  qui contiennent des attributs de type prédéfini sont notés sous forme vectorielle :

$$\bar{x} = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n) \text{ et } \bar{y} = (y_1, \dots, y_i, \dots, y_n) \text{ avec } \bar{x}, \bar{y} \in \Omega \text{ et } x_i, y_i \in \Omega^i$$

$\Omega$  désignant le domaine des cas et  $\Omega^i$  le domaine de l'attribut de rang  $i$ .

##### Approche structurée

Pour les cas présentant une certaine complexité, plusieurs formalismes structurés existent, organisés en trois catégories [Cunningham, 2008] :

- la représentation hiérarchique, la plus classique des représentations structurées. Alors que dans l'approche vectorielle, les valeurs du cas sont simples, dans l'approche hiérarchique un cas contient à la fois des valeurs simples et des compositions de valeurs,

- la représentation réseau (typiquement un réseau sémantique). Alors que la représentation hiérarchique possède un seul type de lien (le lien de composition « partie de »), la représentation réseau permet de distinguer plusieurs types de liens avec différentes sémantiques associées (par exemple, le lien « est un »),
- la représentation flux qui permet notamment de représenter des plans ou des processus. Cette représentation partage plusieurs caractéristiques avec les représentations hiérarchiques et réseaux auxquelles est ajoutée la dimension temporelle.

Une autre façon de structurer un cas consiste à utiliser des valeurs d'attributs définies de façon structurée selon un vocabulaire organisé en taxonomie. Combinée à une approche réseau, elle correspond à la représentation « orientée objet » [Bergmann et Stahl, 1998].

#### Approche textuelle

Un cas est fréquemment capitalisé sous forme de texte libre. Si la saisie est simple, l'évaluation de la similarité est plus délicate. L'approche la plus utilisée est la technique du « sac de mots » utilisée en recherche d'information. Cette technique consiste d'abord à retirer de la zone de texte les mots de liaison (le, sur, est, sont,...) puis à construire une représentation vectorielle dans laquelle chaque composante correspond à un mot du dictionnaire (ensemble des mots restants) et contient la fréquence de ce mot dans le texte étudié. Des techniques directes de similarité peuvent ensuite être employées.

Notons qu'il existe des techniques de similarité, basées sur les transformations de texte et des mesures théoriques d'information, applicables à la représentation textuelle complète, contrairement à la stratégie des « sacs de mots » dont la phase de vectorisation peut conduire à une perte d'information.

#### **Méthodes usuelles de similarité**

Il existe différentes mesures de similarité qui dépendent du formalisme de modélisation du cas. Dans [Cunningham, 2008], l'auteur distingue notamment les mesures directes, celles basées sur les transformations et celles issues de la théorie de l'information. Ces approches présentent certains points d'intérêt pour notre travail.

#### Méthodes directes de similarité

Ces mesures représentent les stratégies dominantes en RàPC car elles ont l'avantage d'être efficaces (faible complexité au sens informatique) et d'être applicables dans presque toutes les situations. Elles sont généralement associées à la représentation vectorielle. L'évaluation de la similarité consiste à faire une classification par la méthode des k plus proches voisins. La mesure de similarité est souvent assimilée à la notion de distance pour des raisons d'optimisation des performances. Les métriques de base souvent utilisées sont la distance euclidienne ou la distance de Manhattan ; la distance de Minkowski est une généralisation de ces distances.

La distance n'est applicable que pour des valeurs numériques. Pour des valeurs symboliques, il est d'usage de définir une matrice de similarité qui expose les similarités possibles entre symboles. Par contre, si des valeurs d'attribut sont choisies à partir d'une taxonomie, il est préférable d'utiliser une mesure de similarité adaptée qui tient compte de la structure de cette taxonomie et donne un résultat tenant compte de l'éloignement entre les concepts comparés. Une mesure classique est donnée dans [Wu et Palmer, 1994].

#### Mesures basées sur les transformations

Une alternative au calcul de similarité par l'intermédiaire de la représentation vectorielle est de considérer la similarité entre « objets » comme la mesure de l'effort nécessaire pour transformer un objet en un autre. L'une des plus connues et simples est la distance de Levenshtein dont le principe consiste à compter le nombre d'insertions, de suppressions et de substitutions nécessaires pour transformer une chaîne de caractère en une autre chaîne [Levenshtein, 1966]. De complexité raisonnable, cette mesure présente l'avantage de pouvoir être couplée à une

connaissance spécifique sur les données étudiées pour produire des mesures de similarité basées sur des connaissances [Cunningham, 2008]. Il existe d'autres mesures de similarité basées sur les transformations applicables, par exemple, aux images et pour des représentations de cas sous formes de réseaux ou de graphes. Le lecteur intéressé trouvera davantage d'information dans [Cunningham, 2008].

#### Mesures issues de la théorie de l'information

La théorie de l'information offre une variété de techniques pour évaluer la similarité entre deux objets dont les plus représentatives sont les mesures de similarité basées sur la compression. Ces mesures ont l'avantage d'être applicables à des descriptions brutes de cas sans avoir recours à l'étape de vectorisation (méthode des sacs de mots) qui conduit souvent à une perte d'information. L'une d'elles se distingue par une idée simple [Li et al., 2004] : si deux documents sont très similaires, la taille des deux documents compressés concaténés ne devrait pas être beaucoup plus grande que la taille d'un document compressé.

D'autres techniques de similarité par compression existent, en particulier pour évaluer la similarité entre concepts dans les taxonomies. Par exemple, dans le cas d'héritage simple, la mesure de similarité est la mesure de la fréquence d'occurrence dans la base de cas du premier nœud parent commun. Le lecteur intéressé par ces techniques trouvera une information détaillée dans [Resnik, 1995] [Bolshakova et al., 2006].

### IV.2.3 Sélection des mesures de similarité

Comme nous l'avons montré dans le chapitre 3, les descripteurs de l'expérience ont comme base de modélisation la représentation vectorielle hiérarchique. Dans cette représentation, les valeurs de descripteurs simples peuvent être du texte libre (descripteur textuel), des listes de symboles issues éventuellement de taxonomie (descripteur symbolique) et des descriptions numériques (descripteur numérique).

Par ailleurs, les descripteurs ont pour particularité :

- de disposer d'un ensemble de méta-informations associées (captées de façon masquée, sur l'identité de l'analyste qui saisit l'information, l'heure de saisie)...
- de permettre de déclarer « non connues » certaines valeurs (l'analyste ne sait pas affecter une valeur (incertitude épistémique)),
- de permettre de « désactiver » certains descripteurs du modèle (ce qui revient à modifier le modèle de l'expérience).

Les choix relatifs aux mesures de similarité devront donc intégrer toutes ces caractéristiques. Nous présentons ces mesures ci-après en considérant d'abord les mesures de similarité locale et de similarité globale utilisées dans les cas de composition d'information ; elles formeront les mesures de base pour notre représentation de l'expérience. Nous présentons ensuite les mesures de similarité retenues pour chaque type de descripteur simple puis nous proposons des pistes relatives à l'intégration des éléments particuliers (incertitude épistémique, désactivation de valeurs...).

#### IV.2.3.1 Similarité globale et similarité locale

Dans une approche hiérarchique, il est d'usage de considérer les notions de similarité locale et de similarité globale. La similarité globale, relative aux cas dans leur intégralité, est vue comme l'agrégation de plusieurs similarités locales relatives à la comparaison d'éléments d'information simple deux à deux.

### Similarité locale

Une mesure de similarité locale est une mesure de similarité pour un élément d'information simple  $x_i$  défini par :  $sim_{x_i}: \Omega^i \times \Omega^i \rightarrow [0,1]$  où  $\Omega^i$  correspond à l'ensemble des valeurs possibles pour l'élément  $x_i$ .

Les mesures de similarité locale vont dépendre du type des descripteurs (numérique, symbolique, textuel) ; nous les précisons par la suite (cf. section IV.2.3.2).

### Similarité globale

Cette mesure, désignée  $sim_\phi$ , est défini par :  $sim_\phi(\bar{x}, \bar{y}) = \phi(sim_{\Omega^1}(x_1, y_1), \dots, sim_{\Omega^n}(x_n, y_n))$ . La fonction  $\phi: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$  est appelée fonction d'agrégation et doit vérifier les propriétés suivantes :

- $\phi(0, \dots, 0) = 0$ ,
- $\phi$  est monotone et croissante pour chaque terme.

$sim_{\Omega^i}$  est une similarité locale si  $x_i$  est un élément d'information simple et une similarité globale, définie par une fonction d'agrégation  $\phi'$  si  $x_i$  est un attribut relationnel (définition récursive). Autrement dit, pour les descripteurs de l'expérience, nous devons calculer une similarité locale pour les descripteurs simples et une similarité globale pour les descripteurs composites. La similarité du contexte est une similarité globale calculée de manière récursive à partir de tous les descripteurs du contexte.

Les fonctions de distance classiques telles que la distance de Minkowski sont habituellement utilisées. Ces fonctions d'agrégation sont définies comme l'association d'une fonction basique d'agrégation et d'un modèle de poids exprimé sous la forme d'un vecteur de poids  $\bar{W} = [w_1, \dots, w_n]$  avec :

$$0 \leq w_i \leq 1 \text{ et } \sum w_i = 1$$

Plusieurs fonctions d'agrégation possibles respectant ces propriétés existent. Certaines fonctions sont complexes ; nous n'allons retenir ici que les fonctions les plus classiques. Soulignons que celles-ci peuvent être combinées pour produire les mêmes résultats que des fonctions plus complexes.

Soit  $s_i$  la similarité locale pour l'attribut  $i$  d'un cas  $c$  décrit par le vecteur  $\bar{x}$  à comparer avec le cas  $c'$  décrit par le vecteur  $\bar{y}$ . La similarité globale est exprimée comme suit :

$$sim_\phi(\bar{x}, \bar{y}) = \phi(sim_{\Omega^1}(x_1, y_1), \dots, sim_{\Omega^n}(x_n, y_n)) = \phi(s_1, \dots, s_n)$$

où  $\phi$  est une fonction d'agrégation.

Les fonctions d'agrégation  $\phi$  les plus classiques sont formulées à partir des fonctions min, max, k-maximum, k-minimum, la fonction de Minkovski ainsi que la moyenne pondérée et le produit. Nous donnons certaines de ces fonctions :

$$\begin{aligned} \phi_{moyenne} &= \sum_{i=1}^n w_i \cdot s_i & \phi_{max} &= \max_{i=1}^n (w_i \cdot s_i) & \phi_{min} &= \min_{i=1}^n (w_i \cdot s_i) \\ \phi_{Minkovski} &= (\sum_{i=1}^n w_i \cdot s_i^p)^{\frac{1}{p}} & \phi_{produit} &= \prod_{i=1}^n w_i \cdot s_i \end{aligned}$$

La fonction  $\phi_{moyenne}$  est la fonction la plus courante où chacun des attributs contribue aux résultats de manière pondérée.

La fonction  $\phi_{Minkovski}$  est une généralisation de la moyenne pondérée dans laquelle plus la valeur  $p$  est grande, plus l'influence des attributs possédant des similarités locales élevées est importante. Si  $p=1$ , il s'agit de la moyenne pondérée ; si  $p=2$ , il s'agit d'un équivalent de la distance euclidienne et si le paramètre  $p$  tend vers  $\infty$ , alors le comportement tend vers la fonction maximum.

La fonction  $\phi_{max}$  est apparentée à une similarité globale disjonctive puisque la similarité maximale d'un attribut parmi tous les autres est retenue. Par contre, la fonction  $\phi_{moyenne}$  est qualifiée de conjonctive.

La fonction  $\phi_{min}$  est aussi une similarité globale conjonctive car elle tient compte de tous les attributs en ne conservant que la similarité minimum (tous les attributs ont une similarité supérieure à la similarité minimum).

Enfin, la fonction  $\phi_{produit}$  est une fonction conjonctive dans le sens où toutes les similarités sont prises en compte et influent sur le résultat. Cette fonction est une mesure très sensible aux différences entre valeurs. De plus, une similarité locale nulle entraîne la similarité globale nulle.

### Poids et préférence

Chaque fonction d'agrégation est pondérée par un vecteur de poids  $w_i$  qui permet de prendre en compte l'influence relative des attributs dans le score globale de similarité. Il est possible de distinguer différents modèles en fonction de l'origine et du rôle de ces poids [Bergmann, 2002].

Le poids peut être affecté à la nature du cas et dépendre du domaine et de la modélisation. Plusieurs types de poids existent. Nous retiendrons de [Bergmann, 2002] les interprétations suivantes.

Lorsque le poids traduit une préférence de l'utilisateur sur la recherche de cas passés, il apparaît de façon explicite dans le paramétrage de la recherche.

Intégré à la définition du cas, il traduit une importance relative entre descripteurs qui sera prise en compte dans la mesure de similarité globale.

Enfin, il peut traduire une connaissance propre à une expérience particulière, exprimée par une relation entre descripteurs (mise en évidence des valeurs singulières du cas).

### Synthèse

Du fait de la topologie des descripteurs (composition de descripteurs), la sélection de l'approche locale/globale semble la plus adaptée. Elle implique le choix de fonctions d'agrégation récursive pour définir la mesure globale ainsi que celui des modèles de poids.

Nous proposons de retenir deux fonctions d'agrégation :

- la fonction  $\phi_{Minkovski}$  pour son caractère général paramétrable,
- la fonction  $\phi_{produit}$  pour pouvoir considérer des approches conjonctives d'information permettant de sanctionner des mesures globales si une mesure locale est faible ou nulle.

La fonction  $\phi_{Minkovski}$  paraît appropriée pour une recherche par similarité basée sur la comparaison de contextes. Un poids peut être défini pour refléter la préférence de l'utilisateur lors de la recherche. La fonction  $\phi_{produit}$  paraît plus adaptée pour donner des similarités pertinentes si des relations entre valeurs singulières de descripteurs ont été mises en évidence (relations conjonctives ou règle entre valeurs : si valeur A et valeur B, alors ...).

En ce qui concerne les poids utilisés, nous considérons les trois variantes que nous avons extraites.

#### IV.2.3.2 Sélection des mesures de similarité locale

Une mesure de similarité dite locale est une mesure appliquée à une information vue comme un élément indivisible (atomique). Dans notre cas, l'élément d'information indivisible correspond aux différents types de descripteurs simples : les descripteurs numérique, symbolique et textuel. Chaque descripteur simple aura une mesure de similarité associée qu'il faudra choisir parmi une liste de mesures potentielles puis, ce choix effectué, la mesure sera paramétrée si nécessaire. Nous listons ci-après les mesures prévues pour chaque type de descripteur simple.

De nombreux descripteurs de BiPMS étant du type sélection, nous avons choisi d'associer par défaut à chacun une matrice de similarité. Lors du paramétrage de l'application, les experts devront établir les valeurs de similarité entre toutes les combinaisons possibles de valeurs comparées. Nous présentons sur le Tableau IV-1, un exemple de matrice de similarité pouvant être associé au descripteur du contexte « Niveau de charge Amont » (cf. fiche BiPMS – descripteur C11).

	Faible	Moyen	Fort
Faible	1	0,5	0
Moyen		1	0,5
Fort			1

Tableau IV-1. Exemple de matrice de similarité

Sur cet exemple, l'attribut « niveau de charge » peut avoir trois valeurs possibles (faible, moyen, fort). La diagonale de la matrice représente les cas pour lesquels la similarité est de 1, *i.e.* la plus importante (propriété d'identité soit  $sim(a, a)=1$ ). De plus, nous considérons les valeurs de la matrice symétriques (propriété de symétrie soit  $sim(a, b) = sim(b,a)$ ).

### Similarité locale pour descripteur numérique

Pour les descripteurs numériques, nous proposons d'utiliser simplement une fonction ou une matrice de similarité entre différents intervalles de valeurs définis sur le domaine des valeurs possibles (cas des descripteurs numériques continus) ou, directement, sur les classes de valeurs définies (cas des descripteurs numériques discrétisés).

### Similarité locale pour descripteur sélection

Pour les descripteurs type sélection, nous proposons d'utiliser :

- des matrices de similarité définies sur les différentes valeurs du domaine de définition du descripteur,
- des mesures de similarité taxonomique si les listes de valeurs sont issues d'une taxonomie, (par exemple, la mesure de Wu et Palmer [Wu et Palmer, 1994]).

### Similarité pour descripteur textuel

Les descripteurs textuels sont nombreux dans la fiche BiPMS. Ce sont les descripteurs utilisés le plus souvent par défaut mais, aussi, pour capturer toutes les traces de raisonnement expert lors des différentes phases de conduite du PRAO. Rappelons que nous distinguons les textes d'une ligne et les zones de texte.

Pour les descripteurs textuels simple ligne, nous proposons d'utiliser :

- l'égalité stricte entre textes,
- une mesure de similarité basée sur la distance de Levenshtein [Levenshtein, 1966] qui permettra de prendre en compte des orthographes proches.

Pour les descripteurs textuels zone de texte, nous proposons d'utiliser :

- la technique des sacs de mots,
- la mesure basée sur la compression [Li et al., 2004].

Il serait intéressant de coupler les mesures choisies avec des approches sémantiques car les mesures présentées ne tiennent compte que des mots et non de leur sens, ce qui peut conduire à

des résultats imprécis. Une perspective consiste à essayer de coupler un lexique, une taxonomie et un dictionnaire de synonymes du domaine avec les techniques retenues.

### IV.2.3.3 Eléments particuliers concernant la nature des descripteurs

Certaines caractéristiques importantes des descripteurs que nous avons définis n'ont pas encore été prises en compte. En effet, nous avons considéré que, dans certaines expériences, des descripteurs ne soient pas renseignés soit parce que l'expert ne connaît pas la réponse (valeur non connue), soit parce qu'il estime que le descripteur n'est pas approprié (descripteur désactivée). Ces éléments doivent être intégrés dans le calcul de similarité car les ignorer introduirait un biais trop important.

#### **Prise en compte des valeurs non connues**

Ne pas renseigner un descripteur introduit une incertitude épistémique (*cf.* section II.2.1.1). L'information existe, elle peut être importante mais on ne sait pas répondre. La prise en compte de ce type d'imperfection de l'information est difficile.

Souvent, l'incertitude épistémique est traitée en retirant la valeur de la recherche (ce qui est gênant s'il s'agit d'une information importante) ou en prenant une valeur moyenne. Dans ces deux cas, un biais est introduit dans la recherche et conduit souvent à de mauvais résultats. Certains travaux, peu nombreux, ont proposé de coupler les approches classiques avec des outils adaptés tels que la théorie des possibilités ou les fonctions de croyance.

Des recherches ont été menées au LGP pour proposer des réponses à cette problématique.

Ruet a proposé d'utiliser des fonctions de similarité « proche de » permettant de déterminer la proximité entre deux valeurs au moyen d'une fonction de similarité définie comme un sous-ensemble flou [Ruet, 2002]. Le résultat est une mesure duale (possibilité et nécessité) particulière. Béler a proposé de considérer des valeurs de descripteurs exprimées sous forme de fonction de croyance, ce qui permet de représenter toute forme d'incertitude épistémique (les fonctions de croyance étant un sur-ensemble des probabilités et des possibilités); il a proposé des algorithmes récursifs qui, à partir d'attributs simples incertains, donnent une mesure agrégée sous forme d'une distribution de probabilité sur les mesures de similarité possibles [Béler, 2008].

Le couplage de ces approches avec les mesures de similarité locale/globale que nous avons sélectionnées aurait l'inconvénient de donner un résultat difficile à interpréter.

Nous envisageons comme perspective importante d'étudier leur mise en œuvre en mettant l'accent sur la facilité d'interprétation et de restitution. En particulier, nous souhaitons étudier un interface interactif entre la vue sous forme probabiliste et une vue résumée facile à interpréter.

#### **Prise en compte des valeurs désactivées**

Si un descripteur est déclaré non adapté « NA » (*i.e.* l'expert juge que l'information représentée par ce descripteur ne s'applique pas au PRAO considéré), cela signifie que cette information ne devrait pas faire partie du modèle de l'expérience associée.

Cette pratique conduirait à des classes d'expériences différentes alors même que la fiche BiPMS suppose un modèle unique pour toutes les expériences.

Des modèles différents (équivalents à des classes d'expériences différentes) imposeraient d'utiliser des mesures de similarités particulières telles que la similarité « objet » introduite par Bergmann avec les approches  $SIM_{intra}$  et  $SIM_{inter}$  qui sont combinées pour donner, par multiplication, la mesure finale [Bergmann et Stahl, 1998].

Dans notre cas, la similarité  $SIM_{intra}$  correspondrait à la similarité agrégée des valeurs de descripteurs communs entre deux expériences (c'est la similarité classique); la similarité  $SIM_{inter}$  correspondrait à la similarité taxonomique associée à la hiérarchie définie par les différentes classes d'expérience.

Nous n’avons pas défini de classes d’expérience car, selon nous, les descripteurs que nous avons choisis sont suffisamment génériques et discriminants pour limiter cette situation de modèles différents. Nous ne pouvons donc pas utiliser une similarité taxonomique.

L’alternative que nous proposons pour établir  $SIM_{inter}$  consiste à utiliser une mesure du taux de recouvrement des descripteurs entre les deux expériences comparées. Cette mesure peut être exprimée comme suit :

$$SIM_{inter} = \frac{card(A \cap B)}{card(A \cup B)}$$

expression dans laquelle A représente l’ensemble des descripteurs de l’expérience en cours de saisie et B celui des descripteurs de l’expérience passée à laquelle est comparée le cas courant.

Lorsque les deux mesures de similarité  $SIM_{intra}$  et  $SIM_{inter}$  sont établies, la similarité résultante (similarité « objet ») est obtenue de manière classique par le produit direct entre ces deux grandeurs.

### IV.2.3.4 Synthèse

Les mesures de similarité pressenties dépendent de la nature des descripteurs. La vue locale/globale est communément admise et utilisée dans les représentations vectorielles hiérarchiques. Il s’agit de notre mesure de base.

Chaque descripteur simple possède éventuellement plusieurs stratégies de calculs de ces similarités locales selon leurs types de valeurs.

Enfin, la prise en compte des particularités, n’est pas réalisable selon nous sous une forme unique. En effet, il est très difficile avec un simple score de similarité de distinguer qu’elle est la part liée, à la ressemblance, à la différence de modèle et à l’incertitude.

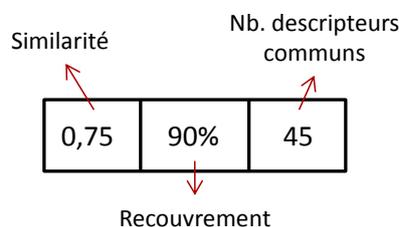


Figure IV-6. Principe de la mesure de similarité multiple proposée

Au final nous proposons une mesure de similarité sous une forme multiple telle que schématisé sur la Figure IV-6 et où sont représenté la mesure de similarité synthèse (avec accès à la mesure détaillée si distribution de probabilité par exemple), le taux de recouvrement et le nombre de descripteurs communs comparés.

## IV.3 INGENIERIE RISQUE : CONDUITE DU PMR DANS LE PRAO

Cette section a pour objectif de présenter la démonstration de conduite de l’ingénierie risque préconisée dans méthodologie BiPRiM. Tel que nous l’avons énoncé dans le chapitre I, cette ingénierie risque s’appuie sur le Processus de Management des Risques (PMR) comme décrit dans la norme [ISO 31000, 2009]. En effet, bien que menées de manière particulière (en accord avec nos développements), nous retrouvons toutes les phases du PMR dans les mécanismes de gestion des risques de BiPRiM.

Nous nous plaçons du côté du gestionnaire des risques PRAO afin de montrer l'utilisation des outils d'appui que nous avons présenté dans la section précédente (RàPC, similarité,...) pour l'exploitation de la base d'expériences.

Nous rappelons ci-après les fonctionnalités de la fiche BiPMS que nous avons développées dans le chapitre III et qui serviront d'appui à la démonstration que nous mènerons par la suite.

### IV.3.1 Appréhension de la fiche BiPMS

Le processus de management des risques débute avec la déclaration et la saisie du nouveau cas PRAO motivant celui-ci. Nous avons montré dans le chapitre III la manière avec laquelle un soumissionnaire capitalise son expérience grâce à la fiche BiPMS développée.

En début de fiche, la composante « identité » correspond aux informations signalétiques de la nouvelle expérience. La validation de la saisie de l'identité correspond à la création de la nouvelle expérience dans la base REx.

L'analyste peut ensuite commencer la saisie de l'expérience PRAO à partir de la composante « contexte » qui permet de renseigner le cadre de l'AO courant et celui du soumissionnaire au moment où il le reçoit.

La description du contexte est faite en renseignant les différents descripteurs qui le composent (de manière identique à chacune des autres composantes).

L'analyste dispose de plusieurs fonctionnalités qui facilitent cette saisie.

- Il peut commenter chaque information saisie, à l'aide du champ « remarque » et apporter des informations complémentaires à celle demandée. Par exemple, il pourra exprimer un doute sur l'information qu'il saisit, une précision ou un autre élément remarquable.
- Il est assisté par un dispositif d'auto-complétion lors de la saisie de valeurs à partir de listes ; la saisie de caractères permet de filtrer la liste des valeurs possibles correspondantes.
- Dans la même situation d'un choix de valeurs dans une liste, s'il ne trouve pas de valeur appropriée dans la liste, il peut ajouter une nouvelle valeur. Cette valeur sera ensuite disponible pour les saisies futures.
- Il peut ne pas saisir de valeurs pour un descripteur, ce qui correspond à l'information « je ne sais pas » traitée comme telle (incertitude épistémique). L'analyste ne dispose pas des informations lui permettant de renseigner celui-ci (il n'en est pas capable).
- Il peut désactiver un descripteur non pertinent pour le contexte de l'expérience en cours, ceci par l'intermédiaire d'un champ spécifique. L'analyste choisit de ne pas renseigner le descripteur (il en est conscient).
- Il peut rattacher à la fiche BiPMS courante tout fichier annexe, jugé important, afin de faciliter les consultations futures de celui-ci.

Par ailleurs, d'autres fonctions masquées contribuent à la capitulation automatique d'information : il est associé à chaque saisie d'information l'identité de l'acteur qui fait cette saisie, son profil et la date de saisie.

C'est à partir des informations consignées dans le contexte que l'analyste pourra engager une recherche d'expériences similaires ou proches du PRAO courant afin de récupérer les informations utiles pour traiter ce nouveau cas.

### IV.3.2 Exploitation de l'expérience en vue de la gestion des risques

Nous exposons la démarche suivie par le soumissionnaire utilisant la méthodologie BiPRiM pour conduire l'ingénierie risque supportant sa réponse à l'AO. Nous détaillons les macro-phases du schéma de la Figure IV-7 impliquées dans cette ingénierie risque.

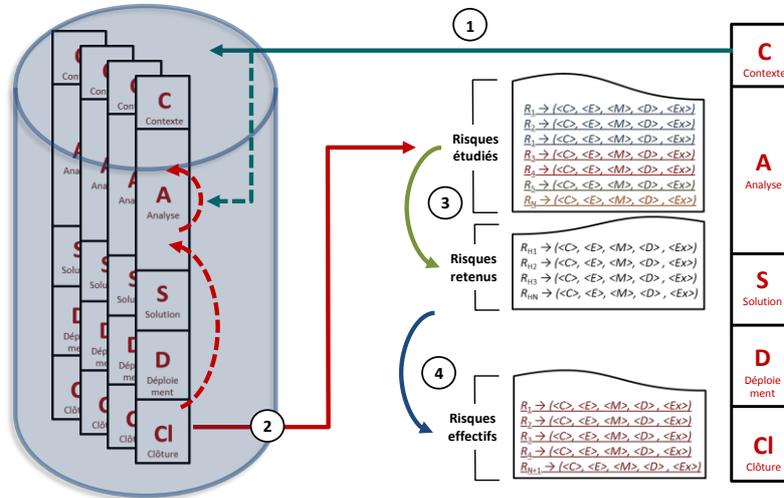


Figure IV-7. Ingénierie risque dans BiPRiM

Ces quatre macro-phases décrivent la manière avec laquelle un utilisateur peut solliciter la base REx (à l'aide des outils d'appui que nous avons présentés dans la section précédente) pour conduire une ingénierie risque efficace basée sur l'expérience.

#### IV.3.2.1 Phase 1

Cette phase consiste en une consultation de la base REx afin de trouver les expériences et les risques pertinents, contenant des informations utiles pour alimenter le cas courant. Pour cette consultation différents modes de recherche sont possibles. Parmi ceux-ci, deux présentent, à notre avis, les fonctionnalités les plus adaptées à notre vue d'exploitation d'une base REx. Nous présentons ces deux modes.

##### Mode 1 : recherche par similarité entre contextes

Cette forme de consultation de la base REx consiste en une recherche des expériences proches du cas courant par similarité des contextes.

Le principe de fonctionnement est la définition d'une mesure de similarité globale entre le contexte du cas courant et les contextes des expériences passées. Cette mesure de similarité est issue de l'agrégation des similarités locales entre les différents descripteurs des contextes. Le décideur peut prendre en compte tous les descripteurs du contexte ou ne choisir que ceux présentant, à son avis, des liens importants avec le cas courant. Les mesures de similarité locales sont établies via des fonctions ou matrices de similarité (cf. section IV.2.3).

Signalons que lors de la recherche des expériences par similarité, l'expert devra choisir, parmi les éléments du contexte à considérer, ceux ayant un poids plus important sur le calcul de similarité globale. Il s'agit typiquement d'un poids traduisant les préférences de l'utilisateur (cf. section IV.2.3.1).

Pour le calcul de la similarité globale, nous avons retenu les fonctions d'agrégation de Minkovski (permettant de prioriser les descripteurs possédant des similarités locales élevées) et du produit (permettant de sanctionner des mesures globales si une mesure locale est faible ou nulle).

Nous proposons sur le schéma de la Figure IV-8 un exemple d'interface de recherche, basée sur la structure même de la fiche BiPMS. L'expert sélectionne les descripteurs significatifs et leur affecte un poids.

Le résultat de la recherche sera fourni sous forme d'une liste d'expériences complètes (fiches BiPMS) avec leur score de similarité combinant, comme présenté dans la section IV.2.3.4, la mesure de similarité globale « Sim », le taux de recouvrement « Rec » et le nombre de descripteurs communs comparés « Nb.D ».

Recherche par similarité entre contextes				
			Validation	Poids
C01	Maître d'Ouvrage	Pierre R.	<input checked="" type="checkbox"/>	0,4
	Date émission AO	16-06-2014	<input type="checkbox"/>	
C02	Type de marché	Privé	<input checked="" type="checkbox"/>	0,1
C03	Lieu d'exécution	Tarbes	<input type="checkbox"/>	
C04	Objet consultation	Pompe R1	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
	AO à lots	Non	<input type="checkbox"/>	
	Lot traité	NA	<input type="checkbox"/>	

Résultats			
Expériences	Sim	Rec.	Nb.D
BIPMS_106	0,76	0,80	49
BIPMS_208	0,71	0,85	45
BIPMS_521	0,65	0,71	38
BIPMS_364	0,53	0,93	41

Figure IV-8. Exemple de recherche par similarité

## Mode 2 : recherche par requête de valeurs

Cette forme de consultation de la base REx consiste en une simple recherche par les éléments de la fiche BiPMS. Trois possibilités sont offertes à l'utilisateur :

- effectuer une recherche globale dans tous les descripteurs de la fiche BiPMS (y compris ceux du modèle CEMDEX). Comme illustré sur le schéma de la Figure IV-9, cette recherche consiste en une requête, sur toutes les valeurs de tous les descripteurs, de la valeur saisie par l'utilisateur. Le résultat est une liste de fiches BiPMS où la valeur sollicitée est présente (avec l'indication du (des) descripteur(s) concernés). A partir de cette liste d'expériences l'expert pourra extraire les informations utiles,
- choisir le descripteur d'intérêt (via une liste déroulante des descripteurs de la fiche) et saisir ensuite la valeur à chercher. Une recherche à partir de plusieurs descripteurs est également possible. L'utilisateur peut choisir plusieurs descripteurs et les lier à l'aide de l'icône ⊕ afin de récupérer des expériences plus pertinentes (cf. Figure IV-9). Le résultat est une liste d'expériences complètes (fiches BiPMS) que l'expert pourra analyser pour extraire les informations dont il a besoin, notamment les risques à prendre en compte pour le cas courant.
- chercher directement des risques auxquels l'expert porte un intérêt particulier, ceci à partir des composantes du modèle CEMDEX (qui caractérise chacun des risques). Le principe de fonctionnement est le même que pour la recherche par descripteurs. Plusieurs composantes du modèle CEMDEX peuvent être liées afin de récupérer les risques dont les valeurs des composantes choisies sont celles du risque étudié (cf. Figure IV-9). L'expert peut s'intéresser par exemple, aux risques dont les causes ont été « surcharge » et « mauvaise programmation de la production » ou aux risques dont l'impact a été supérieur à 0.75.

Le résultat est une liste de risques (sous la forme du modèle CEMDEX) que l'expert pourra analyser afin de décider s'il les conserve ou non dans le cas courant.

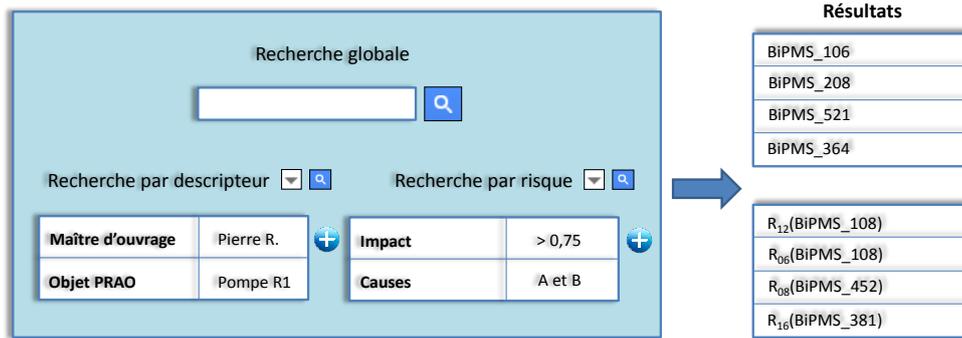


Figure IV-9. Exemple recherche par requete des valeurs

Signalons que, pour les recherches par descripteur et par risque, des paramétrages particuliers seront possibles grâce à l'icône permettant, par exemple, de choisir la forme de présentation des résultats (avec ou sans mesure de similarité, nombre de résultats présentés,...).

**Remarque.**

Il est important de souligner que la récupération des fiches BiPMS et des risques peut être effectuée sur plusieurs niveaux d'antériorité. En effet, lorsqu'une fiche particulière est récupérée, il peut être récupéré également les éléments ayant servi à l'établir et les raisonnements qui ont guidé les choix associés. Cette récupération peut être effectuée de manière récursive sur plusieurs niveaux successifs.

Sur le schéma de la Figure IV-10, nous illustrons comment, à partir des résultats d'une recherche par similarité, l'utilisateur peut récupérer une fiche donnée (par exemple, la fiche BiPMS\_521). Par cette fiche, l'utilisateur peut récupérer l'analyse initiale des risques potentiels (ainsi que leurs mécanismes de construction), celle des risques retenus et des traitements associés et, enfin, l'analyse finale des risques (ainsi que les écarts  $\Delta_i$  par rapport aux risques prévus). S'il le souhaite aussi, l'utilisateur peut récupérer, grâce aux mécanismes de construction, les expériences passées associées à un risque donné (par exemple, le risque R2) et ainsi de suite.

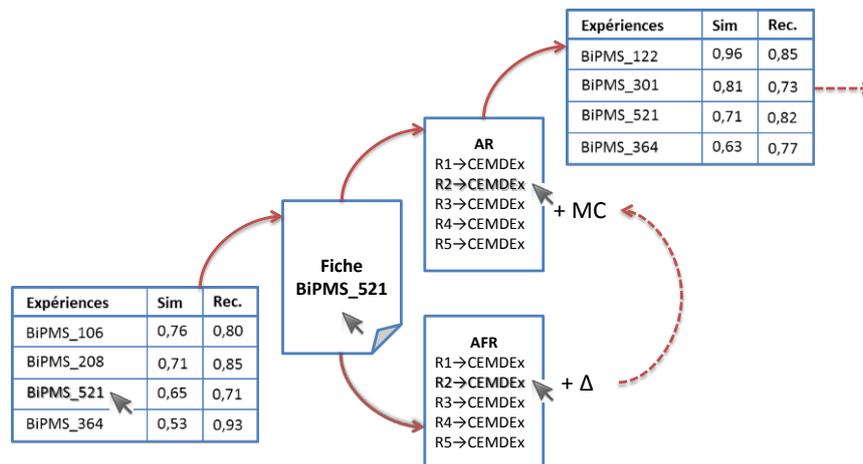


Figure IV-10. Récupération de la trace des raisonnements

Le constat d'écarts  $\Delta_i$  importants entre les risques effectifs et ceux retenus, par exemple, pourra inciter l'expert à consulter les expériences précédentes pour trouver, grâce aux mécanismes de construction renseignés dans les fiches BiPMS correspondantes, des explications possibles par rapport à la considération d'un risque, à l'apparition de l'événement indésirable associé, aux stratégies de gestion,...

### IV.3.2.2 Phase 2

Cette phase prolonge la phase 1 après la récupération des expériences passées et des risques particuliers proches du cas courant (selon les paramètres de recherche utilisés dans la phase 1). L'expert doit alors analyser ces expériences et ces risques afin d'établir une première base des risques potentiels devant être étudiés.

La stratégie de construction de cette base des risques potentiels est la suivante :

- pour les expériences ayant une forte similarité avec le cas courant, l'analyste récupère l'ensemble des risques passés (les risques retenus et les événements indésirables apparus, consignés dans le volet « clôture » de la fiche BiPMS). Ce premier ensemble de risques sera le point de départ pour la construction de la base des risques à étudier. L'expert pourra déjà écarter les risques qu'il juge non pertinents dans cet état,
- pour les expériences de similarité moindre, l'expert récupère les risques qu'il considère importants par rapport au cas courant,
- pour les expériences récupérées via des requêtes de valeurs (par descripteur), l'expert récupère les risques qu'il considère pertinents (s'il en existe) et les intègre aussi à la base de départ,
- pour les risques récupérés via des requêtes de valeurs (par risque), l'expert intègre également ceux-ci à la base,
- cette liste des risques potentiels est enfin complétée par de nouveaux risques, s'il en existe, non encore identifiés dans les expériences antérieures mais envisagés par l'expert pour le cas courant.

Si l'expert qui traite le cas courant souhaite connaître le raisonnement ayant guidé certaines décisions dans des situations antérieures comparables, par rapport, par exemple, à un ou plusieurs risques particuliers, il peut récupérer directement ces modes de raisonnement et s'en inspirer pour conduire sa nouvelle analyse (comme montré sur le schéma de la Figure IV-10 par les deux flèches rouges en pointillé).

Rappelons que la fiche BiPMS permet de « tracer » les mécanismes de construction tant des ensembles des risques potentiels que de ceux des risques retenus mais aussi de ceux de chacun des risques considérés dans l'analyse passée.

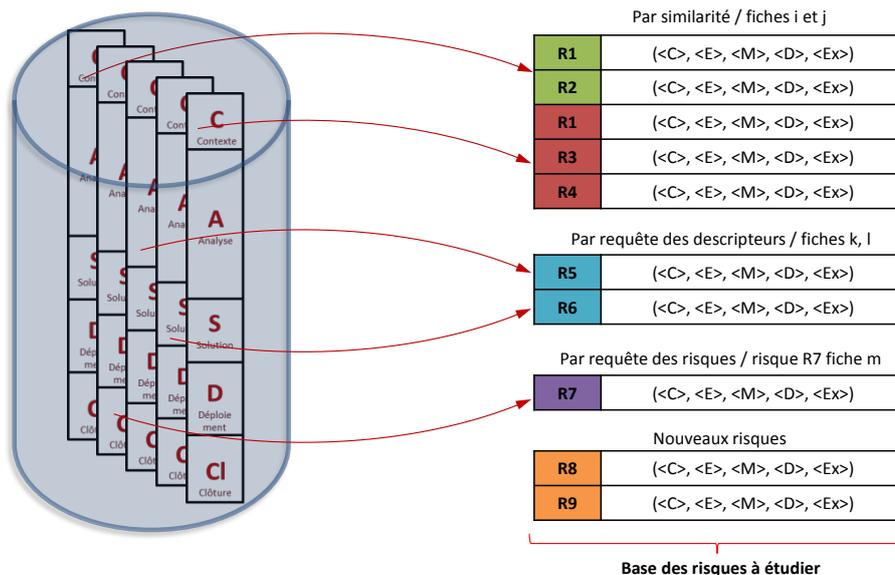


Figure IV-11. Construction base des risques potentiels

En résumé, comme nous le montrons sur le schéma de la Figure IV-11, la base des risques potentiels (à étudier) est élaborée à partir de quatre voies :

- les fiches récupérées de la base REx par similarité,
- les fiches récupérées via des requêtes par des descripteurs de la fiche BiPMS,
- les risques récupérés via des requêtes par des éléments du modèle CEMDEX,
- les risques nouveaux envisagés lors de l'analyse.

La récupération des risques à partir des expériences similaires donne la base de départ pour la construction de l'ensemble de risques à étudier. Cet ensemble est complété par les risques récupérés par les requêtes (risques particuliers pour lesquels l'analyste est spécialement intéressé) et par les nouveaux risques envisagés (risques qui n'existent pas dans la base REx). Le résultat de cet exercice est un tableau avec les risques à étudier (descripteur A5 de la fiche BiPMS).

La base de départ des risques potentiels à étudier est ainsi construite et prête à être épurée. Rappelons que ces risques sont renseignés conformément au modèle CEMDEX.

### IV.3.2.3 Phase 3

Cette phase consiste à la sélection parmi les risques potentiels, des risques retenus (risques à prendre en compte dans le PRAO-P courant) et est assimilable à la phase d'adaptation du RàPC. Chaque composante du modèle CEMDEX caractérisant le risque doit être adaptée au cas courant. Ces composantes, telles qu'elles ont été renseignées dans le passé, contiennent des informations sur la manière avec laquelle les risques pourront être abordés dans le cas courant.

Les expériences sur lesquelles l'expert s'appuie ayant été récupérées grâce à des mesures de similarité, les actions menées alors pour gérer les risques devraient, a priori, être proches de celles à conduire pour les risques du cas courant.

Les mécanismes d'adaptation des risques sont fondés, d'une part, sur l'expérience acquise lors du déroulement des projets passés et, d'autre part, sur l'expertise de l'analyste (nouveaux critères et/ou nouvelle stratégie). Cet analyste peut donc conserver certaines parties des expériences passées et en modifier ou compléter d'autres.

Signalons que les risques récupérés sont issus du champ « clôture » de la fiche BiPMS. L'expert dispose des informations sur ce qui s'est réellement produit au niveau des risques par rapport aux hypothèses qui avaient été formulées en phase d'analyse. Autrement dit, l'expert récupère les écarts entre risques retenus et événements effectifs.

Nous évoquons ci-après certaines modalités d'adaptation des risques récupérés. Ces modalités prennent en compte l'expérience et l'expertise du prestataire pour l'analyse et l'adaptation au nouveau PRAO, des risques retenus. Bien sûr, ces mécanismes s'appuient sur le modèle CEMDEX et l'ajustement de chacune de ses composantes au risque analysé.

- Pour la composante « causes », l'expert peut conserver, modifier ou écarter les causes définies dans les risques des expériences récupérées. Pour cela, il s'appuie sur les caractéristiques du contexte du cas courant mais aussi sur les écarts trouvés entre les causes des risques retenus et celles des situations avérées en phase de clôture. De même, il peut conserver ou modifier le taux d'occurrence de chacune des causes.
- A l'instar des causes, pour la composante « effets », l'expert peut garder, modifier ou écarter les effets des risques des expériences récupérées en s'appuyant sur le contexte courant et les écarts trouvés en phase de clôture. De même, il peut conserver ou modifier la valeur d'impact de chacun des effets.

- Pour la composante « forme ou mapping », l'expert peut conserver ou modifier le nombre et la configuration des dépendances entre les causes possibles de l'événement redouté et entre ses effets. De même, il peut conserver ou modifier les opérateurs d'association (*et/ou*) en fonction de son analyse.
- Pour la composante « caractéristiques descriptives », l'expert recalcule les attributs d'occurrence globale, d'impact global et de criticité. Il affecte aussi un nouveau niveau de confiance (NC) à l'analyse qu'il vient de mener. Concernant les actions de maîtrise, il peut choisir de conserver ou de modifier les barrières mises en place pour les cas passés.
- Pour la composante « catégorie REx », l'expert dispose des informations sur l'apparition ou non dans les expériences passées des risques pris en compte. En phase d'analyse du cas courant, cette composante est établie à partir des informations concernant le scénario du risque étudié dans la/les expérience(s) récupérées(s) ; en phase de clôture, elle sera renseignée par les résultats constatés sur l'expérience courante.

Nous insistons sur l'importance qu'il y a à tracer la provenance d'un risque, en indiquant les expériences desquelles il a été extrait. Cette information permettra, si nécessaire, de retrouver, dans une analyse ultérieure les modes de raisonnement tenus sur ce risque. La notation préconisée est :  $R_{xx}(\text{BiPMS\_YYY})$ .

Ces mécanismes d'adaptation des risques sont renseignés à l'aide du descripteur « mécanismes de construction (M.C.) » de la fiche BiPMS. Le but est de pouvoir les reproduire (s'ils conviennent tel que) ou les ajuster (si nécessaire) pour un futur PRAO.

Pour un nouveau risque, non répertorié dans la base REx, l'expert pourra le rajouter à celle-ci en renseignant le modèle CEMDEX associé.

A l'instar de la phase 2, une attention particulière est accordée à la capitalisation du raisonnement de l'analyste tant pour les mécanismes de construction de l'ensemble des risques retenus que pour chacun des risques considéré individuellement.

#### **Remarque.**

L'efficacité du « filtrage » de la base des risques potentiels permettant d'établir celle des risques retenus (*i.e.* les risques que le prestataire doit prendre en compte dans l'estimation de l'offre commerciale) pourra être considérée à partir des notions de risque  $\alpha$  et risque  $\beta$  [Cheze, 2003] que nous exprimerons dans la forme ci-après :

- risque  $\alpha$  : risque d'écarter un risque potentiel qui aurait dû être retenu,
- risque  $\beta$  : risque de retenir un risque potentiel qui aurait dû être écarté.

Cependant, ces risques ne seront perçus que dans la phase 4 (risques effectifs) puisque c'est là que des événements indésirables non prévus apparaîtront et que des risques inutilement pris en compte seront constatés (*cf.* phase 4).

#### **IV.3.2.4 Phase 4**

Cette phase concerne le passage des risques retenus (en phase de PRAO) aux risques effectifs (survenus pendant la réalisation du projet). Ici, le prestataire vérifie si la stratégie de risques mise en place était adaptée : pertinence des risques retenus et efficacité des actions mises en place pour la gestion de ces risques. La phase 4 est assimilable à la phase de révision du RàPC.

Il s'agit d'une liste comportant les risques non survenus ainsi que les événements indésirables apparus, tant ceux associés à des risques envisagés que des événements nouveaux.

Pour les risques non survenus, plusieurs explications sont possibles : *i)* l'analyse menée ainsi que les actions de gestion ont été suffisantes (situation « idéale »), *ii)* elles ont été surdimensionnées, *iii)* elles étaient insuffisantes mais, dans une conjoncture favorable, l'événement n'est pas apparu, *iv)* il n'était pas pertinent de considérer ce risque (du type  $\beta$ ).

Pour les événements indésirables apparus, les raisons peuvent être : *i)* l'analyse et les actions de gestion mises en place ont été insuffisantes/inadaptés, *ii)* il s'agit d'un risque qui n'avait pas été identifié par l'expert ou qui avait été écarté (du type  $\alpha$ ).

Nous commentons plus particulièrement les risques  $\alpha$  et  $\beta$  à partir du schéma de la Figure IV-12. Comme nous l'avons déjà indiqué, ces risques sont induits par les choix de filtrage de l'expert sur les risques potentiels pour dégager ceux qui, finalement, seront retenus. Le risque  $\alpha$  correspond à la non considération d'un risque qui aurait dû être retenu et le risque  $\beta$  à la prise en compte d'un risque qui aurait dû être écarté.

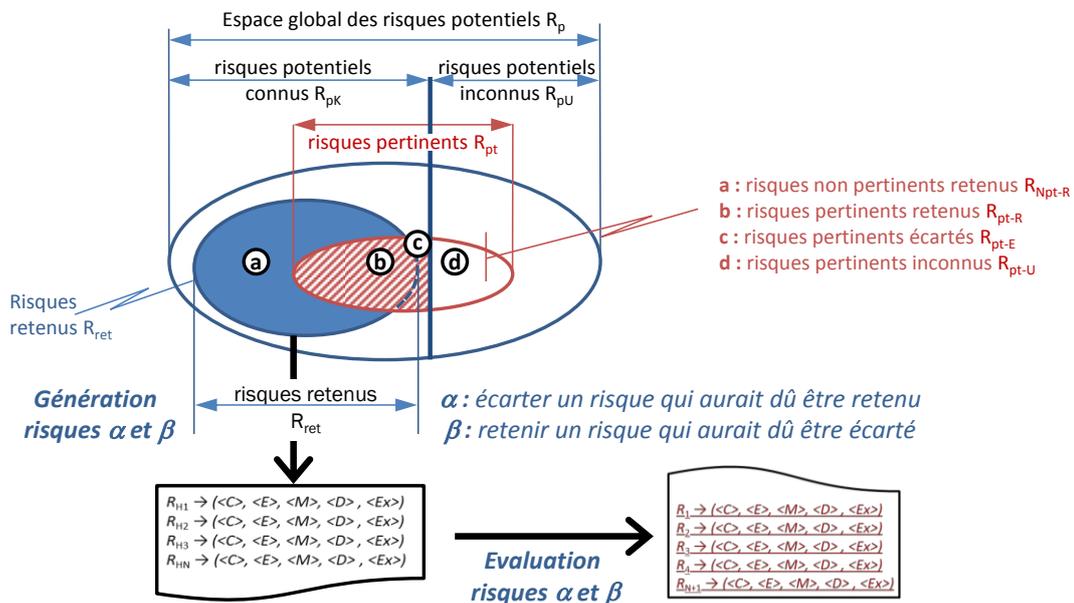


Figure IV-12. Estimation du filtrage par les risques  $\alpha$  et  $\beta$

Soulignons déjà que, sur l'espace global des risques potentiels (qu'il n'est généralement pas possible de caractériser), il y a une partie connue de l'expert (sous-ensemble  $R_{pk}$ ) et une partie qu'il ne connaît pas (sous-ensemble  $R_{pu}$ ).

Le rapport  $R_{pk}/(R_{pk}+R_{pu})$  est directement lié au niveau de l'expertise détenue par l'analyste.

Bien évidemment, les risques retenus  $R_{ret}$  font partie du sous-ensemble  $R_{pk}$  mais des risques non connus appartenant à  $R_{pu}$  auraient dû aussi être pris en compte.

Les risques constatés à la clôture de l'expérience, sont formés :

- des risques non pertinents et retenus :  $R_{Npt-R}$  (repérés par (a) sur la Figure IV-12),
- des risques pertinents connus et retenus :  $R_{pt-R}$  (repérés par (b)),
- des risques pertinents connus mais écartés :  $R_{pt-E}$  (repérés par (c)),
- des risques pertinents inconnus donc non retenus :  $R_{pt-U}$  (repérés par (d)).

Au final, le filtrage est caractérisé par les risques  $\alpha$  et  $\beta$  avec :

- Risque  $\alpha = R_{pt-E} / R_{ret}$ ,
- Risque  $\beta = (R_{ret} - R_{pt-R}) / R_{ret}$

Par rapport aux risques potentiels qui ont été retenus et qui, au final, ne sont pas apparus, plusieurs questions doivent être abordées dont notamment :

- s’agissait-il d’un risque pertinent dont les barrières ont permis d’éviter l’occurrence ?
- aurait-on pu gérer le risque différemment (en général, avec moins de barrières)?
- aurait-on dû l’écarter ?

Par rapport aux événements indésirables apparus, les principales questions sont :

- pourquoi les mesures d’évitement n’ont pas fonctionné efficacement, si le risque a été retenu ?
- pourquoi le risque n’a pas été retenu, s’il s’agissait d’un risque potentiel connu ?
- pourquoi le risque n’était-il pas connu, s’il n’appartenait pas aux risques potentiels connus ?

Le traitement de ces questions et la retranscription des réponses apportées dans les descripteurs de la composante « clôture » de BiPMS permettent de saisir l’expertise de l’analyste et d’enrichir ainsi le retour d’expérience par ces éléments d’analyse.

### IV.3.2.5 Discussion

Dans une démarche classique de retour d’expérience, les activités de capitalisation et d’exploitation se déroulent séparément. La capitalisation de l’expérience constitue la première activité du processus REx et l’exploitation suit dans le but de réutiliser les informations et/ou les connaissances acquises lors de la première activité [Rakoto, 2004]. Cependant, dans notre approche, ces deux activités peuvent être liées. Par exemple, lors de la saisie des descripteurs renseignant l’analyse du cas courant, l’expert peut s’appuyer sur les informations correspondantes des expériences passées extraites en vue de leur adaptation à ce cas.

Nous insistons sur l’importance de capitaliser la trace de l’expérience (y compris les modes de raisonnements des experts) afin de pouvoir mener, lors des processus d’exploitation, des investigations dans tous les niveaux. Comme nous l’avons montré dans la section IV.3.2.1, un utilisateur de l’outil BiPMS doit pouvoir suivre la trace d’une expérience ou d’un risque donné en remontant dans les informations qui ont conduit à leur construction. Ceci permet : *i)* de trouver des explications par rapport à la survenance des événements indésirables dans le présent, *ii)* de guider le raisonnement à suivre pour traiter une situation particulier, *iii)* de construire efficacement les différents ensembles des risques (étudiées, retenus), *iv)* de mettre à jour la base REx en validant ou en invalidant des expériences et des risques.

#### **Recherche assistée des risques : une piste d’exploitation**

Bien que les deux mécanismes de recherche que nous avons présentés pour conduire la phase 1 d’extraction d’information de la base BiPMS disposent des fonctionnalités requises pour une exploitation adaptée de la base, une autre forme d’exploitation nous paraît envisageable. Il s’agit d’une recherche « automatique », se déroulant en temps réel, lors de la capitalisation du contexte du cas courant.

Ce mécanisme consiste en une récupération en ligne des risques associés aux descripteurs de l’expérience : au fur et à mesure que l’utilisateur remplit une fiche BiPMS pour un nouveau cas, le système l’assiste en lui indiquant les risques potentiels, associés dans le passé au descripteur renseigné. Il s’agit typiquement d’une assistance REx de mode « push » pour l’exploitation (*cf.* section III.2.1).

Le principe de recherche consiste encore en une recherche de la similarité des valeurs entre les descripteurs des fiches mais dans le but ici de trouver les risques associés à ces descripteurs. La différence avec le mode 1 (présenté dans la section IV.3.2.1) est que dans cette recherche la

comparaison n'est pas faite sur la totalité des descripteurs de l'expérience passée mais uniquement sur ceux ayant été liés à des risques particulières lors de l'analyse en phase de clôture (un poids traduisant cette connaissance pourrait être affecté (cf. section IV.2.3.1)).

L'implantation de ce type de mécanisme suppose évidemment que, préalablement, l'expert ait analysé de manière approfondie les risques en phase de clôture des projets antérieurs. Il faut qu'il ait pu rattacher les risques analysés et les événements indésirables survenus alors aux éléments de contexte concernés par ceux-ci, contenus dans les descripteurs de la fiche.

Dans ces conditions, la déclaration de cet élément lors de la saisie du contexte du nouveau cas déclenchera automatiquement une alerte sur les risques potentiels associés (Figure IV-13).

IDENTITÉ		CONTEXTE	ANALYSE	SOLUTION	DÉPLOIEMENT	Risque (Expérience)	Sim	Val.
C01	Maitre d'Ouvrage	Simon Callhol (Groupe ABC)	R	✓	N/A	R <sub>12</sub> (BiPMS_101) « Client difficile »	0,85	<input checked="" type="checkbox"/>
	Date émission AO	11/11/2014	R	✓	N/A	R <sub>23</sub> (BiPMS_205) « Changement CdC »	0,72	<input type="checkbox"/>
C02	Type marché	Public	R	✓	N/A	R <sub>15</sub> (BiPMS_611) « non paiement »	0,65	<input checked="" type="checkbox"/>
	Procédure (si spécifique)		R	✓	N/A			
C03	Lieu d'exécution		R	✓	N/A			
C04	Objet de la consultation		R	✓	N/A			
	AO à lots	oui	R	✓	N/A			Si oui
	Lot traité		R	✓	N/A			
C05	Critères d'attribution		R	✓	N/A			

Figure IV-13. Exemple de recherche assistée de risques

Lors de la saisie d'informations liées à des risques déjà considérés dans des expériences antérieures, le système proposera ceux-ci, renseignés par le score de similarité locale entre l'attribut du cas courant et celui de l'expérience passée correspondant.

Si la similarité est forte, l'expert sera assuré que le risque est à considérer. Si elle est faible ou moyenne, il pourra : *i*) l'écarter, *ii*) le prendre en compte (car il estime que le risque est important) en modifiant en rapport la fonction de similarité. Cette action correspond à un ajout de connaissance.

### Positionnement du PMR dans la méthodologie BiPRiM

Le processus de management des risques (PMR) que nous avons présenté dans la section I.2 du chapitre I forme une part importante de la méthodologie BiPRiM. Proposé classiquement pour former le cadre d'application d'une politique de gestion de risques, il apparaît bien, avec les différentes phases qui le constituent, dans la trame de la méthodologie BiPRiM.

Nous illustrons sur le schéma de la Figure IV-14 la correspondance entre les phases du PMR et le déroulement de la méthodologie BiPRiM.

Au-delà des éléments consignés sur ce schéma, l'ingénierie risque menée a pour autres finalités :

- l'élaboration d'une réponse technique (RT) robuste,
- l'estimation de l'offre commerciale (OC) à partir des données propres de la RT mais aussi de celles de la gestion de risques menée,
- l'exécution du projet de manière aisée, sans situations problématiques,
- un résultat final du projet en accord avec les objectifs du client et ceux du prestataire.

L'estimation de l'offre commerciale implique la transformation de l'analyse des risques avec l'élaboration de la réponse technique, en un ensemble coût, qualité, délai. Nous abordons ce point dans la section suivante et nous verrons comment, là encore, le REx peut être utile pour récupérer la trace des offres commerciales passées et des modes de raisonnement utilisés et les adapter au PRAO courant.

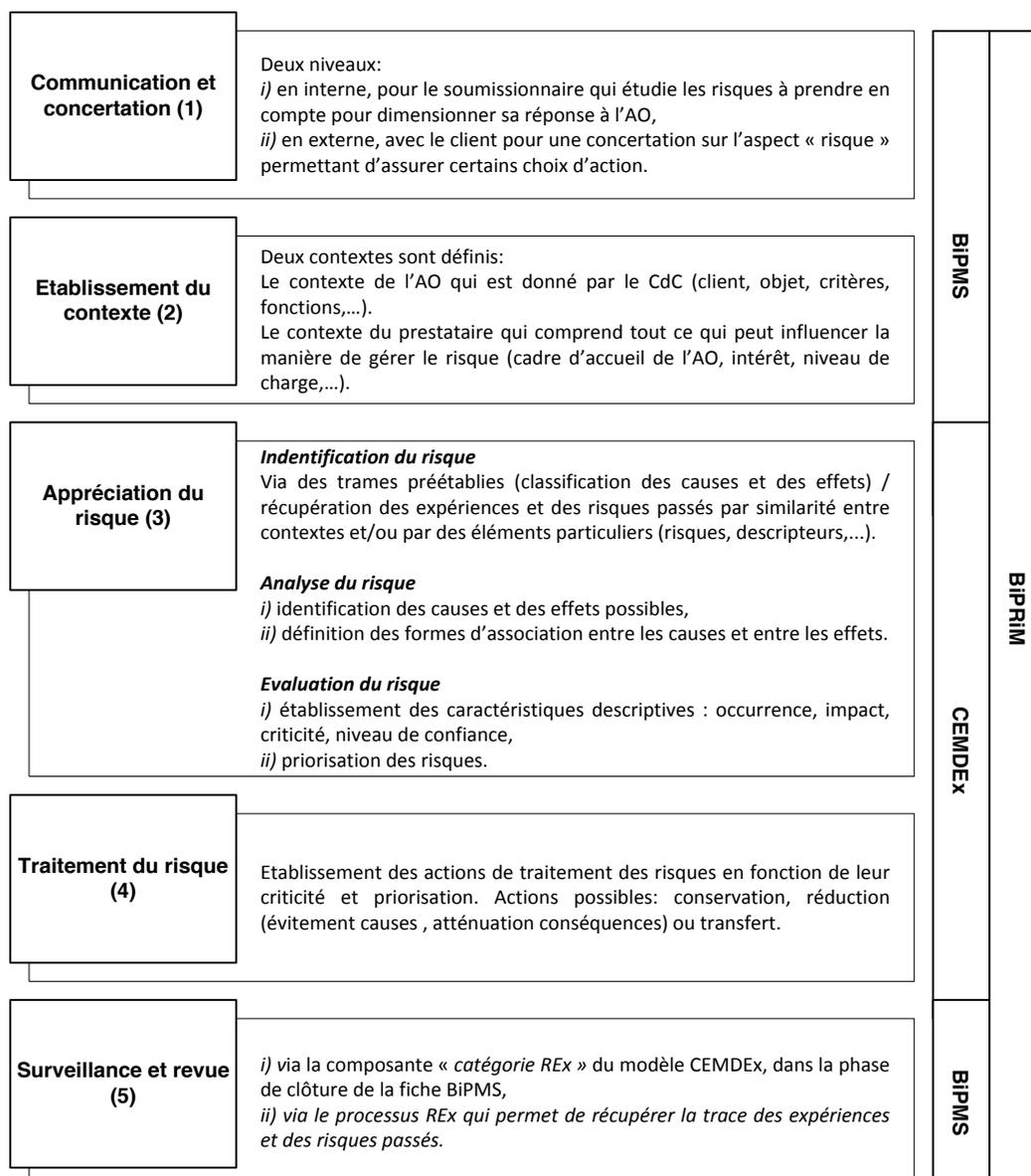


Figure IV-14. Positionnement du PMR dans BiPRiM

## IV.4 INGENIERIE PRAO : ESTIMATION DE L'OFFRE COMMERCIALE (OC)

L'objectif final du PRAO est l'élaboration d'une offre commerciale (OC) gagnante vis-à-vis du client mais aussi du soumissionnaire.

Les clients souhaitent des propositions commerciales personnalisées, correspondant à leurs besoins et offrant des solutions réalistes. Le soumissionnaire souhaite convaincre le client et s'engager dans le processus de réalisation de la prestation dans des conditions satisfaisantes. Les actions conduites par le soumissionnaire en préliminaire à la remise de l'offre commerciale sont déterminantes.

Nous présentons ci-après la démarche d'élaboration d'une offre commerciale et les avantages apportées, ici aussi, par la réutilisation des expériences passées pour adapter les mécanismes de construction utilisés dans les projets antérieurs, au projet courant.

### IV.4.1 Etablissement de l'offre commerciale

D'après Stevenson, une offre adaptée doit être formulée suivant les caractéristiques coût/qualité/délai [Stevenson et Hojati, 2007]. Ces trois éléments constituent les axes du « cube » de l'offre commerciale que nous avons discuté dans le chapitre III, descripteur S3 de la fiche BiPMS).

Le coût est une notion mesurable. Du point de vue du client, il permet une confrontation directe entre différentes offres commerciales.

La qualité est plus difficile à exprimer. Elle peut être différemment perçue selon l'interlocuteur et induire même des critères de sélection très différents, voire divergents selon le décideur.

La notion de qualité comporte en effet une forte part de subjectivité et il n'est pas facile pour un soumissionnaire de prévoir quelle sera la perception du décideur (son « référentiel » pouvant être tout autre que celui du soumissionnaire). De ce fait, il n'existe pas de démarche standard permettant de l'établir de manière unique. Elle dépend du savoir-faire du prestataire et, surtout, de la manière dont elle sera présentée dans l'offre commerciale (il faut séduire le client).

Le délai est également mesurable. Il permet de poser les limites de réalisation de l'objet du PRAO. Souvent fixée par le client dans le CdC, il est important que cette composante de l'offre commerciale soit en accord avec ses attentes. Tout dépassement de délai doit être soigneusement argumenté dans la proposition commerciale afin d'éviter son rejet immédiat.

Au final, seul le coût apparaît, dans la plupart des approches, comme l'élément influant la « calibration » de l'offre commerciale (la tendance de nombreux acheteurs est de ne décider que sur le seul prix de la prestation).

Le coût doit tenir compte de tous les éléments subjacents à l'exécution du projet (activités, ressources humaines, ressources techniques, matières premières, durées,...) mais aussi de la gestion des risques menée (barrières mises en place pour éviter, atténuer, transférer ou supporter les risques).

Le soumissionnaire doit ainsi estimer le coût d'application de la politique de gestion des risques et l'intégrer dans son offre commerciale. Cette intégration va beaucoup plus loin de la simple addition de ce coût au coût total du projet. Une analyse particulière de prise en compte du gain obtenu par l'application d'une politique de gestion des risques doit être déployée.

Trois approches courantes en dimensionnement de projets pour estimer l'offre commerciale en termes de coût peuvent être envisagées :

- affecter un coefficient multiplicatif *risque* à chacun des coûts des tâches du projet (permettant d'obtenir le vrai coût de l'activité incluant celui de la gestion des risques (surcoûts associés aux actions d'évitement, réduction, tolérance, transfert,...) et faire la somme globale des coûts coefficientés des tâches composant le projet,
- établir le coût de chacune des actions de traitement des risques (coûts directs + coûts indirects) et en déduire le coût d'une stratégie de traitement (somme des coûts des actions), établir le coût du projet sans prise en compte des risques (somme des coûts des tâches) ainsi que le gain sur les impacts (somme des coûts des impacts des risques traités). Au final, le coût du projet sera la somme des coûts des tâches plus le coût global réduit des impacts plus le coût des stratégies de traitement [Nguyen, 2011],
- établir la somme du coût du projet (sans prise en compte des risques) et du coût de la stratégie des risques, multiplier cette somme par un coefficient de risque résiduel (correspondant au pourcentage de risques non écartés).

Nous n'avons pas un choix de méthode pour l'estimation de l'offre. Nous avons seulement présenté les différentes possibilités du prestataire pour dimensionner l'offre à proposer au client.

Notre objectif n'est pas d'être intrusif dans la manière avec laquelle le soumissionnaire établit son offre commerciale mais de lui offrir des outils pour faciliter cette tâche en prenant en compte sa démarche d'ingénierie risque.

Rappelons que le soumissionnaire peut, en tout moment, s'inspirer des offres faites dans le passé pour dimensionner l'offre du cas courant. Il peut consulter la base REx pour étudier comment des propositions commerciales antérieures avaient été établies (soulignons que ce recours aux expériences passées peut être une approche particulièrement intéressante dans les situations où le délai de réponse est très court).

## IV.4.2 Estimation de l'offre commerciale par retour d'expérience

Un appui important à l'établissement de l'OC est la récupération et l'adaptation des offres commerciales élaborées dans le passé dans le cadre de PRAO similaires.

A l'instar de la phase 1 de l'ingénierie risque que nous avons présentée dans la section précédente, des mécanismes de consultation de la base REx peuvent être mis en place pour calibrer l'offre commerciale.

Les modes de recherche que nous avons choisis pour l'estimation de l'OC par retour d'expérience sont les mêmes que ceux utilisés pour l'ingénierie risque : la recherche d'expériences passées par similarité entre les contextes et la recherche par requête de valeurs (*cf.* section IV.3.2.1).

Pour le principe de la recherche par similarité entre contextes, rappelons que la démarche consiste à récupérer des expériences similaires identifiées par rapport à la proximité entre les valeurs des descripteurs sélectionnés et le poids (ou l'importance) que l'utilisateur accorde à ces descripteurs.

Le résultat est une liste d'expériences (fiches BiPMS) avec leurs scores de similarité présentés en ordre décroissant.

A partir des fiches récupérées, le soumissionnaire peut :

- récupérer l'intégralité de l'OC de la fiche la plus similaire et l'adapter au cas courant,
- ne récupérer qu'une partie de l'OC de la fiche la plus similaire et l'ajuster avec son propre raisonnement du cas courant,
- récupérer plusieurs parties des OC des fiches similaires et les fusionner/adapter pour établir l'OC du cas courant,
- ne pas récupérer des OC mais la trace des modes de raisonnement des expériences passées similaires pour s'en inspirer afin de construire l'OC du cas courant.

Selon nous, cette dernière approche est la meilleure façon de se servir de l'expérience passée et de la connaissance qu'elle sous-tend.

Rappelons ici que la fiche BiPMS que nous avons développée permet la capitalisation de la trace des raisonnements menés au niveau de chaque composante ; ceci permet la récupération a posteriori des informations sur la manière avec laquelle un descripteur a été renseigné ainsi que les éléments qui ont servi d'appui à ce renseignement (expériences associées, mécanismes d'adaptation, commentaires sur le raisonnement,...).

Illustrons ce point. Supposons, par exemple, disposer d'une fiche BiPMS récupérée dans laquelle le « coût » de l'offre avait été établi par la troisième approche d'estimation du coût présentée dans le paragraphe précédent, la « qualité » étudiée à partir des caractéristiques de deux projets similaires exécutés dans le passé (fiches BiPMS\_106 et BiPMS\_405) et le « délai » dimensionné suivant les échéances imposées par le client. Remarquons que ces informations ne correspondent pas à l'OC proprement dit mais aux modes de raisonnement suivis par l'analyste qui a renseigné cette fiche passée.

Le soumissionnaire peut adopter pour le cas présent la même logique de raisonnement que celle consignée sur la fiche récupérée. Il peut estimer différemment un ou plusieurs paramètres. Il peut écarter ce mode de raisonnement car, même si l'expérience récupérée est « similaire » au cas courant, il juge la logique utilisée non satisfaisante,...

Pour le principe de la recherche par requête de valeurs, la démarche consiste à récupérer les expériences contenant la valeur du (des) descripteur(s) choisi(s).

Pour le cas de l'ingénierie risque, une deuxième modalité de recherche par requête de valeurs dans le modèle CEMDEX avait été évoquée avec pour objectif de récupérer des risques particuliers pouvant intéresser le PRAO courant.

Pour le cas de l'estimation de l'OC, cette modalité de recherche est intégrée à la recherche classique de valeurs des descripteurs. En effet, pour l'estimation de l'OC il n'y a pas de modèle spécifique associé (l'OC est estimée à partir des éléments déclarés dans la fiche BiPMS). Cependant, si l'utilisateur souhaite récupérer une OC particulière (par exemple, une OC où le coût a été inférieur ou supérieur à un certain seuil) il suffit de lancer une recherche sur ce paramètre. Il en est de même pour les deux autres paramètres de l'OC (la qualité et le délai).

## IV.5 DISCUSSION SUR BIPRiM

L'objectif principal de la méthodologie BiPRiM est de servir de guide à la conduite du PRAO. Les processus et modèles sur lesquels cette méthodologie s'appuie sont le PRAO-P, le PMR (dont les supports sont le modèle CEMDEX et la cartographie des risques PRAO) et le REx (dont les supports sont l'expérience <C-A-S-D-CI> et la fiche BiPMS).

La démonstration de mise en œuvre de BiPRiM a porté principalement sur l'ingénierie risque devant être conduite lors d'un PRAO.

La démarche exploite les expériences passées en réutilisant et en adaptant les informations récupérées (données, expériences, connaissances,...) pour prévoir les risques potentiels pouvant survenir dans le PRAO-P.

Un autre volet de notre démonstration a porté sur la manière d'élaborer une proposition commerciale robuste en prenant en compte les solutions de gestion des risques prévues.

Les éléments présentés ont permis de montrer l'intérêt des fonctionnalités mises en place pour :

- l'assistance aux processus décisionnels par rapport à la poursuite d'un AO donné,
- la conduite de l'étude de faisabilité de l'objet du PRAO,
- l'élaboration de la réponse technique, de la solution de gestion des risques et de la proposition commerciale.

Nous avons validé les processus, modèles et outils constituant la méthodologie BiPRiM.

Globalement, la fiche informatisée BiPMS peut être considérée comme le socle de BiPRiM car elle est l'instrument de réalisation des trois activités du REx.

La fiche BiPMS constitue un support adapté (grâce aux différents types de descripteurs qui la composent) pour la capitalisation de l'expérience. Elle a été instrumentée pour permettre le traitement des expériences passées en vue de leur adaptation au cas courant. Elle facilite la mise en œuvre des différents mécanismes d'exploitation pour récupérer des informations pertinentes.

Au niveau de l'expérimentation, bien que la définition de la méthodologie BiPRiM et la réalisation de la fiche BiPMS aient été faites en s'appuyant sur des cas industriels, l'application en dimension réelle n'a pas été possible.

La mise en place d'un système de retour d'expérience dans un contexte industriel est une opération longue ; elle est généralement précédée d'un travail préparatoire également important. De même, l'exploitation doit être également conduite sur une période importante afin d'alimenter la base et permettre un retour significatif sur l'efficacité des systèmes mis en place.

Le LGP a une expérience d'accompagnement d'industriels pour cette mise en place de systèmes REx et, dans notre cadre de recherche, il n'était pas possible d'inscrire l'opérationnalisation de BiPRiM dans le temps de préparation du doctorat.

Nos travaux se situaient clairement en amont de l'utilisation par un usager. Nous avons défini une méthodologie, en accord avec les pratiques industrielles de l'entreprise, et nous l'avons instrumentée en nous appuyant sur les développements théoriques actuels dans le domaine.

La finalité est la mise à disposition de l'utilisateur (les soumissionnaires d'AO) de cette méthodologie BiPRiM. Nous avons conduit nos développements dans un souci d'opérationnalisation des résultats ; le prototype BiPMS que nous avons présenté nous paraît être une bonne illustration de l'applicabilité de ceux-ci.

Notons encore que l'entreprise n'ouvre pas très facilement l'accès au processus cible de notre recherche « la réponse aux appels d'offres » car celui-ci appartient au cercle des activités sensibles de l'entreprise. Le LGP a eu, cependant, plusieurs partenariats contractuels avec différentes sociétés sur ce sujet, lui permettant par un travail en immersion de cerner les caractéristiques de ce processus.

Il est apparu que certaines entreprises, travaillant sous la modalité d'AO, saisissent bien des informations liées à leur démarche de réponse mais, ceci, dans le cadre peu formalisé de fiches élémentaires ; le processus de capitalisation de ces outils (peu structurés) est pauvre, la consultation et la réutilisation des informations sont difficiles. Plusieurs inconvénients en découlent : le manque d'ergonomie (la saisie est informelle), le traitement et l'exploitation irréalisables, la difficulté technique pour chercher l'information, l'incomplétude des informations saisies,...

Le seul intérêt de ce type d'outil est l'enregistrement de données pouvant servir d'appui dans certaines phases aval du même projet.

De même, certaines entreprises élaborent des fiches risques pour y répertorier et analyser les risques pouvant affecter le déroulement du projet et les événements susceptibles d'en déclencher l'apparition. Généralement plus structurées que les fiches utilisées pour la saisie des informations sur le PRAO, ces fiches risques permettent l'élaboration des plans d'action et, dans certains cas, leur suivi. Cependant, elles restent difficiles à exploiter pour la réutilisation des informations dans d'autres projets.

Ces outils de suivi peuvent être avantageusement remplacés facilement par la fiche BiPMS qui, dotée des fonctionnalités que nous avons présentées dans le chapitre III, comble très largement les insuffisances de ces simples feuilles de consignation d'information.

Un travail d'implémentation de la méthodologie BiPRiM a été initialisé au sein de l'entreprise « AES Bordeaux » qui répond aux AO pour la conception et fabrication des engins d'élevage.

La saisie d'AO et des premières phases de leur traitement à l'aide de la fiche BiPMS a permis d'amorcer une action de validation de la fiche pour la phase de capitalisation. Cependant, les phases de traitement et d'exploitation restent à valider.

Ce travail devra être poursuivi et étendu à d'autres entreprises afin de permettre d'exploiter les informations en retour de ces expériences d'utilisation de BiPRiM et d'améliorer, si nécessaire, les performances de cette méthodologie.

## IV.6 CONCLUSION

Ce chapitre visait à décrire la démarche à suivre lors d'un PRAO en utilisant la méthodologie BiPRiM.

Nous avons présenté, tout d'abord, l'architecture support de la méthodologie BiPRiM.

Les différents éléments d'appui (modèles, processus) que nous avons développés dans les chapitres précédents ont été organisés autour de six macro-activités formant la trame de la méthodologie. Le principe de réutilisation des expériences passées est comparable à celui du RàPC.

Nous avons présenté les mécanismes qui permettent la recherche et l'adaptation des expériences passées pertinentes par rapport à un nouveau contexte, en détaillant davantage ceux que nous avons retenus.

Deux approches permettant d'effectuer des recherches d'informations dans une base REx ont été décrites. Elles constituent les modes de recherche que nous avons décidé d'utiliser pour la récupération des expériences et des connaissances : la recherche libre classique, par requête des valeurs et la recherche par similarité.

Pour ce deuxième mode, une attention particulière a été accordée à la sélection des mesures de similarité car notre choix d'utiliser plusieurs types de descripteurs dans la fiche BiPMS impose un traitement particulier pour chaque descripteur. Nous avons choisi une approche locale/globale avec les fonctions d'agrégation de Minkowski  $\phi_{\text{Minkovski}}$  et produit  $\phi_{\text{produit}}$ , pour établir le score de similarité global et nous avons présenté, pour chaque type de descripteur considéré, nos choix des fonctions de similarité locale.

Nous avons rappelé l'importance de bien renseigner le contexte du nouvel AO et du soumissionnaire (à l'aide des différentes fonctionnalités des descripteurs) pour préparer les informations utiles pour la recherche des expériences et des risques pouvant assister le PRAO courant.

Nous avons adopté le point de vue du gestionnaire de risques pour mener la démonstration sur la conduite de son ingénierie risque en utilisant la méthodologie BiPRiM. Quatre phases ont été définies. La phase 1 permet la recherche, via les mécanismes d'appui développés, des expériences et des risques pouvant être utiles à l'expert pour aborder le cas courant. Les phases 2 et 3 correspondent respectivement à l'établissement de la base des risques potentiels et de celle des risques à retenir pour le cas courant avec, pour ces derniers la définition des actions à conduire pour les gérer. La phase 4 permet de dresser un bilan sur l'efficacité de l'ingénierie des risques conduite.

Nous avons ensuite conduit la démonstration d'élaboration d'une proposition commerciale gagnante vis-à-vis du client mais aussi du soumissionnaire, s'appuyant elle aussi sur la méthodologie BiPRiM.

Les phases principales sont, là encore, la récupération et l'adaptation des offres commerciales élaborées dans le passé pour des PRAO similaires. Les mêmes mécanismes de recherche sont utilisés pour récupérer de la base REx les informations nécessaires à ce mode d'estimation de l'OC.

Dans la discussion qui a suivi, nous avons insisté sur l'importance qu'il y a à conduire maintenant une expérimentation réelle, développée dans le temps et permettant un retour significatif sur les performances de la méthodologie.

Les différents constituants de la méthodologie, directement liés au REx, ont été validés en milieu industriel dans d'autres travaux du LGP. Ceux liés à la gestion des risques l'ont été également mais séparément des premiers. La modélisation CEMDEX a été testée dans des situations classiques.

Par contre, nos propositions d'intégration des principes propres à chacun n'ont pas été réellement éprouvées en contexte réel.

Nous avons montré la faisabilité de ces associations. Nous avons testé les outils d'aide permettant de conduire aisément les différentes phases de la méthodologie. Nous avons pris soin de ne pas contraindre la démarche de l'expert dans l'utilisation de BiPRiM en veillant à ne pas être intrusif vis-à-vis de l'application par les acteurs de leurs règles *métier*.

L'étape suivante sera l'expérimentation sur le terrain.

Pour terminer, soulignons que, comme son nom l'indique (BiPRiM), la solution que nous avons développée pour conduire la gestion des risques dans le PRAO en utilisant le retour d'expériences est, avant tout, une méthodologie de travail. Pour valoriser son utilité et son application, l'implication et l'appropriation par les acteurs sont primordiales. La pérennisation de la solution suppose évidemment le plein engagement des utilisateurs sous l'impulsion d'une direction affichant fortement les objectifs et les attentes de l'entreprise.

## CONCLUSION GENERALE

Les entreprises sont les entités principales d'un monde économique complexe et instable. Cette complexité se caractérise par la globalisation des marchés, la conjoncture économique, l'émergence des nouvelles technologies, le raccourcissement du cycle de vie des produits, les exigences de qualité de plus en plus élevées, la nature de la concurrence, les changements culturels, les nouvelles techniques de communication,...

Au sein des entreprises, les équipes projet évoluent dans un contexte complexe pour atteindre les objectifs visés dans un espace de manœuvre « ressources-objectifs » souvent restreint. Ce contexte est le résultat de l'initiation d'une relation de travail entre deux entités : le client et le fournisseur.

Souvent commencée par une procédure d'appel d'offre (AO) dans laquelle plusieurs fournisseurs potentiels sont en concurrence, cette relation de travail est difficile à déclencher et, une fois initialisée, elle reste difficile à mener. Du point de vue du client, le prestataire doit être en mesure de lui fournir le produit/service dont il a besoin avec les caractéristiques de coût, qualité et délai qu'il souhaite. Du point de vue du soumissionnaire, le projet auquel celui-ci répond doit garantir la cohérence avec son métier ainsi que l'accomplissement de ses objectifs, tout en respectant ceux du client.

Nos travaux se sont placés du côté du soumissionnaire. Comme nous l'avons présenté au début de ce mémoire, celui-ci engage du temps et des ressources pour faire une proposition commerciale qui risque de ne pas être retenue. Si elle est retenue, le prestataire risque de s'engager dans un développement très pénalisant ne lui permettant pas d'atteindre ses objectifs.

Le processus de réponse à appel d'offre (PRAO) est un sujet d'actualité et une préoccupation majeure pour les entreprises qui travaillent sous cette modalité. Cette pratique est incontournable dans quasiment tous les secteurs industriels et la nécessité de l'assister via des outils non intrusifs aux modes de fonctionnement des entreprises est de plus en plus pressante.

En effet, comme nous l'avons constaté au cours de nos travaux, il existe peu d'outils permettant de conduire ce processus (et les développements qui en découlent) de manière efficace en considérant les risques potentiels. Il est davantage difficile de trouver de travaux considérant l'expérience acquise lors des projets passés pour assister le PRAO.

Il nous a donc paru essentiel d'étudier une approche globale de conduite du PRAO en considérant les risques potentiels via un processus de retour d'expérience pour apporter une réponse aux manques constatés.

Au long de ce mémoire, nous avons souhaité montrer l'intérêt d'un couplage entre le processus de réponse à appel d'offre (PRAO), le processus de management des risques (PMR) et le retour d'expérience (REx) pour permettre, sur la base d'un référentiel des processus et des modèles clair et d'un outillage logiciel approprié, la mise en place d'une méthodologie globale de gestion des risques par retour d'expérience dans le PRAO.

Les travaux ont donc conduit la proposition de la méthodologie BiPRiM. Afin de mettre en évidence les principales contributions de nos travaux, nous rappelons les différentes étapes qui ont formé notre démonstration.

La première étape a consisté en la présentation du contexte de travail et de la problématique de recherche. Nous avons caractérisé le processus de réponse à appel d'offres et nous avons montré l'importance de considérer l'ensemble du cycle du projet pour l'analyse du PRAO puisque la pertinence des actions menées en phase de PRAO ne peut être constatée que durant la

réalisation ou à la clôture du projet. Nous avons développé la problématique de recherche et abordé les premières pistes de solution.

Nous nous sommes ensuite intéressés au risque. Nous avons considéré les différents concepts et définitions qui s’y rapportent afin d’en dégager notre propre vue du risque étendue au risque PRAO. Nous avons ensuite établi une typologie particulière des risques PRAO-P ainsi qu’une cartographie des situations « risque » afférentes. Enfin, nous avons développé un modèle de représentation du risque, le modèle CEMDEx, permettant d’appréhender les différentes caractéristiques utiles pour renseigner le risque et en permettre la gestion.

L’étape suivante a porté sur le retour d’expérience. Nous avons d’abord introduit les principes généraux du retour d’expérience et leur application dans le PRAO. Nous avons proposé une définition de l’expérience adaptée à notre contexte de travail. Formée de cinq composantes (contexte, analyse, solution, déploiement et clôture), elle permet de couvrir convenablement le cycle PRAO-P et a donné lieu à une fiche de saisie d’expérience, la fiche « BiPMS », organisée de la même manière. Les descripteurs associés ont été définis et détaillés ; ils permettent de « tracer » l’expérience PRAO-P axée « risque » pour son ultérieure exploitation. Une version numérique de BiPMS a été développée à des fins d’opérationnalisation ; nous avons présenté le prototype réalisé ainsi que ses fonctionnalités.

La dernière étape a consisté à la mise en place de la méthodologie BiPRiM. Nous avons présenté l’architecture support qui met en relation les différents processus que nous avons introduits et les modèles développés. Nous avons proposé les fonctions d’assistance permettant d’exploiter la base REx. Les mécanismes d’appui permettant la recherche et l’adaptation des expériences passées pertinentes par rapport à un nouveau cas ont été introduits et nous avons détaillé ceux retenus. Les approches de recherche basées sur les requêtes des valeurs (recherche libre classique) et sur la similarité ont été privilégiées. Nous avons décrit comment le gestionnaire des risques exploite la base REx en vue de conduire son ingénierie risque. Nous avons également montré comment la proposition commerciale est élaborée en tenant compte de cette ingénierie risque. Une discussion sur les caractéristiques de BiPRiM et sur sa validation a été enfin menée.

Les résultats que nous avons exposés tout au long de notre démonstration attestent bien que nous avons répondu à la problématique initiale. En effet, la solution met en œuvre une instrumentation adaptée du processus de réponse à appel d’offre, combinant le processus de management des risques (PMR) et un système de retour d’expérience déployé sur l’ensemble du PRAO-P. Nous avons porté une attention particulière à ce que la méthodologie BiPRiM soit la moins intrusive possible par rapport aux modes de fonctionnement des entreprises. Nous sommes convaincus qu’elle facilitera, grâce aux différentes fonctionnalités de la fiche BiPMS, la tâche des soumissionnaires.

Les développements réalisés dans le cadre de cette thèse s’inscrivent dans la continuité des travaux sur deux axes majeurs de recherche du Laboratoire Génie de Production (LGP) : les systèmes de retour d’expérience et la gestion des risques.

A l’issue de ce travail, plusieurs voies de développement et d’approfondissement se dégagent. Certaines peuvent être prises en compte à court terme car elles concernent le cadre applicatif direct de nos travaux. D’autres sont à moyen terme et nécessitent des développements complémentaires plus conséquents.

Nous identifions au moins quatre voies de développements.

### **1. Finalisation de la version numérique de BiPMS**

Deux actions sont à poursuivre :

- finaliser l'implémentation des fonctions de capitalisation et d'exploitation de l'expérience afin de disposer d'un ensemble complet de fonctionnalités REx. Actuellement, le prototype BiPMS permet une capitalisation aisée de l'expérience. Les choix faits et les développements qui ont suivi permettent de consigner les informations concernant le cas courant et de renseigner les modes de raisonnement par rapport aux analyses menées. Soulignons que l'analyste peut s'exprimer librement lors de la saisie des descripteurs (mécanismes de construction des risques, suggestions d'améliorations, généralisation de connaissances,...). Au contraire des supports informatiques classiques de capitalisation de l'information qui laissent peu de marge à l'expression en langage naturel par l'utilisateur, BiPMS facilite la libre expression de l'expert.  
L'outil de capitalisation est aujourd'hui opérationnel même si certaines implémentations sont à finaliser pour les descripteurs complexes.
- développer le prototype d'exploitation de la base d'expériences en se basant sur les spécifications détaillées présentées dans le chapitre IV. Deux catégories d'outils sont prévues :
  - i) l'outil d'exploitation relatif à la construction de la base des risques qui permettent le remplissage des descripteurs d'analyse et de clôture correspondants,
  - ii) l'outil d'exploitation de la proposition d'offre commerciale intégrant de façon explicite le coût de l'ingénierie des risques menée.

Par ailleurs, pour fournir un ensemble applicatif viable, il sera nécessaire de lier de façon unifiée ces différents outils.

Le développement d'une interface d'accueil, accessible après authentification, permettra d'accéder à l'outil de capitalisation ou aux différents outils d'exploitation. Cependant, nous ne prévoyons pas immédiatement « l'intégration » de ces deux familles d'outils ; dans un premier temps, ils seront considérés comme des modules indépendants, les développements informatiques de liaison (travaux conséquents) ne seront entrepris qu'après la pleine expérimentation et la validation de ces modules.

## **2. Expérimentation dans un cas industriel**

L'expérimentation complète de la méthodologie BiPRiM et des outils associés sur des cas industriels réels est indispensable. Elle permettra d'abord de valider si les outils de capitalisation sont effectivement appropriés aux différents processus de réponse à appel d'offre. Les facilités d'adaptation que nous avons prévues pour les modèles devraient aider en ce sens.

A court terme, nous devons procéder à la pleine expérimentation de l'outil BiPMS déjà commencée dans l'entreprise partenaire AES ; nous souhaitons valider nos choix quant à la composition des informations de la fiche (les premiers résultats obtenus sont très positifs). Nous vérifierons aussi si les paramétrages et autres facilités proposées sont appropriés. Nous identifierons éventuellement des axes de progrès en ce sens.

Cette phase d'expérimentation de l'outil de capitalisation permettra de disposer en base REx de réelles expériences de conduite de PRAO qui serviront de support pour expérimenter les futurs outils d'exploitation.

Suite à cette première implémentation, d'autres expérimentations pourront être réalisées, certainement dans des domaines différents, ce qui nous permettra de juger du caractère générique de notre approche. Ainsi, nous nous assurerons que les fonctionnalités attendues sont bien assurées et que l'ensemble est cohérent et adaptable.

### 3. Amélioration de la méthodologie

La mise en œuvre de la méthodologie BiPRiM sur des cas concrets va très certainement conduire à des réflexions sur des évolutions possibles ; il faudra prendre en compte ce « retour d'expérience » pour améliorer et/ou ajuster les performances de BiPRiM.

Ainsi, certains processus constitutifs de BiPRiM peuvent ne pas être toujours adaptés au contexte industriel considéré. Par exemple, l'ingénierie des risques que nous préconisons peut ne pas être la plus efficace vis-à-vis de certaines entreprises. D'autres modes de conduite d'ingénierie pourront être considérés.

En outre, au cours de nos travaux, nous avons déjà identifié des voies d'amélioration particulières. Elles concernent principalement des modes de recherche d'information pertinentes. Plusieurs développements sont envisageables :

- recherche « automatique » des risques potentiels pertinents à partir des informations saisies en ligne par l'analyste sans paramétrage des outils de recherche. Il s'agit d'une exploitation en mode « push » du retour d'expérience utilisant des relations causales entre descripteurs et risques (qui auront été préalablement identifiées par l'expert dans les cas antérieurs) (cf. IV.3.2.5),
- recherche sur les méta-informations associées aux expériences (et aux descripteurs qui la composent). Les critères de recherche pourront être : le profil des acteurs ayant conduit les analyses ou les saisies antérieures, le taux de remplissage de descripteurs, les écarts relevés entre les valeurs prévues et constatées, présence de valeurs non saisies ou invalidées...,
- amélioration de la représentation de la similarité : représentation sous forme d'indicateurs interactifs selon plusieurs dimensions (score synthèse / détaillé, niveau d'incertitude, niveau de recouvrement,...) pour bien intégrer les effets des choix de désactivation et de non saisie de descripteurs.

Enfin, il sera important d'étudier la mise en œuvre du retour d'expérience sur la conduite même de la méthodologie BiPRiM et non seulement celle de l'ingénierie risque et OC. Il faut pour cela chercher à évaluer les différents processus engagés en intégrant des informations critiques sur les cas passés. L'intégration des fonctionnalités d'évaluation des processus et des mécanismes employés dans BiPRiM est également une perspective de recherche importante.

### 4. Développement de la version 2 de BiPMS

Sans anticiper sur ces développements à moyen terme, il paraît déjà intéressant d'étudier les aspects suivants :

- la modélisation des raisonnements experts. Actuellement, la « connaissance » est appréhendée sous forme textuelle qui nécessitera une amélioration des mesures de similarité pour prendre en compte la sémantique réelle. Une alternative particulièrement intéressante sera d'envisager la modélisation sous l'angle du Raisonnement à Partir de Trace. De plus, la prise en compte de l'aspect temporel en RàPT est un élément qui renforce notre intérêt envers ces techniques,
- la reproductibilité des modes de raisonnement engagés dans des expériences passées qui permettra de « rejouer » le scénario dans le nouveau contexte de la base d'expériences courante et de confronter les résultats,
- la gestion des bases de connaissances pour en assurer la vérification et la maintenance (validité de l'expérience, regroupement en cluster, corrections d'erreurs,...) et, sous l'angle de l'extraction des connaissances, pour en enrichir le contenu : découverte de règles, extraction de connaissances,...

---

# BIBLIOGRAPHIE

**[Aamodt et Plaza, 1994]**

Aamodt, A. et Plaza, E. (1994). Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI communications*, 7(1):39–59.

**[AFIS, 2009]**

AFIS (2009). Découvrir et comprendre l'ingénierie système : Ouvrage collectif AFIS préparé par le groupe de travail Ingénierie Système. Rapport technique, Association Française d'Ingénierie Système. [www.afis.fr](http://www.afis.fr).

**[Aguirre et al., 2013]**

Aguirre, F., Sallak, M. et Schon, W. (2013). Incertitudes aléatoires et épistémiques, comment les distinguer et les manipuler dans les études de fiabilité. In *QUALITA2013*.

**[Aha et al., 2001]**

Aha, D., Weber, R. O., Muñoz-Avila, H., Breslow, L. et Gupta, K. M. (2001). Bridging the lesson distribution gap. In *IJAC, Seattle, USA*. Elsevier.

**[Alberts, 2006]**

Alberts, C. J. (2006). Common elements of risk. Rapport technique, DTIC Document.

**[Alquier et al., 2000]**

Alquier, A. M., Cagno, E., Caron, F., Leopoulos, V. et Ridao, M. A. (2000). Analysis of external and internal risks in project early phase. *Projet PRIMA (Projet de gestion des risques - IST-1999-10193)*, pages 147–155.

**[Alquier et al., 1999]**

Alquier, A.M., Soliveres, H. et Tignol, M.H. (1999). Aide à la décision pour réponse à appel d'offre et management du système d'information. *Journal of Decision Systems*, 8(1):101–122.

**[Aven, 2010a]**

Aven, T. (2010a). On how to define, understand and describe risk. *Reliability engineering & System safety*, 95(6):623–631.

**[Aven, 2010b]**

Aven, T. (2010b). Some reflections on uncertainty analysis and management. *Reliability Engineering & System Safety*, 95(3):195–201.

**[Aven et Renn, 2009]**

Aven, T. et Renn, O. (2009). On risk defined as an event where the outcome is uncertain. *Journal of risk research*, 12(1):1–11.

**[Aven et Zio, 2011]**

Aven, T. et Zio, E. (2011). Some considerations on the treatment of uncertainties in risk assessment for practical decision making. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(1):64–74.

**[Avoine, 1998]**

Avoine, B. E. (1998). *La pratique des coûts dans les projets industriels*. Numéro 978-2-12-475020-7.

**[Baillon, 2007]**

Baillon, A. (2007). *Traitement subjectif de l'incertitude dans les décisions individuelles*. Thèse de doctorat, Arts et Métiers ParisTech.

**[Balmisse, 2004]**

Balmisse, G. (2004). *Guide des outils du Knowledge Management : panorama, choix et mise en œuvre*. Vuibert.

**[Barthelme-Trapp et Vincent, 2001]**

Barthelme-Trapp, F. et Vincent, B. (2001). Analyse comparée de méthodes de gestion des connaissances pour une approche managériale. In *Actes de la X<sup>ème</sup> conférence annuelle de l'AIMS*.

**[Barthélémy et Quibel, 2000]**

Barthélémy, B. et Quibel, J. (2000). *Gestion des risques de l'entreprise*. Ed. Techniques Ingénieur.

**[Basili, 1993]**

Basili, V. R. (1993). The experience factory and its relationship to other improvement paradigms. In *Software Engineering—ESEC'93*, pages 68–83. Springer.

**[Baumard, 1996]**

Baumard, P. (1996). *Les organisations déconcertées : La gestion stratégique de la connaissance*.

**[Benaben, 2009]**

Benaben, A.L. (2009). *Méthodologie d'identification et d'évaluation de la sûreté de fonctionnement en phase de réponse à appel d'offre*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Bergmann, 2002]**

Bergmann, R. (2002). *Experience management: foundations, development methodology, and internet-based applications*. Springer-Verlag.

**[Bergmann et Stahl, 1998]**

Bergmann, R. et Stahl, A. (1998). *Similarity measures for object-oriented case representations*. Springer.

**[Bernard et al., 2002]**

Bernard, J., Aubert, B., Bourdeau, S., Clement, E., Debuissy, C., Dumoulin, M., Laberge, M., Marcellis, N. et Peignier, I. (2002). *Le risque: un modèle conceptuel d'intégration*.

**[Bertin, 2012]**

Bertin, A. (2012). *Intégration d'un système de Retour d'Expériences à un PLM*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Bird et al., 1974]**

Bird, F. E., Cecchi, F., Tilche, A. et Mata-Alvarez, J. (1974). *Management guide to loss control*, volume 17. Institute Press Atlanta.

**[Bisson, 1995]**

Bisson, G. (1995). Why and how to define a similarity measure for object based representation systems. *Towards Very Large Knowledge Bases*, pages 236–246.

**[Béler, 2008]**

Béler, C. (2008). *Modélisation générique d'un retour d'expérience cognitif*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Bolshakova et al., 2006]**

Bolshakova, N., Azuaje, F. et Cunningham, P. (2006). Incorporating biological domain

knowledge into cluster validity assessment. *In Applications of Evolutionary Computing*, pages 13–22. Springer.

**[Bonivento et al., 2006]**

Bonivento, A., Carloni, L. P. et Sangiovanni-Vincentelli, A. (2006). Platform based design for wireless sensor networks. *Mobile Networks and Applications*, 11(4):469–485.

**[Bonjour et al., 2006]**

Bonjour, E., Dulmet, M. et al. (2006). Pilotage des activités de conception par l'ingénierie système (IS). *Ingénierie de la conception et cycle de vie des produits*, pages 85–105.

**[Botero et al., 2013]**

Botero, J. D., Béler, C. et Noyes, D. (2013). Maîtrise des risques dans le processus de réponse à appel d'offres. *In 10ème Congrès International Pluridisciplinaire Qualité et Sécurité de Fonctionnement - QUALITA 2013*, Compiègne.

**[Botero et al., 2012]**

Botero, J. D., Béler, C., Noyes, D. et Geneste, L. (2012). Integration of experience feedback into the product lifecycle: An approach to best respond to the bidding process. *In Information Control Problems in Manufacturing*, volume 14, pages 1095–1100, Bucharest, Romania.

**[Bourrelief et al., 2000]**

Bourrelief, P.-H., Deneufbourg, G. et de Vanssay, B. (2000). *Les catastrophes naturelles: le grand cafouillage*. Osman Eyrolles multimédia.

**[Bricard, 2008]**

Bricard, A. (2008). *Mode d'emploi : comment répondre concrètement à un marché public (Imprimés et notices)*. Conseil supérieur de l'Ordre des Experts Comptables - Société Caneva - OSEO, Paris.

**[Brunel et al., 2008]**

Brunel, S., Zolghadri, M. et Girard, P. (2008). Ingénition: Une méthode stratégique pour la génération de la connaissance.

**[Caeymaex, 2007]**

Caeymaex, F. (2007). Risquer, gérer, sécuriser: techniques politiques de la modernité. *Technique et philosophie des risques*, pages 111–122.

**[Cagno et al., 2000]**

Cagno, E., Caron, F. et Mancini, M. (2000). Cost estimation of industrial risk in the bidding process. *In SENET review, 1st South East Europe Regional Conference on Project Management, Ljubljana (Slovenie)*.

**[Cagno et al., 2007]**

Cagno, E., Caron, F. et Mancini, M. (2007). A multi-dimensional analysis of major risks in complex projects. *Risk Management*, 9(1):1–18.

**[Cagno et al., 2001]**

Cagno, E., Caron, F. et Perego, A. (2001). Multi-criteria assessment of the probability of winning in the competitive bidding process. *International Journal of Project Management*, 19(6):313–324.

**[Canadian-Standards, 1997]**

Canadian-Standards, A. (1997). *CAN CSA-Q850-97: Risk Management: Guideline for Decision Makers*.

**[Caron et al., 2007]**

Caron, F., Fumagalli, M. et Rigamonti, A. (2007). Engineering and contracting projects: A value at risk based approach to portfolio balancing. *International journal of project management*, 25(6):569–578.

**[Carter et al., 1996]**

Carter, B., Hancock, T., Morin, J.-M. et Robins, N. (1996). *Introducing RISKMAN methodology: the European project risk management methodology*. HM Stationery Office.

**[Chalal et Alquier, 2005]**

Chalal, R. et Alquier, A. (2005). Un système d'information pour le management des connaissances sur les risques projet. In *Conférence internationale de conception et production ingérées CPI'2005, Casablanca, Morocco*.

**[Chalal et Ghomari, 2006]**

Chalal, R. et Ghomari, A. (2006). An approach for a bidding process knowledge capitalization. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, volume 19.

**[Champin, 2003]**

Champin, P.A. (2003). Ardeco: an assistant for experience reuse in computer aided design. In *WS5: From Structured Cases to Unstructured Problem Solving Episodes for Experience-Based Assistance, Workshop at ICCBR*, volume 3.

**[Chapman, 1997]**

Chapman, C. (1997). Project risk analysis and management—PRAM, the generic process. *International Journal of Project Management*, 15(5):273–281.

**[Chapman et Ward, 2007]**

Chapman, C. et Ward, S. (2007). *Project risk management: processes, techniques and insights*. John Wiley & Sons.

**[Chapman et al., 2000]**

Chapman, C., Ward, S. et Bennell, J. (2000). Incorporating uncertainty in competitive bidding. *International Journal of Project Management*, 18(5):337–347.

**[Chartier-Kastler et Tardieu, 1996]**

Chartier-Kastler, C. et Tardieu, H. (1996). *Précis de conduite de projet informatique*. Les Ed. d'Organisation.

**[Chaudet-Bressy, 2002]**

Chaudet-Bressy, F. (2002). *Apport du retour d'expérience à la maîtrise des risques relatifs à l'hygiène, la sécurité et l'environnement, dans les petits établissements industriels: application à l'industrie du traitement thermique*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

**[Chenouard, 2007]**

Chenouard, R. (2007). *Résolution par satisfaction de contraintes appliquée à l'aide à la décision en conception architecturale*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers-ENSAM.

**[Cheze, 2003]**

Cheze, N. (2003). Statistique inférentielle: Estimation. *Techniques de l'ingénieur. Sciences fondamentales*, (AF168):AF168–1.

**[Clermont et al., 2007]**

Clermont, P., Béler, C., Rakoto, H., Desforges, X. et Geneste, L. (2007). *Capitalisation et*

---

*exploitation du retour d'expérience : un raisonnement à partir de cas étendu aux systèmes sociotechniques. Raisonnement à Partir de Cas 1 : conception et configuration de produits*, volume 1. Série Informatique et Systèmes d'Information.

**[Cordier et al., 2013]**

Cordier, A., Lefevre, M., Champin, P.-A., Georgeon, O. L. et Mille, A. (2013). Trace based reasoning modeling interaction traces for reasoning on experiences. *In Proceedings of the 26th International FLAIRS Conference*, pages 1–15.

**[Cordier et al., 2009]**

Cordier, A., Mascret, B. et Mille, A. (2009). Étendre les possibilités du raisonnement à partir de cas grâce aux traces. *In 17ème atelier de Raisonnement à Partir de Cas*, pages 71–82.

**[Coutu, 2003]**

Coutu, M. (2003). *Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges*. Direction du développement des entreprises et des affaires, Québec.

**[Cross, 2008]**

Cross, N. (2008). *Engineering design methods: strategies for product design*.

**[Cuneo, 2003]**

Cuneo, A. (2003). *Le maître de Garamond*. Stock.

**[Cunningham, 2008]**

Cunningham, P. (2008). A taxonomy of similarity mechanisms for case-based reasoning. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 21(11):1532–1543.

**[Dahanayake et Thalheim, 2010]**

Dahanayake, A. et Thalheim, B. (2010). Co-evolution of information system models. *In Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, pages 314–326. Springer.

**[Delmotte et al., 2014]**

Delmotte, S., Desroches, A. et al. (2014). Méthodes et outils de gestion des risques d'entreprise conformes à l'ISO 31000. *In 6e rencontre des métiers de la santé: Management de la qualité et gestion des risques*.

**[Deneux, 2002]**

Deneux, D. (2002). *Méthodes et modèles pour la conception concurrente*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis.

**[Desroches et al., 2009]**

Desroches, A., Baudrin, D. et Dadoun, M. (2009). *L'analyse préliminaire des risques*. Hermes Science Publications.

**[Desroches et al., 2006]**

Desroches, A., Leroy, A., Quaranta, J.-F. et Vallée, F. (2006). *Dictionnaire d'analyse et de gestion des risques*. Hermes Science Publications.

**[Desroches et al., 2010]**

Desroches, A., Marle, F., Raimondo, E. et Vallée, F. (2010). *Le management des risques des entreprises et de gestion de projet*. Hermes Science Publications.

**[Dubois, 2010]**

Dubois, D. (2010). Representation, propagation, and decision issues in risk analysis under incomplete probabilistic information. *Risk analysis*, 30(3):361–368.

**[Dubois et Prade, 1988]**

Dubois, D. et Prade, H. (1988). *Possibility theory*. Springer.

**[Dubois et Prade, 2006]**

Dubois, D. et Prade, H. (2006). Représentations formelles de l'incertain et de l'imprécis dans concepts et méthodes pour l'aide à la décision. Outils de modélisation. *Hermès-Lavoisier, Paris, France*.

**[Dubois et al., 2008]**

Dubois, D., Prade, H. et Smets, P. (2008). A definition of subjective possibility. *International Journal of Approximate Reasoning*, 48(2):352–364.

**[Duizabo et Guillaume, 1996]**

Duizabo, S. et Guillaume, N. (1996). Les enjeux du transfert des connaissances. *Cahiers du GRES, (9601), Université Paris Dauphiné*.

**[EBIOS, 2010]**

*Méthode de gestion des risques EBIOS (Expression des Besoins et Identification des Objectifs de Sécurité)*. Direction Centrale de la Sécurité des Systèmes d'Information (DCSSI).

**[Ellsberg, 1961]**

Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the savage axioms. *The Quarterly Journal of Economics*, pages 643–669.

**[Ermine, 2000]**

Ermine, J.L. (2000). Les systèmes de connaissances. Hermès, Sciences.

**[Ermine et al., 1996]**

Ermine, J.L., Chaillot, M., Bigeon, P., Charreton, B. et Malavieille, D. (1996). Méthode pour la gestion des connaissances. *Ingénierie des systèmes d'Information, AFCET-Hermès*, 4(4):541–575.

**[Etien, 2006]**

Etien, A. (2006). *L'ingénierie de l'alignement: Concepts, Modèles et Processus. La méthode ACEM pour la correction et l'évolution d'un système d'information aux processus d'entreprise*. Thèse de doctorat, Université Panthéon-Sorbonne-Paris I.

**[Ewald, 2002]**

Ewald, F. (2002). Le risque dans la société contemporaine. *L'Individu dans la société d'aujourd'hui, Pars, Odile Jacob*, pages 9–25.

**[Fabiani, 1996]**

Fabiani, P. (1996). *Représentation dynamique de l'incertain et stratégie de perception pour un système autonome en environnement évolutif*. Thèse de doctorat, Ecole National Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace.

**[Faure et Bisson, 2000]**

Faure, A. et Bisson, G. (2000). Gérer les retours d'expérience pour maintenir une mémoire métier, étude chez PSA Peugeot Citroën. *Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC'2000), Toulouse*.

**[Faure et al., 1999]**

Faure, A., Faure, R. et Bisson, G. (1999). Modeling the experience feedback loop to improve knowledge base reuse in industrial environment.

**[Favre et al., 2008]**

Favre, C., Bentayeb, F. et Boussaid, O. (2008). *Evolution de modèles dans les entrepôts de*

---

données : existant et perspectives, Retour et capitalisation d'expérience – Outils et démarche. AFNOR.

**[Favre et al., 1988]**

Favre, J.-L., Brugnot, G., Gresillon, J.-M. et Jappiot, M. (1988). Évaluation des risques naturels: Une approche probabiliste? *Techniques de l'ingénieur. Construction*, (C3295).

**[FD X50 117, 2003]**

*Management de projet - Gestion du risque - Management des risques d'un projet.* AFNOR.

**[FD X50 118, 2005]**

*Management de projet - Recommandations pour le management d'un projet.* AFNOR.

**[Forsberg et al., 2005]**

Forsberg, K., Mooz, H. et Cotterman, H. (2005). *Visualizing project management: Models and frameworks for mastering complex systems.* John Wiley & Sons.

**[Gauthey, 2008]**

Gauthey, O. (2008). *Le retour d'expérience - Etat des pratiques industrielles.*

**[Gendreau et al., 2007]**

Gendreau, D., Gauthier, M., Hériban, D., Lutz, P. et al. (2007). Contribution à la mise en place d'une architecture modulaire pour la conception des microsystemes de production. *Actes du 7ème Congrès International de Génie Industriel, CIGI'2007.*

**[Giudici et al., 2010]**

Giudici, J., Vervliet, N. et Gautier, R. (2010). Exploitation du retour d'expérience : application au management des risques des projets d'innovation. *In ISDM N°40 - 3eme Conférence francophone « Gestion des connaissances, Société & Organisations » (GECSO 2010).*

**[Gourc, 2006]**

Gourc, D. (2006). *Vers un modèle général du risque pour le pilotage et la conduite des activités de biens et de services : Propositions pour une conduite des projets et une gestion des risques intégrées.* Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Gouriveau, 2003]**

Gouriveau, R. (2003). *Analyse des risques : Formalisation des connaissances et structuration des données pour l'intégration des outils d'étude et de décision.* Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Gouriveau et Noyes, 2003]**

Gouriveau, R. et Noyes, D. (2003). Description et évaluation de risques en conduite de systèmes industriels. *Journal européen des systèmes automatisés*, 37(5):661–684.

**[Gouriveau et Noyes, 2004]**

Gouriveau, R. et Noyes, D. (2004). Risk management-dependability tools and case-based reasoning integration using the object formalism. *Computers in industry*, 55(3):255–267.

**[Gruber, 1995]**

Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International journal of human-computer studies*, 43(5):907–928.

**[Grundstein, 2002]**

Grundstein, M. (2002). De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue.

**[Guillerm, 2011]**

Guillerm, R. (2011). *Intégration de la sûreté de fonctionnement dans les processus d'ingénierie système*. Thèse de doctorat, Université Toulouse III - Paul Sabatier.

**[Gumus, 2005]**

Gumus, B. (2005). *Axiomatic product development lifecycle*. Thèse de doctorat, Texas Tech University.

**[Hadj-Hamou, 2002]**

Hadj-Hamou, K. (2002). *Contribution à la conception de produits à forte diversité et de leur chaîne logistique: une approche par contraintes*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT.

**[Huber et Huber, 2003]**

Huber, O. et Huber, O. W. (2003). Detectability of the negative event: effect on the acceptance of pre-or post-event risk-defusing actions. *Acta Psychologica*, 113(1):1–21.

**[IEEE 1540, 2001]**

*Standard for Software Life Cycle Processes - Risk Management*. IEEE.

**[IFRIMA, 1994]**

*International Risk Management Lexicon*. International Federation of Risk and Insurance Management Associations (IFRIMA).

**[ISO 10006, 2003]**

*Quality management systems - Guidelines for quality management in projects*. ISO.

**[ISO 17666, 2003]**

*Space systems, Risk management*. ISO.

**[ISO 31000, 2009]**

*Risk management - Principles and guidelines*. ISO.

**[ISO GUIDE73, 2002]**

*Risk management, Vocabulary, Guidelines for use in standards*. ISO.

**[ISO GUIDE73, 2009]**

*Risk management - Vocabulary*. ISO.

**[ISO IEC 17799, 2005]**

*Technologies de l'information – Techniques de sécurité – Code de bonne pratique pour la gestion de la sécurité de l'information*. ISO.

**[ISO IEC GUIDE51, 1999]**

*Safety aspects, Guidelines for their inclusion in standards*. ISO.

**[Jabrouni, 2012]**

Jabrouni, H. (2012). *Exploitation des connaissances issues des processus de retour d'expérience industriels*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Jabrouni et al., 2011]**

Jabrouni, H., Kamsu-Foguem, B., Geneste, L. et Vaysse, C. (2011). Continuous improvement through knowledge-guided analysis in experience feedback. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24(8):1419–1431.

**[Kamissoko et al., 2011]**

Kamissoko, D., Péres, F. et Zaraté, P. (2011). Infrastructure network vulnerability. In *20th IEEE International conference on Collaboration Technologies and Infrastructures*, Paris.

**[Kamsu Foguem et al., 2008]**

Kamsu Foguem, B., Coudert, T., Béler, C. et Geneste, L. (2008). Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach. *Computers in Industry*, 59(7):694–710.

**[Kaplan et Garrick, 1981]**

Kaplan, S. et Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. *Risk analysis*, 1(1):11–27.

**[Kervern et Rubise, 1991]**

Kervern, G.-Y. et Rubise, P. (1991). *L'archipel du danger : Introduction aux cindyniques*. Economica, Paris.

**[Kerzner, 2005]**

Kerzner, H. (2005). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.

**[Keynes, 2006]**

Keynes, J. M. (2006). *General theory of employment, interest and money*. Atlantic Books.

**[Klein et Cork, 1998]**

Klein, J. H. et Cork, R. B. (1998). An approach to technical risk assessment. *International Journal of Project Management*, 16(6):345–351.

**[Knight, 1921]**

Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Dover Publications.

**[Kolb et al., 1984]**

Kolb, D. A. et al. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*, volume 1. Prentice-Hall Englewood Cliffs.

**[Kolodner, 1993]**

Kolodner, J. L. (1993). *Case-based learning*, volume 10. Springer.

**[Kontio, 2001]**

Kontio, J. (2001). Software engineering risk management: a method, improvement framework, and empirical evaluation. *Department of Computer Science and Engineering, Laboratory of Information Processing Science. Helsinki, Finland*.

**[Kretschmar et Thevenot, 1996]**

Kretschmar, C. et Thevenot, D. (1996). Leçons acquises: Comment collecter et exploiter l'expérience du passé. In *Fiabilité & maintenabilité. Colloque National*, pages 1022–1035.

**[Lassudrie et Chauveau, 2002]**

Lassudrie, C. et Chauveau, E. (2002). Bien caractériser les risques : Un atout pour le processus de management des risques. In *ICSSEA - Assises 2002 Processus et systèmes d'Information*.

**[Levenshtein, 1966]**

Levenshtein, V. I. (1966). Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals. In *Soviet physics doklady*, volume 10, page 707.

**[Lewkowicz et Zacklad, 2000]**

Lewkowicz, M. et Zacklad, M. (2000). A guide through the construction of a groupware of efficient knowledge management. In *Designing Cooperative Systems: The Use of Theories and Models: Proceedings of the 5th International Conference on the Design of Cooperative Systems (COOP'2000)*, volume 58, page 291. IOS Press.

**[Li et al., 2004]**

Li, M., Chen, X., Li, X., Ma, B. et Vitányi, P. M. (2004). The similarity metric. *Information Theory, IEEE Transactions on*, 50(12):3250–3264.

**[Liebowitz, 1999]**

Liebowitz, J. (1999). *Knowledge management handbook*. CRC Press.

**[Lin et Chen, 2004]**

Lin, C.T. et Chen, Y.T. (2004). Bid/no-bid decision-making—a fuzzy linguistic approach. *International Journal of Project Management*, 22(7):585–593.

**[Malvache et al., 1994]**

Malvache, P., Eichenbaum, C. et Prieur, P. (1994). La maîtrise du retour d'expérience avec la méthode REX. *Performances humaines et techniques*, 69:6–20.

**[Markowitz, 1952]**

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1):pp. 77–91.

**[Marrs et Mundt, 1982]**

Marrs, F. et Mundt, B. (1982). Enterprise concept: Business modeling analysis and design. *Handbook of industrial engineering: Technology and operations management*. Salvendy.

**[Matta et al., 2012]**

Matta, N., Lorette, S., Sediri, M., Nigro, J.M., Barloy, Y., Cahier, J.P. et Hugerot, A. (2012). Representing experience on road accident management. *In Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), 21st International Workshop on*, pages 364–366. IEEE.

**[Matthews et al., 2002]**

Matthews, P. C., Blessing, L. T. et Wallace, K. M. (2002). The introduction of a design heuristics extraction method. *Advanced engineering informatics*, 16(1):3–19.

**[Mendonca Neto et al., 2001]**

Mendonca Neto, M. G., Seaman, C. B., Basili, V. R. et Kim, Y.-M. (2001). A prototype experience management system for a software consulting organization. *In 13<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, pages 29–36.

**[MinEconomie, 2006]**

*Code des marchés publics (édition 2006) - Version consolidée au 1 janvier 2012*. Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.

**[MinEconomie, 2012]**

*Modèle d'avis d'appel public à la concurrence*. Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.

**[MinEconomie, 2014a]**

*Code civil, art. 1787, 1799 - Des devis et des marchés*.

**[MinEconomie, 2014b]**

*Code de commerce, article L 442-6 modifié par la loi n° 2014-344 du 17 mars 2014*.

**[Minsky, 1975]**

Minsky, M. (1975). *The Psychology of Computer Vision*, Chapitre A: framework for representing knowledge, pages 211–277. McGraw-Hill, New York.

**[Nader et Chalal, 2008]**

Nader, F. et Chalal, R. (2008). Organizational Decision Support System (ODSS) for the bidding

process. In *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, 2008. ICTTA 2008. 3rd International Conference on*, pages 1–7. IEEE.

**[NF EN 16271, 2013]**

*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.* AFNOR.

**[Nguyen, 2011]**

Nguyen, T. H. (2011). *Contribution à la planification de projet : Proposition d'un modèle d'évaluation des scénarios de risque-projet.* Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Nonaka et Takeuchi, 1995]**

Nonaka, I. et Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company.* Oxford University Press.

**[Noyes et Gouriveau, 2001]**

Noyes, D. et Gouriveau, R. (2001). Outils d'analyse des risques dans le processus de réponse à appel d'offre. *Actes du Congrès QUALITA'01.*

**[Oracle, 2011]**

*Primavera Risk Analysis - Fiche Technique.* Oracle Corporation.

**[Pahl et al., 1996]**

Pahl, G., Beitz, W., Wallace, K., Blessing, L. et Bauert, F. (1996). *Engineering Design: A Systematic Approach.* Cambridge University Press, 2 édition.

**[Paté-Cornell, 1996]**

Paté-Cornell, M. E. (1996). Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment. *Reliability Engineering & System Safety*, 54(2):95–111.

**[Pecaud, 2004]**

Pecaud, D. (2004). Retour d'expérience lié à l'activité industrielle, Maîtrise des risques. *Bibliothèque Virtuelle Documents et Normes, AFNOR.*

**[Perepletchikov et al., 2005]**

Perepletchikov, M., Ryan, C. et Tari, Z. (2005). The impact of software development strategies on project and structural software attributes. In *On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: OTM 2005 Workshops*, pages 442–451. Springer.

**[Pitiot, 2009]**

Pitiot, P. (2009). *Amélioration des techniques d'optimisation combinatoire par retour d'expérience dans le cadre de la sélection de scénarios de Produit/Projet.* Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[PMI, 2004]**

A guide to the project management body of knowledge: Pmbok guide. Project Management Institute.

**[Polanyi, 1962]**

Polanyi, M. (1962). *Personal knowledge: towards a post-crit. Philos.* University of Chicago Press.

**[Prax, 1997]**

Prax, J.-Y. (1997). Manager la connaissance dans l'entreprise. *Les nouvelles technologies*, page 13.

**[PRIMA, 1999]**

Project Risk Management (PRIMA). *Prima consortium*.

**[Rakoto, 2004]**

Rakoto, H. (2004). *Intégration du Retour d'Expérience dans les processus industriels : Application à Alstom Transport*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Rakoto et al., 2002]**

Rakoto, H., Hermosillo, J. et Ruet, M. (2002). Integration of experience based decision support in industrial processes. In *Systems, Man and Cybernetics, 2002 IEEE International Conference on*, volume 7, page 6. IEEE.

**[Renaud et al., 2008]**

Renaud, J., Bonjour, E., Chebel-Morello, B., Fuchs, B., Matta, N. et al. (2008). *Retour et Capitalisation d'expérience. Outils et démarches*. AFNOR éditions.

**[Renaud et al., 2007a]**

Renaud, J., Chebel-Morello, B., Fuchs, B., Lieber, J. et al. (2007a). *Raisonnement à partir de cas 1. Conception et Configuration de produits, Traité IC2, série Informatique et systèmes d'information*. Lavoisier.

**[Renaud et al., 2007b]**

Renaud, J., Chebel-Morello, B., Fuchs, B., Lieber, J. et al. (2007b). *Raisonnement à partir de cas 2. Surveillance, diagnostic et maintenance, Traité IC2, série Informatique et systèmes d'information*. Lavoisier.

**[Resnik, 1995]**

Resnik, P. (1995). Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy. In *Proceedings of the 14th international joint conference on Artificial intelligence*, volume 1, pages 448–453. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

**[REXAO, 2008]**

Groupement REXAO (retour d'expérience et apprentissage organisationnel). *Ecole des Mines de Paris*, <http://www.rexao.org>.

**[Robert et al., 1993]**

Robert, P., Rey, A. et Rey-Debove, J. (1993). *Dictionnaire : le nouveau petit Robert*. Le Robert.

**[Ruet, 2002]**

Ruet, M. (2002). *Capitalisation et réutilisation d'expériences dans un contexte multiacteur*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Sallaou et al., 2005]**

Sallaou, M., Pailhes, J. et Nadeau, J. (2005). Formulation d'une base de connaissances pour l'aide en conception. In *4eme Conférence Internationale en Conception et Production Intégrées CPI, Casablanca (Maroc)*.

**[Salvi et Debray, 2006]**

Salvi, O. et Debray, B. (2006). A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the Seveso II directive. *Journal of hazardous materials*, 130(3):187–199.

**[Savage, 1972]**

Savage, L. (1972). *The foundations of statistics*. Dover Publications.

**[Scaravetti, 2004]**

Scaravetti, D. (2004). *Formulation préalable d'un problème de conception, pour l'aide à la décision en conception préliminaire*. Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers-ENSAM.

**[Scaravetti et al., 2005]**

Scaravetti, D., Nadeau, J.-P., Pailhès, J. et Sebastian, P. (2005). Structuring of embodiment design problem based on the product lifecycle. *International Journal of Product Development*, 2(1):47–70.

**[Schank, 1982]**

Schank, R. C. (1982). *Dynamic memory: a theory of learning in computer and people*. Cambridge University Press, New York.

**[Schreiber et al., 1994]**

Schreiber, G., Wielinga, B., de Hoog, R., Akkermans, H. et Van de Velde, W. (1994). Commonkads: A comprehensive methodology for kbs development. *IEEE expert*, 9(6):28–37.

**[Sediri et al., 2013]**

Sediri, M., Matta, N. et Loriette, S. (2013). Decision support through the experience feedback of crisis management. In *Proceedings of 5th International Conference on Knowledge Management and Information Sharing*, page 12.

**[Shafer, 1976]**

Shafer, G. (1976). *A mathematical theory of evidence*, volume 1. Princeton University Press Princeton.

**[Sharif et al., 2005]**

Sharif, M. N. A., Zakaria, N. H., Ching, L. S. et Fung, L. S. (2005). Facilitating knowledge sharing through lessons learned system. *Journal of Knowledge Management Practice*, 12:117–124.

**[Sienou, 2009]**

Sienou, A. (2009). *Proposition d'un cadre méthodologique pour le management intégré des risques et des processus d'entreprise*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.

**[Smets et Kennes, 1994]**

Smets, P. et Kennes, R. (1994). The transferable belief model. *Artificial intelligence*, 66(2):191–234.

**[Snider et al., 2002]**

Snider, K. F., Barrett, F. J. et Tenkasi, R. (2002). Considerations in acquisition lessons-learned system design. Rapport technique, DTIC Document.

**[Sommerville et Sawyer, 1997]**

Sommerville, I. et Sawyer, P. (1997). *Requirements engineering: a good practice guide*. John Wiley & Sons, Inc.

**[Spilsbury et al., 2007]**

Spilsbury, M., Perch, C., Norgbey, S., Rauniyar, G. et Battaglino, C. (2007). Lessons learned from evaluation: A platform for sharing knowledge. *United Nations Environment Program, Nairobi, Kenya*.

**[Steen et Aven, 2011]**

Steen, R. et Aven, T. (2011). A risk perspective suitable for resilience engineering. *Safety science*, 49(2):292–297.

**[Stevenson et Hojati, 2007]**

Stevenson, W. J. et Hojati, M. (2007). *Operations management*, volume 8. McGraw-Hill/Irwin Boston.

**[Suh, 1990]**

Suh, N. P. (1990). *The principles of design*, volume 990. Oxford University Press, New York.

**[Sun et Finnie, 2003]**

Sun, Z. et Finnie, G. (2003). Brain-like architecture and experience-based reasoning. *In Proc. 7th Joint Conference on Information Sciences (JCIS)*, pages 26–30.

**[Turner, 2006]**

Turner, J. (2006). Towards a theory of project management: The nature of the project governance and project management. *International Journal of Project Management*, 24(2):93–95.

**[Ullman, 2002]**

Ullman, D. G. (2002). *The mechanical design process*. McGraw-Hill, New York.

**[Utkin et Kozine, 2010]**

Utkin, L. V. et Kozine, I. (2010). On new cautious structural reliability models in the framework of imprecise probabilities. *Structural Safety*, 32(6):411–416.

**[Van Wassenhove et Garbolino, 2008]**

Van Wassenhove, W. et Garbolino, E. (2008). *Retour d'expérience et prévention des risques: principes et méthodes*. Lavoisier.

**[Vaughan, 1997]**

Vaughan, E. (1997). *Risk Management*. John Wiley & Sons, New York.

**[Vérot, 2000]**

Vérot, Y. (2000). Retour d'expérience dans les industries de procédé. *Techniques de l'Ingénieur, traité L'entreprise industrielle (AG 4610)*.

**[Villeneuve, 2012]**

Villeneuve, E. (2012). *Hybridation des retours d'expérience statistique et cognitif pour l'évaluation des risques : Application à la déconstruction des avions*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT).

**[Wall, 2011]**

Wall, K. D. (2011). The Kaplan and Garrick definition of risk and its application to managerial decision problems. *DRMI Working Papers Ongoing Research*.

**[Wang et al., 2009]**

Wang, J., Xu, Y. et Li, Z. (2009). Research on project selection system of pre-evaluation of engineering design project bidding. *International Journal of Project Management*, 27(6):584–599.

**[Weber et al., 2001]**

Weber, R., Aha, D. W. et Becerra-Fernandez, I. (2001). Intelligent lessons learned systems. *Expert systems with applications*, 20(1):17–34.

**[Wieringa et al., 2003]**

Wieringa, R. J., Blanken, H. M., Fokkinga, M. M. et Grefen, P. W. (2003). Aligning application architecture to the business context. *In Advanced Information Systems Engineering*, pages 209–225. Springer.

**[Wu et Palmer, 1994]**

Wu, Z. et Palmer, M. (1994). Verbs semantics and lexical selection. *In Proceedings of the 32nd annual meeting on Association for Computational Linguistics*, pages 133–138. Association for Computational Linguistics.

**[Wybo et al., 2005]**

Wybo, J.L., Ducloy, J., Roche, J.P. et al. (2005). Vers une culture de maîtrise des risques au sein d'aéroports de Paris : Une méthode fondée sur l'appropriation. *Préventique Sécurité*.

**[Xie et al., 2006]**

Xie, G., Zhang, J. et Lai, K. (2006). Risk avoidance in bidding for software projects based on life cycle management theory. *International Journal of Project Management*, 24(6):516–521.

**[Yannou, 2001]**

Yannou, B. (2001). *Préconception de produits*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG.

**[Zadeh, 1978]**

Zadeh, L. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1:3–28.

**[Zafra-Cabeza et al., 2002]**

Zafra-Cabeza, A., Ridao, M. A. et Camacho, E. F. (2002). A decision support system for bidding process. *In Proc. 15th IFAC World Congress on Automatic Control*.



## PUBLICATIONS

J.D. Botero, C. Béler, D. Noyes (2014). BiPRiM methodology: linking Risk Management and Lesson Learnt System for Bidding Process. **APMS 2014, IFIP Conference on Advances in Production Management Systems. Innovative and Knowledge-Based Production Management in a Global-Local World**. Volume 438, pp 233-240. September 20-24, Ajaccio, France.

J.D. Botero, C. Béler, D. Noyes (2013). Risk analysis in project early phase taking into account the product lifecycle: Towards a generic risk typology for bidding process. **MIM 2013, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control**. Volume 7, pp 495-500. June, 19-21, Saint Petersburg, Russia.

J.D. Botero, D. Noyes, C. Béler (2013). Modèle des risques pour les soumissionnaires aux appels d'offres. **10<sup>ème</sup> Congrès International de Génie Industriel**, 12-14 juin, La Rochelle.

J.D. Botero, C. Béler, D. Noyes (2013). Maîtrise des risques dans le processus de réponse à appel d'offres. **10<sup>ème</sup> Congrès international pluridisciplinaire en Qualité et Sécurité de Fonctionnement, QUALITA 2013**, 20-22 mars, Compiègne.

J.D. Botero, C. Béler, D. Noyes, L. Geneste (2012). Integration of experience feedback into the product lifecycle: An approach to best respond to the bidding process. **INCOM 2012, 14<sup>th</sup> IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing**. Volume 14, pp 1095-1100. May 23-25, Bucarest, Roumanie.

J.D. Botero, C. Béler, D. Noyes, L. Geneste (2012). Analyse du cycle de vie du produit par retour d'expérience. Proposition d'un outil d'assistance au processus de réponse à appel d'offres. **9<sup>e</sup> Conférence Internationale de Modélisation, Optimisation et SIMulation - MOSIM'12**, 06-08 Juin, Bordeaux.

### Autres communications

J.D. Botero (2013). Gestion des risques par retour d'expérience dans le PRAO. **Séminaire Structure Fédérative IODE (Ingénierie des Organisations Distribuées)**, 5-6 décembre, Agen.

J.D. Botero (2013). Gestion des risques par retour d'expérience dans le processus de réponse à appel d'offres. **Congrès des Doctorants, Ecole Doctorale Systèmes**, 16 avril, Toulouse.

J.D. Botero (2013). Gestion des risques par retour d'expérience dans le processus de réponse à appel d'offres. **Séminaire Scientifique LGP ENIT**, 17 janvier, Tarbes.

JD Botero, D. Noyes, C. Béler (2012). Intégration du retour d'expérience dans le cycle de vie du produit : Une approche pour améliorer le processus de réponse à appel d'offres. **16<sup>ème</sup> journées STP du GDR MACS**, 29-30 mars, Albi.



# ANNEXES



## ANNEXE A. Analyse des causes et des effets centrée « entité »

CLIENT	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
T. causes		$C_{am.Cl\_T}$		$C_{am.Cl\_H}$	$C_{am.Cl\_J}$		$C_{av.Cl\_T}$	$C_{av.Cl\_F}$		$C_{av.Cl\_J}$
N. effets							$E_{av.Cl\_T}$			

$C_{am.Cl\_T}$	mauvaise définition des besoins
$C_{am.Cl\_H}$	difficultés relationnelles (dialogue, compréhension) / mauvaise image
$C_{am.Cl\_J}$	statut du client : public, privé, international
$C_{av.Cl\_T}$	modification par le client du CdC
$C_{av.Cl\_F}$	non paiement du client
$C_{av.Cl\_J}$	poursuites juridiques engagées par le client
$E_{av.Cl\_T}$	produit non conforme aux attentes du client

CONCURR.	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
T. causes		$C_{am.Cc\_T}$	$C_{am.Cc\_F}$	$C_{am.Cc\_H}$						
N. effets										

$C_{am.Cc\_T}$	offre technique du(des) concurrent(s) plus intéressante / récupération de l'expertise du prestataire par le(s) concurrent(s)
$C_{am.Cc\_F}$	offre financière du(des) concurrent(s) plus intéressante
$C_{am.Cc\_H}$	relation privilégiée du(des) concurrent(s) avec le client

ENVIRON.	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
T. causes					$C_{am.Ev\_J}$		$C_{av.Ev\_T}$	$C_{av.Ev\_F}$	$C_{av.Ev\_H}$	$C_{av.Ev\_J}$
N. effets							$E_{av.Ev\_T}$			

$C_{am.Ev\_J}$	contraintes environnementales sur le produit ou sur sa réalisation (réglementation, international,...)
$C_{av.Ev\_T}$	émergence de nouvelles technologies / sinistres (catastrophes naturelles, incendies,...)
$C_{av.Ev\_F}$	instabilité financière (taux de change devises,...)
$C_{av.Ev\_H}$	modifications du cadre de travail (conflits sociaux,...)
$C_{av.Ev\_J}$	évolution des contraintes environnementales (réglementation, normes,...)
$E_{av.Ev\_T}$	impact de la réalisation du produit sur l'environnement

STRATEGIE	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
T. causes	$C_{am.St\_O}$	$C_{am.St\_T}$	$C_{am.St\_F}$	$C_{am.St\_H}$		$C_{av.St\_O}$	$C_{av.St\_T}$	$C_{av.St\_F}$	$C_{av.St\_H}$	
N. effets										

$C_{am.St\_O}$	processus de traitement des AO chez le prestataire (importance donnée à ce processus)
$C_{am.St\_T}$	stratégie commerciale (recherche de marchés, élargissement des compétences)
$C_{am.St\_F}$	stratégie financière du prestataire (marges visées, ...)
$C_{am.St\_H}$	mauvaise affectation de la responsabilité du PRAO
$C_{av.St\_O}$	règles de priorisation entre projets / organisation des métiers non compatible au cycle du projet
$C_{av.St\_T}$	mauvaise politique de gestion des moyens techniques (renouvellement, investissement)
$C_{av.St\_F}$	règles comptables non compatibles au cycle du projet
$C_{av.St\_H}$	mauvaise politique de gestion des métiers / mauvaise affectation de la responsabilité du projet

PROJET	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
<b>T. causes</b>		C <sub>am.Pj_T</sub>	C <sub>am.Pj_F</sub>	C <sub>am.Pj_H</sub>		C <sub>av.Pj_O</sub>	C <sub>av.Pj_T</sub>	C <sub>av.Pj_F</sub>	C <sub>av.Pj_H</sub>	C <sub>av.Pj_J</sub>
<b>N. effets</b>		E <sub>am.Pj_T</sub>	E <sub>am.Pj_F</sub>	E <sub>am.Pj_H</sub>			E <sub>av.Pj_T</sub>	E <sub>av.Pj_F</sub>	E <sub>av.Pj_H</sub>	E <sub>av.Pj_J</sub>

- C<sub>am.Pj\_T</sub> mauvaise conduite technique du PRAO
- C<sub>am.Pj\_F</sub> mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)
- C<sub>am.Pj\_H</sub> mauvaise gestion des compétences pour réaliser le PRAO
- E<sub>am.Pj\_T</sub> traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire
- E<sub>am.Pj\_F</sub> budget alloué insuffisant pour réaliser le PRAO
- E<sub>am.Pj\_H</sub> potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable PRAO insuffisantes
- C<sub>av.Pj\_O</sub> structure du projet induisant une réorganisation interne du prestataire
- C<sub>av.Pj\_T</sub> mauvaise gestion technique interne / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
- C<sub>av.Pj\_F</sub> mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)
- C<sub>av.Pj\_H</sub> mauvaise gestion des ressources humaines internes / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
- C<sub>av.Pj\_J</sub> engagement de poursuites juridiques pour permettre la réalisation du projet (élimination d'obstacles)
- E<sub>av.Pj\_T</sub> exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) / potentiel technique du prestataire insuffisant
- E<sub>av.Pj\_F</sub> cadre financier résultant du PRAO / règles financières internes non compatibles au cycle du projet / non-paiement par le client
- E<sub>av.Pj\_H</sub> potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable projet insuffisantes
- E<sub>av.Pj\_J</sub> poursuites juridiques (engagées par le client ou par un tiers)

PRODUIT	Amont					Aval				
	O	T	F	H	J	O	T	F	H	J
<b>T. causes</b>		C <sub>am.Pd_T</sub>	C <sub>am.Pd_F</sub>				C <sub>av.Pd_T</sub>	C <sub>av.Pd_F</sub>	C <sub>av.Pd_H</sub>	C <sub>av.Pd_J</sub>
<b>N. effets</b>		E <sub>am.Pd_T</sub>	E <sub>am.Pd_F</sub>	E <sub>am.Pd_H</sub>			E <sub>av.Pd_T</sub>	E <sub>av.Pd_F</sub>	E <sub>av.Pd_H</sub>	

- C<sub>am.Pd\_T</sub> offre non conforme aux exigences du CdC (qualité, délai) et aux objectifs du prestataire
- C<sub>am.Pd\_F</sub> offre non conforme aux exigences du CdC (coût) et aux objectifs du prestataire
- E<sub>am.Pd\_T</sub> moyens techniques insuffisants
- E<sub>am.Pd\_F</sub> moyens financiers insuffisants / non acceptation de l'offre
- E<sub>am.Pd\_H</sub> moyens humains insuffisants (compétences, disponibilité)
- C<sub>av.Pd\_T</sub> produit non conforme aux exigences du CdC (qualité, délais) / défaillances des moyens (pannes, erreurs,...)
- C<sub>av.Pd\_F</sub> produit non conforme aux objectifs du prestataire (surcoûts provoqués dans la réalisation du produit)
- C<sub>av.Pd\_H</sub> accidents survenant pendant la réalisation du produit
- C<sub>av.Pd\_J</sub> produit ou réalisation du produit non conforme aux règles environnementales (pollution en production,...)
- E<sub>av.Pd\_T</sub> moyens techniques insuffisants
- E<sub>av.Pd\_F</sub> moyens financiers insuffisants
- E<sub>av.Pd\_H</sub> moyens humains insuffisants (compétences, disponibilité) / erreurs humaines

## ANNEXE B. Analyse des causes et des effets centrée « classes »

ORGANIS.	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
T. causes				C <sub>am</sub> .St <sub>O</sub>						C <sub>av</sub> .St <sub>O</sub>	C <sub>av</sub> .Pj <sub>O</sub>	
N. effets												

- C<sub>am</sub>.St<sub>O</sub> processus de traitement des AO chez le prestataire (importance donnée à ce processus)  
C<sub>av</sub>.St<sub>O</sub> règles de priorisation entre projets / organisation des métiers non compatible au cycle du projet  
C<sub>av</sub>.Pj<sub>O</sub> structure du projet induisant une réorganisation interne du prestataire

TECHNIQUE	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
T. causes	C <sub>am</sub> .Cl <sub>T</sub>	C <sub>am</sub> .Cc <sub>T</sub>		C <sub>am</sub> .St <sub>T</sub>	C <sub>am</sub> .Pj <sub>T</sub>	C <sub>am</sub> .Pd <sub>T</sub>	C <sub>av</sub> .Cl <sub>T</sub>		C <sub>av</sub> .Ev <sub>T</sub>	C <sub>av</sub> .St <sub>T</sub>	C <sub>av</sub> .Pj <sub>T</sub>	C <sub>av</sub> .Pd <sub>T</sub>
N. effets					E <sub>am</sub> .Pj <sub>T</sub>	E <sub>am</sub> .Pd <sub>T</sub>	E <sub>av</sub> .Cl <sub>T</sub>		E <sub>av</sub> .Ev <sub>T</sub>		E <sub>av</sub> .Pj <sub>T</sub>	E <sub>av</sub> .Pd <sub>T</sub>

- C<sub>am</sub>.Cl<sub>T</sub> mauvaise définition des besoins  
C<sub>am</sub>.Cc<sub>T</sub> offre technique du(des) concurrent(s) plus intéressante / récupération de l'expertise du prestataire par le(s) concurrent(s)  
C<sub>am</sub>.St<sub>T</sub> stratégie commerciale (recherche de marchés, élargissement des compétences)  
C<sub>am</sub>.Pj<sub>T</sub> mauvaise conduite technique du PRAO  
C<sub>am</sub>.Pd<sub>T</sub> offre non conforme aux exigences du CdC (qualité, délai) et aux objectifs du prestataire  
E<sub>am</sub>.Pj<sub>T</sub> traitement d'un AO n'appartenant pas aux compétences du prestataire  
E<sub>am</sub>.Pd<sub>T</sub> moyens techniques insuffisants  
C<sub>av</sub>.Cl<sub>T</sub> modification par le client du CdC  
C<sub>av</sub>.Ev<sub>T</sub> émergence de nouvelles technologies / sinistres (catastrophes naturelles, incendies,...)  
C<sub>av</sub>.St<sub>T</sub> mauvaise politique de gestion des moyens techniques (renouvellement, investissement)  
C<sub>av</sub>.Pj<sub>T</sub> mauvaise gestion technique interne / partenariats (co-traitance, sous-traitance)  
C<sub>av</sub>.Pd<sub>T</sub> produit non conforme aux exigences du CdC (qualité, délais) / défaillances des moyens (pannes, erreurs,...)  
E<sub>av</sub>.Cl<sub>T</sub> produit non conforme aux attentes du client  
E<sub>av</sub>.Ev<sub>T</sub> impact de la réalisation du produit sur l'environnement  
E<sub>av</sub>.Pj<sub>T</sub> exigences techniques résultant du PRAO (qualité, délais) / potentiel technique du prestataire insuffisant  
E<sub>av</sub>.Pd<sub>T</sub> moyens techniques insuffisants

FINANCIER	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
T. causes		C <sub>am</sub> .Cc <sub>F</sub>		C <sub>am</sub> .St <sub>F</sub>	C <sub>am</sub> .Pj <sub>F</sub>	C <sub>am</sub> .Pd <sub>F</sub>	C <sub>av</sub> .Cl <sub>F</sub>		C <sub>av</sub> .Ev <sub>F</sub>	C <sub>av</sub> .St <sub>F</sub>	C <sub>av</sub> .Pj <sub>F</sub>	C <sub>av</sub> .Pd <sub>F</sub>
N. effets					E <sub>am</sub> .Pj <sub>F</sub>	E <sub>am</sub> .Pd <sub>F</sub>					E <sub>av</sub> .Pj <sub>F</sub>	E <sub>av</sub> .Pd <sub>F</sub>

- C<sub>am</sub>.Cc<sub>F</sub> offre financière du(des) concurrent(s) plus intéressante  
C<sub>am</sub>.St<sub>F</sub> stratégie financière du prestataire (marges visées, ...)  
C<sub>am</sub>.Pj<sub>F</sub> mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)  
C<sub>am</sub>.Pd<sub>F</sub> offre non conforme aux exigences du CdC (coût) et aux objectifs du prestataire  
E<sub>am</sub>.Pj<sub>F</sub> budget alloué insuffisant pour réaliser le PRAO  
E<sub>am</sub>.Pd<sub>F</sub> moyens financiers insuffisants / non acceptation de l'offre  
C<sub>av</sub>.Cl<sub>F</sub> non paiement du client  
C<sub>av</sub>.Ev<sub>F</sub> instabilité financière (taux de change devises,...)  
C<sub>av</sub>.St<sub>F</sub> règles comptables non compatibles au cycle du projet  
C<sub>av</sub>.Pj<sub>F</sub> mauvaise gestion financière (budget insuffisant, erreurs de gestion)  
C<sub>av</sub>.Pd<sub>F</sub> produit non conforme aux objectifs du prestataire (surcoûts provoqués dans la réalisation du produit)  
E<sub>av</sub>.Pj<sub>F</sub> cadre financier résultant du PRAO / règles financières internes non compatibles au cycle du projet / non paiement par le client  
E<sub>av</sub>.Pd<sub>F</sub> moyens financiers insuffisants

HUMAIN	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
<b>T. causes</b>	<b>C<sub>am</sub>.Cl_H</b>	<b>C<sub>am</sub>.Cc_H</b>		<b>C<sub>am</sub>.St_H</b>	<b>C<sub>am</sub>.Pj_H</b>				<b>C<sub>av</sub>.Ev_H</b>	<b>C<sub>av</sub>.St_H</b>	<b>C<sub>av</sub>.Pj_H</b>	<b>C<sub>av</sub>.Pd_H</b>
<b>N. effets</b>					<b>E<sub>am</sub>.Pj_H</b>	<b>E<sub>am</sub>.Pd_H</b>					<b>E<sub>av</sub>.Pj_H</b>	<b>E<sub>av</sub>.Pd_H</b>

- C<sub>am</sub>.Cl\_H** difficultés relationnelles (dialogue, compréhension) / mauvaise image
- C<sub>am</sub>.Cc\_H** relation privilégiée du(des) concurrent(s) avec le client
- C<sub>am</sub>.St\_H** mauvaise affectation de la responsabilité du PRAO
- C<sub>am</sub>.Pj\_H** mauvaise gestion compétences
- E<sub>am</sub>.Pj\_H** potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable PRAO insuffisantes
- E<sub>am</sub>.Pd\_H** moyens humains insuffisants (compétences, disponibilité)
- C<sub>av</sub>.Ev\_H** modifications du cadre de travail (conflits sociaux,...)
- C<sub>av</sub>.St\_H** mauvaise politique de gestion des métiers / mauvaise affectation de la responsabilité du projet
- C<sub>av</sub>.Pj\_H** mauvaise gestion des ressources humaines internes / partenariats (co-traitance, sous-traitance)
- C<sub>av</sub>.Pd\_H** accidents survenant pendant la réalisation du produit
- E<sub>av</sub>.Pj\_H** potentiel des compétences du prestataire insuffisant / compétences du responsable projet insuffisantes
- E<sub>av</sub>.Pd\_H** moyens humains insuffisants (compétences, disponibilité) / erreurs humaines

JURIDIQUE	Amont						Aval					
	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd	Cl	Cc	Ev	St	Pj	Pd
<b>T. causes</b>	<b>C<sub>am</sub>.Cl_J</b>		<b>C<sub>am</sub>.Ev_J</b>				<b>C<sub>av</sub>.Cl_J</b>		<b>C<sub>av</sub>.Ev_J</b>		<b>C<sub>av</sub>.Pj_J</b>	<b>C<sub>av</sub>.Pd_J</b>
<b>N. effets</b>											<b>E<sub>av</sub>.Pj_J</b>	

- C<sub>am</sub>.Cl\_J** statut du client : public, privé, international
- C<sub>am</sub>.Ev\_J** contraintes environnementales sur le produit ou sur sa réalisation (réglementation, normes, international,...)
- C<sub>av</sub>.Cl\_J** poursuites juridiques engagées par le client
- C<sub>av</sub>.Ev\_J** évolution des contraintes environnementales (réglementation, normes,...)
- C<sub>av</sub>.Pj\_J** engagement de poursuites juridiques pour permettre la réalisation du projet (élimination d'obstacles)
- C<sub>av</sub>.Pd\_J** produit ou réalisation du produit non conforme aux règles environnementales (pollution en production,...)
- E<sub>av</sub>.Pj\_J** poursuites juridiques (engagées par le client ou par un tiers)

## ANNEXE C. Activités du processus REx

Le retour d'expérience (REx) est un processus global de transmission du savoir organisé à l'aide de trois activités principales : la capitalisation, le traitement et l'exploitation. Comme nous l'avons montré dans le chapitre III, une base de retour d'expérience sert de pivot entre ces trois activités. Elle contient à la fois des expériences et des connaissances généralisées. Chacune des activités comporte plusieurs phases.

### La capitalisation

Cette activité vise à capitaliser les données et les informations pertinentes pour créer une expérience complète. De multiples informations peuvent être stockées et il ne faut conserver que celles, significatives, qui permettront d'exciter la base REx pour la recherche efficace des cas pertinents et, ce, quel que soit le type de Retour d'Expérience [Barthelme-Trapp et Vincent, 2001]. Sur le schéma de la Figure C-1, nous donnons le cycle de capitalisation d'une expérience tel que nous le caractérisons. Inspiré de [Béler, 2008], ce cycle décrit les différents processus associés à l'activité de capitalisation. En lien direct avec les cinq champs du vecteur de l'expérience, ces processus sont : décrire (A), analyser (B), proposer (C), appliquer (D), évaluer (E). Notons que pour chacun d'entre eux, trois phases sont clairement identifiées : la localisation, la collecte et le stockage.

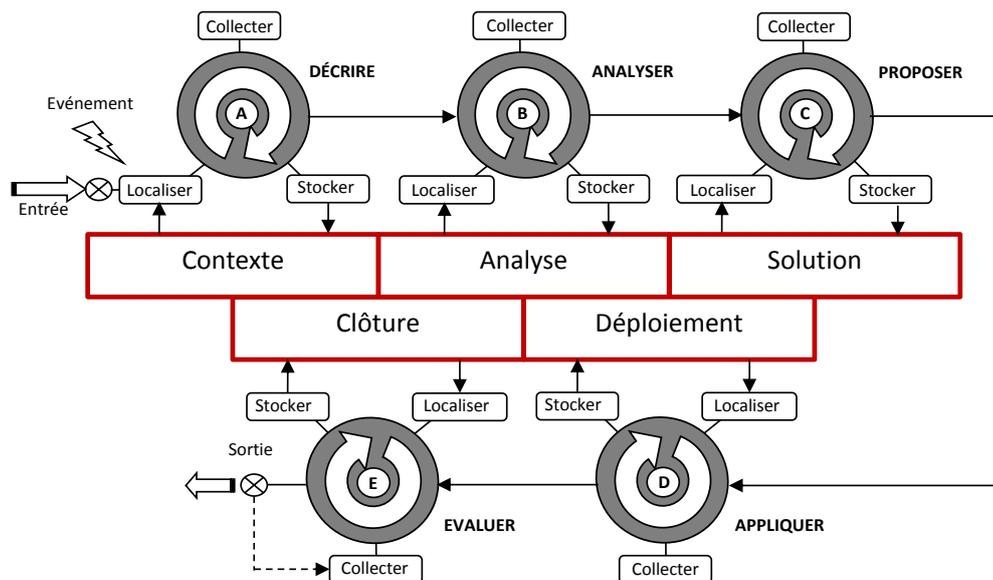


Figure C-1. Activité de capitalisation, inspiré de [Béler, 2008]

La phase de localisation vise à identifier dans le processus *métier*, les données pertinentes, *i.e.* celles nécessaires et suffisantes pour établir une expérience complète et potentiellement utile. L'ensemble de ces informations doit permettre de construire le vecteur expérience et concerne donc les cinq champs que nous avons définis (contexte, analyse, solution, déploiement et clôture). Il existe deux approches pour localiser les informations [Renaud et al., 2008] :

- l'observation qui consiste à réaliser des plans d'expérience ou des analyses fonctionnelles visant à localiser les sources potentielles d'informations pertinentes et utiles à la création de connaissance,

- l'interrogation directe des sources d'informations de l'entreprise. Ces sources de connaissance peuvent être les experts métier mais aussi les documents de travail, les bases de données techniques ou tout autre élément détenant des informations formelles.

Ces deux approches sont complémentaires et permettent de repérer et d'évaluer les informations sources de connaissance future. Dans nos travaux, nous privilégions l'interrogation directe des sources.

La phase de collecte consiste à consigner les informations localisées sur un support à l'aide d'un formalisme spécifique. Pour collecter ces informations, il existe deux principales méthodes [Bertin, 2012] :

- la consultation directe des experts par interview,
- la mise à disposition des acteurs de trames de restitution.

Les entretiens animés par un cogniticien permettent de recueillir directement les informations détenues par les experts et de les formaliser sur un support explicite. Cependant, cette méthode a l'inconvénient d'être consommatrice de ressources humaines. De plus, tel que nous l'avons indiqué dans la section III.2.2.4, les acteurs ont parfois d'autres préoccupations ou priorités et beaucoup d'informations sont perdues. La deuxième méthode vise à favoriser la saisie instantanée des informations localisées en cours des processus à l'aide des supports de restitution. Cette méthode nécessite un travail d'introspection pour élaborer des trames suffisantes sur les plans quantitatifs et qualitatifs, sans être trop contraignantes. Toutefois, leur emploi favorise le caractère spontané et autonome de la restitution. De plus, ces supports constituent à la fois un guide structuré de travail et un outil de déclaration des résultats. Cette deuxième méthode est moins intrusive que la première et elle permet de réaliser une capitalisation en continu (REX *a priori*). Dans nos travaux, nous avons privilégié ce dernier mode de collecte (*cf.* Fiche BiPMS).

La phase de stockage consiste à rassembler les informations formalisées dans une base de données commune accessible à tous les acteurs impliqués dans le processus métier. L'organisation et la structuration des données afin d'en faciliter le partage, la recherche et la gestion, est un facteur très important. Il est aussi important d'homogénéiser les termes employés lors des restitutions pour organiser correctement le volume d'informations capitalisées et, surtout, en faciliter l'exploitation [Bertin, 2012]. Ce dernier point est essentiel car l'identification efficace des expériences consignées facilite leur utilisation par les acteurs *métier* en support de leur prise de décision. L'emploi d'ontologies et de métadonnées constitue des solutions pour répondre à ces problèmes de structuration et d'homogénéisation [Gruber, 1995].

Plusieurs difficultés relatives à l'activité de capitalisation peuvent être identifiées. Tout d'abord, l'analyse préliminaire des processus sources est indispensable pour éviter de s'encombrer de données inexploitable ou inutiles et pour définir une trame de restitution adaptée au *métier* et assimilable par les acteurs métier. Ensuite, la base de données commune est souvent difficile à mettre en place en entreprise, où il existe plusieurs bases de données non connectées pour le même service ou le même processus. Enfin, la création d'un vocable unique est un travail complexe souvent objet de conflits et de multiples réunions d'experts peu disponibles.

## Le traitement

L'activité de traitement a pour objectif de généraliser certaines des expériences consignées, c'est-à-dire de transformer des expériences en connaissances *métier* exploitables. Cette génération de connaissances est un processus formel qui implique l'intervention d'experts capables, d'une part, d'appréhender la qualité, la pertinence et l'exhaustivité des vecteurs expérience et, d'autre part, d'évaluer la pertinence et le périmètre d'emploi des connaissances générées. Ces connaissances

formelles sont souvent exprimées sous forme de règles, de procédures ou d'instructions de travail. L'activité de traitement ne prétend pas automatiser la création de connaissance à l'aide d'un système expert mais faciliter ce passage grâce aux expériences stockées et à l'expertise des experts métier.

Nous illustrons sur le schéma de la Figure C-2, le cycle du traitement.

Les processus clés de cette activité sont l'extraction des connaissances issues des expériences (F) et la validation/révision des connaissances et expériences (G). Les tâches associées à l'extraction sont l'identification des expériences contenues dans la base REx, leur analyse et interprétation et le stockage la connaissance extraite. Le processus de validation comporte les phases de sélection, évaluation et révision dans le temps des connaissances stockées dans la base. Le traitement génère des connaissances *explicites* sous forme de règles exploitables, de documents de communication ou de procédures applicables.

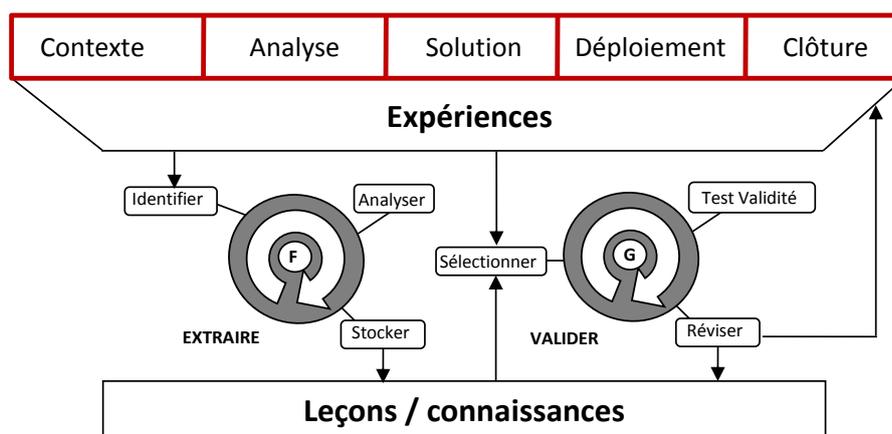


Figure C-2. Activité de traitement, inspiré de [Béler, 2008]

Après leur création, les connaissances doivent être formalisées sous une configuration spécifique, assimilable par tous les acteurs *métier*. L'objectif n'est pas de créer des connaissances exclusivement compréhensibles par certains experts mais de consigner les connaissances dans des modèles compréhensibles par les acteurs concernés, quel que soit leur statut.

Les techniques de formalisation sont l'objet de différents travaux de recherche en gestion des connaissances. Nous trouvons notamment les modèles prescriptifs (ou normatifs) et les modèles descriptifs (ou cognitifs) [Brunel et al., 2008] qui impliquent un raisonnement appliqué à des informations facilement interprétables. Les approches par ontologie permettent de réaliser des modèles conceptuels partagés par une communauté définie [Kamsu Foguem et al., 2008]. D'autres méthodes comme MKSM [Ermine et al., 1996] ou MASK [Ermine, 2000] ont comme principe des analyses descriptives visant à définir un cadre pour la formalisation des connaissances de l'entreprise.

Un aspect important de cette activité est le suivi des connaissances et de leurs évolutions. Il est important de mettre à jour régulièrement la base de connaissances afin de vérifier l'actualité des informations et des règles qui y figurent. Plusieurs travaux traitent du *versioning* suivant différents critères comme la conservation de l'historisation des données, la cohérence des analyses, la complexité de la mise en œuvre dont une analyse complète est proposée dans [Favre et al., 2008].

La difficulté principale du traitement réside dans la manière d'assurer une analyse et un partage des informations pertinentes et en quantité raisonnable mais suffisamment exhaustives. En effet, la création des connaissances est complexe car, d'une part, les expériences considérées peuvent ne pas avoir la qualité nécessaire ou être insuffisantes et, d'autre part, les groupes de travail constitués par des experts ne sont pas souvent disponibles. Une autre difficulté est le suivi de

l'évolution des connaissances pour assurer une mise à jour des versions. Enfin, les limites de cette activité sont la perte potentielle d'informations et l'adéquation du niveau d'explicitation à retranscrire pour assurer la compréhension des acteurs *métier* ciblés.

## L'exploitation

La dernière activité du Retour d'Expérience a pour objectif d'assister les acteurs dans leur travail par l'accès circonstancié aux connaissances et aux expériences capitalisées en vue d'éviter de réitérer des erreurs passées et de favoriser l'emploi de bonnes pratiques.

Pour répondre à cet objectif, il est nécessaire de filtrer les expériences de la base REx afin de mettre à disposition seulement celles relatives au contexte considéré, pertinentes par rapport au cas courant. Bien que la finalité du REx soit de permettre aux acteurs d'utiliser les informations capitalisées, cette phase est souvent mal prise en compte et/ou mal réalisée dans les entreprises : les informations n'arrivent pas aux personnes concernées et leur exploitation est difficile [Aha et al., 2001] [Barthelme-Trapp et Vincent, 2001]. Pourtant, les solutions mises en œuvre pour la phase d'exploitation doivent rendre pratique l'utilisation de la base REx.

L'exploitation peut être menée dans deux contextes distincts : l'un correspondant au cycle de résolution de problème qui est déclenché lorsqu'un problème apparaît (ou lorsqu'une opportunité est identifiée), l'autre correspondant au cycle de prévention qui est activé en tâche de fond afin de contrôler le bon déroulement d'un processus.

Dans le premier cas, un nouveau problème apparaît et déclenche un processus de résolution basé sur la réutilisation d'une ancienne solution éprouvée. Pour nous, il s'agit, par exemple, de la réception d'un nouveau AO.

Dans le deuxième cas, la finalité est de prévoir ou d'anticiper un problème en essayant de détecter des situations analogues à celles ayant déjà créé ce problème ; ce cas d'utilisation implique la surveillance du contexte courant. Pour nous, il s'agirait, par exemple en gestion des risques, de surveiller l'apparition des causes possibles d'occurrence d'un événement indésirable.

Nous présentons sur le schéma de la Figure C-3, le cycle d'exploitation des expériences de la base REx.

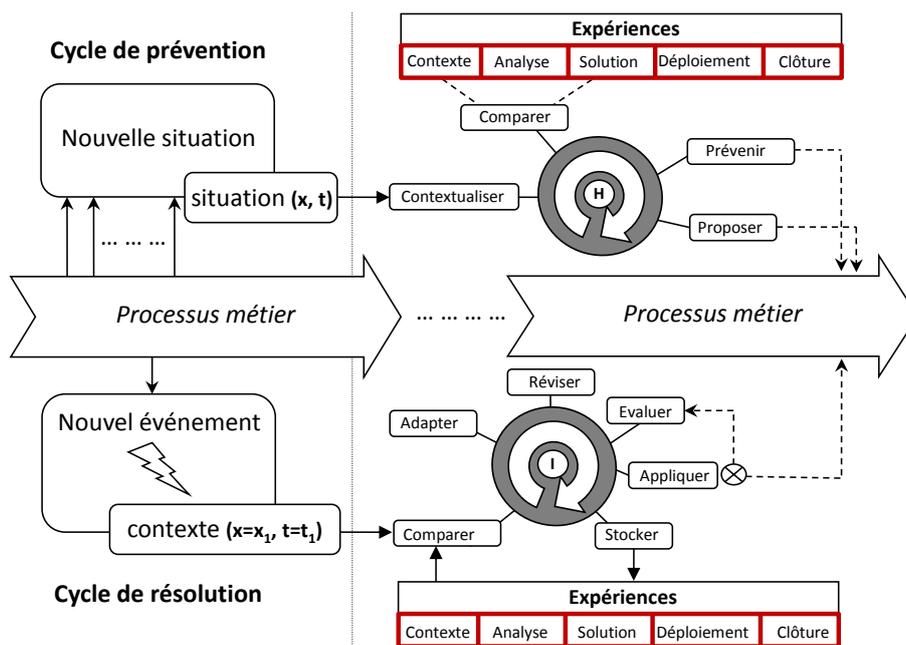


Figure C-3. Activité d'exploitation, adapté de [Béler, 2008]

L'étude des besoins des acteurs dans leur *métier* est un travail préalable à la mise à disposition des informations. Ce travail cherche à réduire le volume accessible et à donner un accès pratique tout en contrôlant l'accès à la base REx. Ainsi, compte tenu des informations disponibles pour le cas courant (notamment celles du contexte), une analyse des critères de recherche doit être menée avant de s'engager dans l'exploitation.

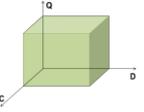
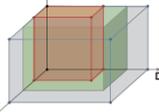
Il existe des outils spécifiques pour améliorer la recherche des informations dans la base REx. C'est, par exemple, le raisonnement à partir de cas (RàPC) [Aamodt et Plaza, 1994] qui permet d'identifier, par similarité, les expériences passées proches du cas courant. D'autres outils intéressants sont le raisonnement à partir de trace (RàPT) [Champin, 2003] qui est une évolution du RàPC visant à capturer la connaissance à partir des enregistrements temporels appelés « traces » et *l'Experience Based Reasoning* (EBR) [Sun et Finnie, 2003] qui désigne un cadre de modélisation logique des outils de raisonnement basées sur l'expérience. Bien que performants, ces outils ont été longtemps peu employés par les acteurs *métier* mais ils connaissent depuis peu un réel engouement [Jabrouni et al., 2011]. Comme nous l'avons présenté dans le chapitre IV, dans notre processus REx, l'activité d'exploitation sera inspirée et adaptée des techniques utilisées RàPC (en particulier la recherche par similarité) car celles-ci permettent la résolution de problèmes en s'appuyant sur une analyse de situations similaires passées et sur la réutilisation des informations et des connaissances disponibles sur ces situations afin de résoudre un problème courant par adaptation des solutions passées retrouvées.

Les difficultés de l'activité d'exploitation sont en rapport avec le traitement des informations récupérées pour leur adaptation au cas courant. C'est ici que le RàPC joue un rôle très important car il guide toutes les actions de récupération, analyse, filtrage et adéquation des données pour le processus consommateur.



## ANNEXE D. Fiche BiPMS

<b>PRAO</b>	<b>Fiche BiPMS</b>		I1 : <i>référence</i>				
			I2 C / A / S / D / CI				
<b>I</b> Identité	I3	Nom de l'AO : <i>nom</i>					
	I4	Responsable(s) saisie fiche : <i>nom</i>					
	I5	Date création fiche : <i>date</i>					
<b>C</b> Contexte	C1	Maître d'Ouvrage : <i>nom client</i>		Date émission AO : <i>date</i>			
	C2	Type marché : <i>public/privé</i>		Procédure (si spécifique): <i>nom procédure</i>			
	C3	Lieu d'exécution : <i>nom</i>					
	C4	Objet de la consultation : <i>nom produit</i>					
		AO à lots : <i>oui/non</i>		Si oui : <i>nombre et description des lots</i>			
	C4	Lot traité : <i>nom</i>					
		Critères d'attribution : <i>prix (moins offrant,...), qualité (valeur technique,...),...</i>					
	C6	Délai (ou date) de réponse à l'AO : <i>date</i>		Délai (ou date) de réalisation : <i>date</i>			
	C7	Budget cible : <i>cadre financier (si imposé)</i>		Mode règlement : <i>devis gratuit, acompte/échelonnement</i>			
	C8	<b>Identification du produit</b>		Utilisateurs : <i>désignation</i>		Besoin fondamental : <i>finalité du produit</i>	
		<b>Environnement du</b>		Eléments interagissants : <i>désignation</i>		Conditions d'utilisation : <i>modalités</i>	
		<b>Fonctions de service</b>			<b>Critères d'appréciation du DO</b>		
					<b>Niveau de performance</b>		<b>Flexibilité</b>
		<b>Fonctions d'usage</b>	première fonction : <i>désignation</i>		<i>description</i>		<i>impératif/niveau tolérance</i>
			deuxième fonction : <i>désignation</i>		...		<i>impératif/niveau tolérance</i>
		...		...		...	
		<b>Fonctions d'estime</b>	première fonction : <i>désignation</i>		...		...
			...		...		...
		<b>Fonctions d'adaptation</b>	première fonction : <i>désignation</i>		...		...
	...		...		...		
Contraintes de réalisation : <i>liste</i>							
Documents à fournir : <i>liste</i>			Formats de réponse : <i>description</i>				
C9	Co-prestataires potentiels : <i>nom(s)</i>						
C10	Concurrents potentiels : <i>nom(s)</i>						
C11	<b>Contexte prestataire</b>		Intérêt : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>			<i>Commentaires</i>	
			Difficulté technique : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
			Niveau de charge Amont : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
			Niveau de charge Aval : <i>très fort/fort/moyen/faible</i>				
C12	Références/liens documents C						
<b>A</b> Analyse	A1	Acteurs PRAO (responsable + experts +...) : <i>nom(s) et rôle(s)</i>					
	A2	Faisabilité : <i>très forte/forte/moyenne/faible/nulle</i>					
	A3	Choix Go - No Go : <i>décision</i>			Raisons du choix : <i>explication (objectifs)</i>		
		<b>Elaboration réponse technique (RT)</b>					
	A4	<b>Tâches</b>	<b>Activités</b>	<b>Ressources H.</b>	<b>Ressources T.</b>	<b>Durées</b>	
		<i>tâche 1</i>	<i>activité 1</i>	<i>liste 1 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 1</i>	
			<i>activité 2</i>	<i>liste 2 ressources H.</i>	<i>liste 1 ressources T.</i>	<i>durée 2</i>	
	<i>tâche n</i>	...	...	...	...		
	A5	Mécanismes de construction de la base des risques à étudier : <i>filtrage(s) base REx + nouveaux éléments → tableau</i>					
	A6	Mécanismes de construction des risques retenus : <i>explications sélection</i>					
	A7	<b>Synthèse de l'analyse des risques retenus (AR)</b>					
		$R_1$ : <i>nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>		<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>	
		$R_2$ : <i>nom évén. Indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>		<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>	
...		...		...	...		
$R_i$ : <i>nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>		<i>Eléments remarquables</i>	<i>M.C.</i>			
A8	Estimation des coûts d'application de la politique de gestion des risques pour le prestataire : <i>modes de calcul</i>						
A9	Références/liens documents A						

<b>S</b> Solution	S1	Solution retenue : <i>désignation</i>			Date d'envoi ou d'abandon : <i>date</i>		
	S2	Description RT : <i>données coût, qualité, délais de la RT (modes de calcul, résultats)</i>			Description AR : <i>données coût, qualité, délais de l'AR (modes de calcul, résultats)</i>		
	S3	<b>Estimation de l'offre en termes de coût, qualité, délais</b>					
			Coût : <i>modes de calcul, résultats</i>	Qualité : <i>niveau(x) de performance par rapport au CdC</i>	Délais : <i>modes de calcul, résultats</i>		
	S4	Solutions concurrentes (non retenues) : <i>désignation</i>					
	S5	Décision client : <i>accepté / refusé</i>			Date de décision : <i>date</i>		
	S6	Négociations éventuelles/ajustements : <i>description</i>					
S7	Références/liens documents S						
<b>D</b> Déploiement	D1	Planning : <i>période de réalisation du projet</i>			Date lancement projet : <i>date</i>		
	D2	<b>Solution déployée</b> ( $\Delta$ = inchangé / affiné / écart / modifié (subi / voulu) / nouveau)					
		<b>Tâches</b>	<b>Activités</b>	<b>Ressources H.</b>	<b>Ressources T.</b>	<b>Durées</b>	<b>Difficultés</b>
		$\Delta$ tâche 1	$\Delta$ activité 1	$\Delta$ ressources H. (liste 1)	$\Delta$ ressources T. (liste 1)	$\Delta$ durée 1	$\Delta$ liste 1
		$\Delta$ tâche n	...	...	...	...	...
	D3	Efficacité : <i>conforme / non conforme (par rapport au CdC, par rapport aux objectifs du prestataire)</i>					
	D4	Suggestions d'améliorations de la solution déployée : <i>description(s)</i>					
D5	Généralisation de connaissances (règles métier, bonnes pratiques) : <i>description(s)</i>						
D6	Références/liens documents D						
<b>CI</b> Clôture	C11	<b>Analyse finale des risques (AFR)</b>					
		$R_1$ : <i>nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Éléments remarquables</i>	$\Delta R_1$		
		$R_2$ : <i>nom évén. Indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Éléments remarquables</i>	$\Delta R_2$		
		...	...	...	...		
		$R_i$ : <i>nom évén. indésirable</i>	<i>Modèle (&lt;C&gt;, &lt;E&gt;, &lt;M&gt;, &lt;D&gt;, &lt;Ex&gt;)</i>	<i>Éléments remarquables</i>	$\Delta R_i$		
	C12	Synthèse AFR sur les populations des risques de 1ère espèce et de 2ème espèce : <i>résultat(s)</i>					
	C13	Suggestions d'améliorations de l'analyse risque AR effectuée : <i>description(s)</i>					
	C14	Généralisation de connaissances (règles métier, bonnes pratiques) : <i>description(s)</i>					
	C15	<b>Synthèse du cycle du projet</b>	<b>projet "réalisé"</b>  Coût : <i>résultat(s) et <math>\Delta C</math></i> Qualité : <i>résultat(s) et <math>\Delta Q</math></i> Délais : <i>résultat(s) et <math>\Delta D</math></i>	<b>projet "non retenu"</b> information(s) de réalisation par prestataire concurrent : <i>description(s)</i>	<b>projet "no go"</b> information(s) de réalisation par prestataire concurrent : <i>description(s)</i>		
	C16	<b>Suggestions d'améliorations</b>	de la démarche PRAO effectuée : <i>description(s)</i>	du processus estimation de l'offre (C, Q, D) concerné : <i>description(s)</i>	du processus de décision go/no go : <i>description(s)</i>		
C17	<b>Généralisation de connaissances</b>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>	règles métier, bonnes pratiques : <i>description(s)</i>			
C18	Références/liens documents CI						