THÈSE DE DOCTORAT

de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres
PSL Research University

Préparée à l'Université Paris-Dauphine

P©, Une approche Collaborative d'Analyse des Besoins et des Exigences Dirigée par les Problèmes: Le Cas de Développement d'une Application Analytics RH

École Doctorale de Dauphine — ED 543

Spécialité **Informatique**

COMPOSITION DU JURY :

Camille ROSENTHAL-SABROUX
Université Paris-Dauphine
Directrice de thèse

Michel GRUNDSTEIN
Université Paris-Dauphine
Co-Directeur de thèse

Sophie DUPUY-CHESSA
Université Grenoble Alpes
Rapporteur

Pascale ZARATE
Université Toulouse 1, Capitole
Président du jury

Káthia MARÇAL DE OLIVEIRA
Université de Valenciennes
Membre du jury

Eric TERREAU
Talentsoft
Membre du jury

Soutenue le 07.07.2017
par Lynda Atif

Dirigée par **C. Rosenthal-Sabroux**
M. Grundstein

DAUPHINE UNIVERSITÉ PARIS | PSL RESEARCH UNIVERSITY PARIS

Résumé

Le développement des systèmes d'information numériques et plus particulièrement les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) orientés données (Application Analytics) rencontre des échecs divers.

La plupart des études montrent que ces échecs de projets de développement de SIAD relève de la phase d'analyse des besoins et des exigences. Les exigences qu'un système doit satisfaire sont insuffisamment définies à partir de besoins réels des utilisateurs finaux.

D'un point de vue théorique, l'analyse de l'état de l'art, mais également du contexte industriel particulier, conduit donc à porter une attention particulière à cette phase et à élaborer une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes.

Un système d'aide à la décision est avant tout un système d'aide à la résolution de problèmes et le développement de ce type d'artefact ne peut donc se faire sans avoir convenablement identifié en amont les problèmes de décision auxquels font face les utilisateurs décideurs, afin d'en déduire les exigences et le type de SIAD.

Cette approche, par un renversement de la primauté implicite de la solution technique par rapport à la typologie des problèmes de décision, a été explicitée et mise en œuvre pour le développement d'une Application Analytics qui a permis d'atteindre l'objectif attendu : un système efficace et qui satisfasse d'un triple point de vue technique, fonctionnel et ergonomique, ses différents utilisateurs finaux.

Mots-clés : SIAD, Application Analytics, analyse des besoins et des exigences, problèmes de décision, collaboration.

Abstract

The design of digital information systems, especially interactive Data-Driven Decision Support System (DSS) (Analytics Application) often misses its target.

Most of studies have proven that the sources of most DSS design failures are rooted in the analysis step of the users' needs and requirements a system has to meet and comply with.

From a theoretical point of view, the analysis of the state of art combined with the analysis of specific industrial contexts, leads to focus on this critical step, and consequently to develop a collaborative problem-driven requirements engineering approach.

A DSS, first and foremost, is a problem solving support system. It implies that developing such an artefact cannot be performed without an adequate upstream identification of end-users' decision problems, prior to defining the decision makers' requirements and the appropriate type of DSS.

Characterized by the reversal of the implicit primacy of technical solution versus the typology of decision problems, this approach has been elaborated and implemented to design an Analytics Application. As a result, it allowed to reach the expected objective: An effective system that meets the different end-users' expectations from a technical, functional and ergonomic standpoint.

Keywords: Decision Support System, Analytics Application, requirements engineering step, Decision Making Problems, Collaboration.

Table des matières

Résumé i
Abstract ii
Table des matières iii
Liste des tableaux vii
Liste des figures viii
Liste des abréviations xii
Remerciements xv
I. Introduction générale 1
1.1. Objectif de la recherche 2
1.2. Problématique 3
1.3. Les éléments constitutifs de la recherche 3
1.4. Domaine de la recherche 5
1.5. Positionnement épistémologique et méthodologique de la recherche 6
1.6. Structure du rapport de thèse 10
II. Le contexte de la thèse: l'entreprise TALENTSOFT 13
2.1. Description de l'entreprise TALENTSOFT 13
2.1.1. Présentation et ses chiffres clés 13
2.1.2. Positionnement sur le marché de l'édition informatique RH 14
2.2. La solution de TALENTSOFT : un progiciel de gestion des fonctionnalités RH 15
2.2.1. Les processus de gestion des ressources humaines supportés par le progiciel Talentsoft 15
2.2.2. L'architecture du progiciel 18
2.3. L'organisation des équipes internes de Talentsoft 21
2.3.1. Processus de développement des différents produits de Talentsoft 22
2.4. Le projet de développement d'un SIAD orienté données (Application Analytics) 22
2.4.1. Les motivations 23
2.4.2. La problématique terrain 23
III. Etat de l'art 25
3.1. Le produit à développer « le SIAD » 25

3.1.1. La prise de décision 26
3.1.2. La place de l'aide à la décision dans les systèmes d'information et de connaissances 30
3.1.3. Les SIAD 36
3.1.4. Conclusion sur les SIAD 52
3.2. Les démarches de développement de SIAD 53
3.2.1. Les processus de développement de systèmes informatiques 54
3.2.2. Méthodes de conception de SIAD 74
3.2.3. Conclusion des démarches de développement de SIAD 79
3.3. Les approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD 80
3.3.1. Définition de l'ingénierie des besoins et des exigences 81
3.3.2. Le processus d'ingénierie des besoins et des exigences 82
3.3.3. L'importance de l'ingénierie des besoins et des exigences 86
3.3.4. Les approches d'ingénierie des besoins et des exigences pour le développement de SIAD 87
3.3.5. Conclusion des approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement d'un SIAD 94
3.4. État de l'art des méthodes de gestion de *Knowledge Management* dans le cadre de développement informatique 95
3.4.1. L'angle particulier de la connaissance 96
3.4.2. La classification des connaissances 97
3.4.3. La problématique de capitalisation sur les connaissances 100
3.4.4. Les méthodes de *Knowledge Management* 102
3.4.5. La méthode GAMETH pour repérer et partager les connaissances cruciales pour le développement du SIAD 110
3.4.6. Conclusion des méthodes de *Knowledge Management* 114
3.5. Conclusion et synthèse de la partie état de l'art 114
IV. P© : Approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes pour le développement de SIAD 119
4.1. Présentation générale de l'approche 119

4.1.1. Les caractéristiques de l'approche P© 119
4.1.2. Les principes de l'approche P© 123
4.2. Description détaillée du processus d'analyse des besoins et des exigences de l'approche P© 125
4.2.1. Présentation générale de notre approche 125
4.2.2. Présentation détaillée de chaque étape du processus P© 127
4.3. Conclusion 158
V. Mise en place de l'approche P© pour le développement d'un SIAD orienté données : le cas de l'Application HR Analytics de Talentsoft 161
5.1. Développement du produit « Application HR Analytics » de Talentsoft 161
5.1.1. Les spécificités liées au produit « Application HR Analytics » 162
5.1.2. Les spécificités liées au processus de développement de l'application HR Analytics (SIAD orienté données) de Talentsoft 164
5.2. Mise en application de l'approche P© : Le cas du développement de l'application HR Analytics de Talentsoft 167
5.2.1. L'élicitation des problèmes 168
5.2.2. Classification et formalisation des problèmes de décision du processus « évaluation des collaborateurs » 174
5.2.3. La spécification des exigences du système (application Analytics) 177
5.2.4. Vérification des spécifications et validation ultime des exigences 181
5.3. Conclusion de la mise en place de l'approche P© sur le terrain 195
VI. Conclusion Générale 199
VII. Perspectives 201
Bibliographie i
Annexe A : des problèmes de décision à leur processus de résolution i
A.1. Des problèmes identifiés aux spécifications fonctionnelles et ergonomiques de la solution i
A.1.1. Du problème « suivi de l'atteinte des objectifs » à ses spécifications fonctionnelles et ergonomiques i
A.1.2. Des problème « analyse de la performance» et « analyse des souhaits de mobilité » à leurs spécifications fonctionnelles et ergonomiques v

A.1.3. Du problème « analyse des compétences » à sa spécification fonctionnelle et ergonomique vi
A.2. Des problèmes identifiés aux spécifications de l'architecture technique du système : la solution SQL SSAS de Microsoft viii
A.2.1. Schéma des tables d'alimentation ix
Annexe B : Tableau récapitulatif des remarques de manipulation clients à l'étape de vérification et de validation des exigences xii

Liste des tableaux

Tableau I. Typologie des SIAD de S. Alter (1977)..... 43
Tableau II. Le processus de développement de SIAD dans différents domaines 70
Tableau III. Tableau récapitulatif des Processus de développement par domaine étudiés dans ce chapitre 71
Tableau IV. Tableau comparatif des méthodes de conception de SIAD 78
Tableau V. tableau comparatif des approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement d'un SIAD 90
Tableau VI. Tableau comparatif des méthodes de gestion de connaissances..... 108
Tableau VII. Résumé de l'état de l'art et de notre positionnement..... 116
Tableau VIII. Notre contribution à chaque étape du processus d'analyse des besoins et des exigences 126
Tableau IX. Le niveau d'implication des acteurs à chaque étape du processus d'analyse des besoins et des exigences..... 134

Liste des figures

Figure 1. Les « 3P » constitutifs de la recherche 4
Figure 2. La pluridisciplinarité de nos travaux 6
Figure 3. Positionnement épistémologique et méthodologique de la thèse 9
Figure 4. La localisation des bureaux de l'entreprise Talentsoft 13
Figure 5. Le Magic Quadrant for Talent Management Suites (Gartner, 2015) 15
Figure 6. La place du Système d'Information Numérique (SIN) dans un contexte de gestion de ressources humaine (GRH) 18
Figure 7. Le progiciel Talentsoft, outil support aux processus de GRH 19
Figure 8. Architecture du progiciel RH en SaaS de Talentsoft 20
Figure 9. Le processus de décision (Simon, 1977) 27
Figure 10. Réadaptation du processus de décision de Simon (Rosenthal-Sabroux C. & Grundstein M., 2002) 28
Figure 11. Modèle hiérarchique de la connaissance (Balmisse G., 2002) 31
Figure 12. Le système d'information et de connaissance « SICO » de l'entreprise (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2009) 33
Figure 13. Le concept SICO et positionnement des SIAD 34
Figure 14. Les informations contribuant à l'aide à la décision 36
Figure 15. historique de la recherche sur les SIAD 40
Figure 16. Les composants d'un système interactif d'aide à la décision 42
Figure 17. Architecture élaborée d'un Datawarehouse (Goglin, 01) 46
Figure 18. Processus et étapes du "datamining" (Terrettaz-Zufferey & al., 2006). 47
Figure 19. Le modèle en Cascade (Royce, 1970) 55
Figure 20. Le modèle en V (McDermid & Ripkin, 1984) 56
Figure 21. Le modèle en spirale (Boehm, 1988) 57
Figure 22. Le cycle de développement RAD (Martin, 1991) 58
Figure 23. Processus de développement «XP » 60
Figure 24. processus de développement Scrum 62
Figure 25. Modèle proposé par Long et al. (Long et al., 1990) 63
Figure 26. Le modèle en V enrichi (Balbo, 1994) 64

Figure 27. Le modèle Nabla (Kolski, 1997)..... 65
Figure 28. Le modèle en U (Abed, 2001)..... 66
Figure 29. L'approche ADESIAD (Lepreux, 2005)..... 68
Figure 30. Processus de l'ingénierie des exigences (Rolland, 2011)..... 83
Figure 31. Différentiation donnée, information, connaissance (Grundstein, 2002)..... 96
Figure 32. Commensurabilité des schémas d'interprétation et de divergence de sens (Grundstein, 2004) 97
Figure 33. La conscience de sa connaissance : modèle de l'iceberg (Vinck, 1997) 98
Figure 34. Processus de conversion des connaissances tacites et explicites (Nonaka & Takeuchi, 1995) 99
Figure 35. Les facettes de la problématique de capitalisation sur les connaissances (Grundstein, 2002) 100
Figure 36. L'approche P©, du problème à sa solution..... 120
Figure 37. Du problème de décision à sa résolution 121
Figure 38. Les étapes d'analyse des besoins et des exigences de l'approche « P© » 127
Figure 39. L'étape d'élicitation des problèmes de décision..... 128
Figure 40. modélisation du périmètre d'intervention..... 129
Figure 41. Catégorisation des utilisateurs par profils décideurs et par processus métiers organisationnel..... 132
Figure 42. Modèle de catégorisation des utilisateurs finaux du SIAD..... 132
Figure 43. modèle d'identification des problèmes de décision 137
Figure 44. L'étape de classification et de formalisation des problèmes de décision 142
Figure 45. Modèle de classification des problèmes de décision pour le développement de SIAD 143
Figure 46. Modèle de classification des problèmes de décision sous forme de problèmes génériques 144
Figure 47. Modèle d'association des problèmes de décision spécifiques aux besoins informationnels 145
Figure 48. L'étape de spécification des exigences 145
Figure 49. Modèle sémantique proposé pour représenter un besoin informationnel (adapté de « Prat, 1999 ») 146

Figure 50. Modèle de formalisation des besoins informationnels..... 147
Figure 51. Prototypage et maquettage, adapté de Nielsen (1993)..... 149
Figure 52. Prototypage pour la spécification des exigences 150
Figure 53. Etape de vérification des spécifications et validation ultime des exigences... 151
Figure 54. Le degré d'utilité et d'utilisabilité de notre SIAD 152
Figure 55. Vérification et validation des exigences 152
Figure 56. L'étape de négociation..... 156
Figure 57. Le SICO RH de l'entreprise..... 162
Figure 58. L'intégration de l'application HR Analytics de Talentsoft..... 165
Figure 59. L'Application HR Analytics, outil support pour la résolution de problèmes de décision 167
Figure 60. Processus d'analyse des besoins et des exigences de l'approche « P© »..... 168
Figure 61. Progiciel Talentsoft , support à la GRH..... 170
Figure 62. Modèle de représentation des utilisateurs finaux décideurs de même profil 172
Figure 63. Restitution des activités critiques communes aux responsables RH sur XMIND 173
Figure 64. Projection des problèmes de décision identifiés afin d'évaluer collectivement leur pertinence174
Figure 65. Les problèmes de décision identifiés dans le processus d'évaluation des collaborateurs 174
Figure 66. Modèle de classification des problèmes de décision du processus « d'évaluation des collaborateurs » sous forme de problèmes génériques 175
Figure 67. Modèle d'association des problèmes spécifiques aux besoins informationnels 177
Figure 68. Exemple de Modèle de formalisation des besoins informationnels..... 178
Figure 69. Maquette de l'interface d'analyse des objectifs fixés de l'application Analytics 180
Figure 70. La répartition des remarques lors de la première réunion de testing 192
Figure 71. Le questionnaire de satisfaction soumis aux cinq responsables RH..... 195

Figure 72. Place du système d'information numérique dans l'environnement sociotechnique de l'entreprise étendue 202

Liste des abréviations

ADESIAD : Approche de DEveloppement de SIAD

AFIS : Association Française d'Ingénierie Système

ASC : Acquisition Structurée des Connaissances

CEA : Commissariat à l'Energie Atomique

CIFRE : Conventions Industrielles de Formation par la REcherche

CIU : Concepteur d'Interface Utilisateurs

Common KADS : Common Knowledge Acquisition and Design Support

CP : Comité de Pilotage

DSDM : Dynamic Software Development Method

DSS : Decision Support System

ECT : Equipe de Concepteurs Techniques

GL : Génie Logiciel

GPEC : Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences

GQM : Goal, Question, Metric

GRH : Gestion des ressources Humaines

GSS : Group Support System

HTML : HyperText Markup Language

IA : Intelligence Artificielle

IHM : Interaction Homme-Machine

ISC : Ingénierie des Systèmes de Connaissances

ISO : International Organization for Standardization

LAMSADE : Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Système pour l'Aide à la Décision

MASK : Methodology for Analysing and Structuring Knowledge

MKSM: Method for Knowledge System Management

MOISE : Méthode Organisée pour l'Ingénierie des Systèmes Experts

MOKA : Methodology and tools Oriented to Knowledge-based engineering Application

OLAP: On Line Analytical Processing

PD : Profil Décideur

PM : Processus Métier

PP : Porteur du Produit

PGRH: Progiciel de Gestion des Ressources Humaines

RAD : Rapid Application Development

RH : Ressources Humaines

SaaS : Software As A Service

SAMU : Service d'Aide Médical d'Urgence

SC : Système de connaissances

SECI : Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internalisation

SGBC : Système de Gestion de Base de Connaissances

SGBD : Système de Gestion de Base de données

SGBM : Système de Gestion de Base de Modèles

SI : Système d'Information

SIAD : Système Interactif d'Aide à la Décision

SICO : Système d'information et de connaissances

SIGECAD : Système d'information Gestion de Connaissances et Aide à la Décision

SIN : Système d'Information Numérique

SIRH : Système d'Information des Ressources Humaines

SSAS : SQL Server Analysis Services

TIC : Technologie d'Information et de Communication

UF : Utilisateurs Finaux

UML : Unified Modeling Language

UX : users experience

XP : eXtrême Programming

À mon père, à ma mère et à ma belle étoile…

Remerciements

Ma thèse est loin d'être un travail solitaire. Je n'aurais jamais pu la réaliser sans l'aide et le soutien d'un grand nombre de personnes.

J'aimerais tout d'abord remercier ma directrice de thèse Camille Rosenthal Sabroux. Les mots me manquent pour exprimer ma gratitude. L'idée de voler de mes propres ailes est un peu effrayante, mais j'ai l'impression d'avoir grandi, d'avoir acquis une certaine confiance grâce à vous. D'un point de vue relationnel, j'ai trouvé un soutien, une écoute et ce que j'ai aimé par-dessus tout, une franchise à toute épreuve. J'ai énormément appris professionnellement et humainement à vos côtés. Je m'estime chanceuse de vous avoir d'abord comme responsable ensuite comme exemple !

Je remercie mon co-directeur de thèse Michel Grundstein pour son encadrement, son temps, ses relectures méticuleuses, son soutien et ses encouragements tout au long de ce travail. Vous m'avez appris à être moins « bonne élève » et plus autonome durant ces trois années. Merci Michel !

Je remercie également toutes les personnes formidables que j'ai rencontrées au sein de TALENTSOFT. Je pense particulièrement à Alexandre Pachulski pour sa confiance, à Eric Terreau pour son soutien constant, à ma team HR Analytics : Pierre Antoine (Maître Yoda), Arnaud (Maître du monde), Corentin (Coco) et Carine. A l'équipe produit : Audrey, Ingrid, Armelle, Jim, Ali, Baptiste, Natasha, David, Jeremy, Mathieu, Charlotte, Yann etc. Aux équipes RH en particulier Laurence et enfin je n'oublie pas d'adresser un grand merci à Cécile (elle saura pourquoi).

Je tiens à remercier tout particulièrement mon oncle et ma tante Patrice et Soraya Duboc pour leur soutien, leurs nombreuses relectures et corrections de mes articles de recherche, de ma thèse et de mon anglais désastreux. Ils ont toujours répondu présents, même dans les cas les plus désespérés.

Je souhaite remercier les rapporteurs de cette thèse , les professeurs Pascale Zaraté et Sophie Dupuy-Chessa qui ont accepté de lire, critiquer et valider cette thèse.

J'adresse aussi mes remerciements aux personnes que je nomme « ressources » dans ma thèse et qui m'ont permis d'aller jusqu'au bout je pense particulièrement à ma famille. D'abord, Souhila pour sa bienveillance et sa lumière, Papa pour sa foi en moi, mes grands-parents pour leurs nombreuses petites attentions, mon oncle Yacine pour ses bons conseils, Souad, Nadir, Judith, Jaufré, Marie Constance, tata Nacera, tonton Rachid mais aussi tout le reste de la famille d'ici ou d'ailleurs.

Mes remerciements vont aussi à mes amis qui, avec cette question récurrente, « Quand est-ce que tu la soutiens cette thèse ? », bien qu'angoissante en période fréquente de doutes, m'ont permis de ne jamais dévier de mon objectif final. Merci à Rima, Mimi, Lou, Rym, Nihel, Ines, Salma, Florian, Philippe, Nazim, Marwa, Darine, Besma, Hind, David, Foufa, Sarah, Benji, Clémence, Anis, Yasmine, Maîssa, Isma, Kwikou, Amar, Samy, Deborah, Reda, Roland etc.

Merci à tous les membre du Lamsade en particulier mes collègues et amis thésards :Thomas, Myriam, Youcef, Maude, Anaëlle, Fabien, Khalil, Tom, Satya, Yann, Zahra, Diana, Yacine, Said, Eric Leroy etc. Quelle joie d'avoir partagé ces bons moments avec vous. A l'administration je cite en particulier Juliette, Eleni, Mireille et le sympathique Olivier.

Je remercie tous les membres de notre groupe de recherche SIGECAD pour les bons conseils, les bons moments et leur soutien : Camille, Michel, Ines , Pierre Emmanuel, Thierno, Kathia, Maud, Zahra et Elsa. J'ai adoré travailler avec vous et ce n'est pas fini « à quand la prochaine réunion ? ». Je n'oublie pas Clara et Sophie !

Merci à toutes les personnes présentes à la soutenance pour m'avoir supporter pendant ces années. Rassurez-vous le pot approche…

Merci à Aretha parce que j'ai dû beaucoup : « Think », ACDC parce que c'était : « highway to hell » et Led zepplin parce que maintenant c'est : « Stairway to Heaven ». I Do get Satisfaction !

Ces remerciements ne seraient complets, sans une pensée pour ma première fan: ma mère. Ses encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais.

Pour clore ce préambule, je souhaiterais préciser un dernier point. Dans une société où tout est, rapidité, compétitivité, rentabilité, je suis heureuse, pour la première fois de ma vie, d'avoir au travers de ce travail de thèse et dans l'esprit du philosophe et essayiste Pierre Sansot, compris «l'éloge de la lenteur » et son bon usage. En effet, il a fallu du temps pour dessiner les contours de mon sujet, comprendre ce que j'observais, prendre du recul, mettre en forme cette thèse…. prendre en fait le temps nécessaire à tout travail de recherche.

I. Introduction générale

Les éditeurs informatiques se trouvent aujourd'hui confrontés à de fortes pressions et concurrences sur un marché caractérisé par une diversité des offres technologiques, une instabilité des demandes et une réduction des délais de mise sur le marché. Le changement permanent des fonctionnalités à développer et la variabilité des besoins utilisateurs ont poussé les éditeurs informatiques à revoir en profondeur leurs processus de développement. La prise en compte des besoins des utilisateurs finaux dans le processus de développement des systèmes informatiques apparait de plus en plus dans la littérature. Freeman (1982) le définit d'ailleurs comme un facteur clé de succès. Von Hippel et Katz (2002) considèrent même que les utilisateurs finaux jouent un rôle déterminant dans l'émergence et l'orientation de l'innovation. La reconnaissance de l'importance de l'analyse des besoins des utilisateurs dans le processus de développement informatique a donné naissance à un domaine de recherche à part entière : l'ingénierie des besoins et des exigences (Loucopoulos & Karakostas, 1995).

Notons que les termes « exigence » et « besoin » sont parfois considérés comme synonymes, parfois employés systématiquement ensemble (besoins et exigences), ou encore accolés (exigence-besoin, besoin/exigence). Dans notre recherche, nous avons choisi de reprendre la distinction opérée par (Rolland, 2011) : « *Exigence et besoin sont les deux faces de la même pièce : le besoin vient des parties prenantes; les exigences sont les contraintes imposées au système pour garantir la satisfaction du besoin ».*

Un grand nombre d'études (Lubars 1993; McGraw & Harbison 1997; Standish, 2003) a montré que les échecs dans la mise en œuvre et l'utilisation des systèmes informatiques sont dus à une mauvaise compréhension des besoins auxquels ces systèmes tentent de satisfaire. Un exemple édifiant est celui de la refonte du système d'information du *SAMU* londonien (gestion des ambulances d'urgence) qui, à cause d'une mauvaise compréhension des besoins, a abouti à plusieurs décès. Les efforts requis pour corriger les erreurs découlant de cette mauvaise compréhension des besoins sont très importants (Jackson, 1995). La maîtrise de la phase est alors cruciale : ceci inclut la mise en place de méthodes, techniques et outils pour éliciter, valider

et représenter de manière adéquate et structurée les besoins et les exigences relatifs aux systèmes à développer.

Dans notre cas, le produit que nous avons développé est un système interactif d'aide à la décision (SIAD). Cet artefact doit permettre d'aider ses utilisateurs dans la résolution de leurs problèmes de décision non programmés et complexes (Gorry & Morton, 1971). La problématique de recherche émane du terrain. C'est en partant d'un problème opérationnel et concret que notre recherche a vu le jour. Notre bourse CIFRE s'effectue au sein de l'entreprise Talentsoft, un éditeur informatique de solutions RH. Talentsoft commercialise un progiciel de gestion des fonctionnalités RH. Ce progiciel est dédié aux tâches opérationnelles et est centré sur les décisions structurées. Partant du constat que les décisions non structurées ne peuvent être soutenues par ce progiciel car il manque de flexibilité et d'interactivité ce qui affecte sa capacité analytique (Laudon & Laudon, 2006), Talentsoft a décidé de développer un SIAD. Elle s'est donc posée la question de savoir quel type de SIAD développé et quelle démarche entreprendre pour le faire. Ces mêmes questions ont donné naissance à nos travaux de recherches.

1.1. Objectif de la recherche

L'objectif de nos travaux de recherche est de développer un SIAD **efficace** qui convienne à tous les clients de Talentsoft ainsi qu'à leurs utilisateurs finaux et décideurs et ce, au moyen d'une approche **efficiente** d'analyse des besoins et des exigences.

Pour le développement de SIAD, la littérature du domaine, reconnaît largement l'importance de l'analyse des besoins des utilisateurs, mais donne très peu d'éléments pour la mener à bien. Pourtant plusieurs auteurs (Winter & Strauch, 2003 ; Arnott & Dodson, 2008 ; Barone & *al.*, 2010; STA, 2015) ont démontré que la raison principale des échecs de projet de développement de SIAD serait l'absence de méthodes et démarches probantes d'analyse des besoins et des exigences. Selon nous, l'une des principales raisons reste la non-spécification des liens entre les problèmes de décision auxquels font face les différents utilisateurs finaux et celle du SIAD développé en aval lors de cette phase d'analyse. Pourtant, le terme même de « décision » renvoie aux actions et processus de résolution de problèmes : un problème qui se pose à un individu ou

à une organisation (Lévine, 1989). Si dans la majorité des approches d'analyse des besoins et des exigences, les problèmes sont regardés comme préexistants, ils ne sont cependant pas considérés comme nécessaires à être identifiés ou élicités. Enfin on sait aussi qu'«*un problème bien posé est un problème dont le caractère crucial vient d'une estimation produite collectivement et d'une formulation estimée acceptable par toutes les parties*"(Soubie & de Terssac, 1991).

Notre recherche part alors du postulat que développer un SIAD ne peut se faire sans s'intéresser aux problèmes de décision qui se posent aux différents utilisateurs finaux et décideurs et à la façon de les représenter collectivement lors de la phase d'analyse des besoins et des exigences. Pour y parvenir, notre recherche se traduit de la façon suivante : d'une part, établir une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes pour le développement de SIAD et d'autre part, concevoir un prototype qui prouve l'applicabilité de l'approche sur le terrain. Nous posons ainsi la problématique générale dans une perspective pluridisciplinaire :

1.2. Problématique

- Qu'est-ce qu'une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes ?
- Pourquoi une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes pour développer un SIAD ?
- Comment pratiquer une approche collaborative et dirigée par les problèmes pour développer un SIAD ?

1.3. Les éléments constitutifs de la recherche

Notre approche d'analyse des besoins et des exigences doit tenir compte des spécificités liées au produit, au processus de son développement et enfin aux personnes intervenant dans le projet de développement.

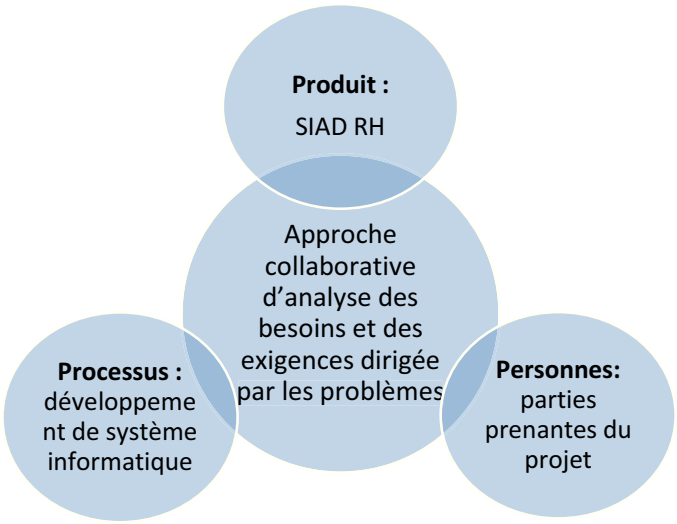


Figure 1. Les « 3P » constitutifs de la recherche

Le produit

- Type : Système interactif d'aide à la décision (SIAD) orienté données (application Analytics) ;
- Particularité : Relatif aux ressources humaines et développé pour une multiplicité d'entreprises qui partagent la même instance de l'application.

Le processus de développement

Il n'existe pas de démarche standard pour le développement de ce type de systèmes. Les caractéristiques et particularités propres au domaine de l'aide à la décision et à notre contexte industriel nous poussent à étudier plusieurs domaines auxquels ces systèmes peuvent appartenir : le génie logiciel (GL), l'interaction homme-machine (IHM) et l'ingénierie des systèmes de connaissance (ISC) et ce, dans le but de proposer un processus adapté à notre situation. Selon Dupuy-Chessa (2012), le couplage des différents domaine a un double enjeu : d'abord, une meilleure adéquation des systèmes aux problèmes et aux besoins. Ensuite, une plus grande productivité lors des phases de conception et de maintenance en maîtrisant mieux les pratiques communautaires mais aussi celles conjointes aux trois domaines.

Les personnes et leurs connaissances

Le processus de développement de SIAD, en particulier la phase d'analyse des besoins et des exigences, entraîne dans sa réalisation la contribution d'une multiplicité de personnes qui sont

porteurs de connaissances. Ces connaissances sont indispensables pour développer l'outil d'aide à la décision.

Ces différentes parties prenante du projet de développement de l'artefact sont : d'abord, les utilisateurs finaux comprenant les profils de décideurs qui sont les futurs utilisateurs ensuite, l'équipe en charge du développement de l'artefact.

1.4. Domaine de la recherche

Les recherches présentées s'inscrivent dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information numérique, et, plus précisément, dans le champ de l'ingénierie des systèmes d'aide à la décision.

Le domaine de l'ingénierie des systèmes d'aide à la décision est très vaste, nous nous sommes concentré sur la phase « d'analyse des besoins et des exigences » qui est la phase la plus critique du processus de développement des SIAD.

Nous partons du postulat que le SIAD doit être développé en gardant au cœur du processus de développement les acteurs décideurs utilisateurs finaux de ce système informatique (Kettani & *al.*, 1998 ; Rosenthal-Sabroux, 1996). Le SIAD est par définition interactif c'est-à-dire que la finalité étant d'aider le décideur à résoudre son problèmes de décision lorsqu'il interagit et non d'automatiser ses décisions.
La réalisation des activités du processus de développement de notre SIAD nécessite un travail collaboratif et la contribution des acteurs et notamment de leurs savoir-faire métier. Cela, dans l'objectif de développer de façon efficiente un SIAD efficace. Nos travaux sont donc issus de plusieurs champs disciplinaires comme présentés ci-dessous.

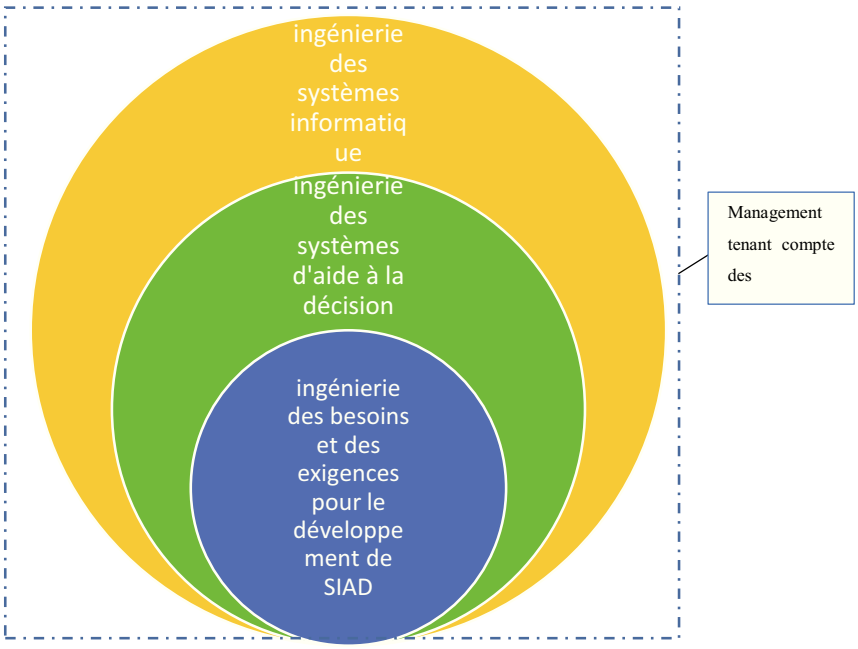


Figure 2. La pluridisciplinarité de nos travaux

1.5. Positionnement épistémologique et méthodologique de la recherche

En aide à la décision comme en système d'information, la réponse au questionnement épistémologique et méthodologique de la recherche aussi difficile semble-t-elle, est évidemment essentielle pour de multiples raisons, et notamment pour positionner ses travaux et montrer leur intérêt. De ce fait, il nous paraît important de décrire et expliquer ceux qui sont relatifs à nos travaux.

L'épistémologie étudie la validité scientifique des connaissances : « *Elle s'interroge sur ce qu'est la science en discutant de la nature, de la méthode et de la valeur de la connaissance* » (Perret & Seville ,2007).

Tout travail de recherche (y compris la recherche appliquée) repose sur une certaine vision du monde, utilise une méthodologie, propose des résultats visant à comprendre, expliquer, prédire ou transformer (Thiétart, 2007). Une explicitation de ces présupposés épistémologiques permet de contrôler la démarche de recherche et d'accroître la valeur de la connaissance qui en est issue.

Afin de valider la fiabilité scientifique des résultats qui émanent des thèses CIFRE, David A. (2013) a trouvé nécessaire de démontrer leur apport à la recherche en sciences de gestion en soulignant les caractéristiques épistémologiques, la méthodologie d'accès au terrain, les conditions de scientificité et les apports dans la production de connaissance. Il a proposé donc une classification des thèses CIFRE selon les trois paradigmes épistémologiques : positivisme, interprétativisme et constructivisme.

- Le positivisme est associé à la déduction (les lois résultent d'hypothèses testées et validées) et à l'objectivité (l'observation de l'objet réel par l'observant ne modifie ni l'objet ni l'observant). Les chercheurs optant pour un positionnement épistémologique positiviste considèrent que leur rôle est de « *découvrir les raisons simples par lesquelles les faits observés sont reliés aux causes qui les expliquent* » (Lapalle, 2012). Ils vont ainsi mobiliser une méthodologie hypothético-déductive c'est-à-dire « *émettre des hypothèses qui seront ensuite testées à l'épreuve des faits* » (Rivière, 2009).
- L'interprétativisme postule que le monde est fait d'interprétations et que ces dernières se construisent à travers les interactions entre les individus (Perret & Séville, 2002). La recherche de l'objectivité par la méthode ne suffit pas à la compréhension d'une situation. Interpréter c'est produire des diagnostics théorico-empiriques des situations (Claveau & Tannery, 2002). L'interprétativisme consiste en une interprétation par le chercheur de la situation étudiée dans l'entreprise d'accueil (Corbett, 2009).
- Le constructivisme est un positionnement épistémologique basé sur la relativité de la notion de vérité ou de réel. La réalité est définie par la représentation de l'expérience du réel que s'en construit un sujet. Comme le remarque Morin (1990), *« sujet et objet sont indissociables, mais notre mode de pensée exclut l'un par l'autre* ». C'est le principe « dialogique », le maintien de la dualité au sein de l'unité. Le constructivisme se fonde sur l'interaction sujet-objet, la recherche « *n'est plus définie par son objet, mais par son projet* » (Le Moigne, 1995). Les hypothèses constructivistes s'expriment souvent sous forme méthodologique par le principe d'induction (Charreire & Huault, 2002 ; David, 2000a), qui consiste à rassembler une série d'observations spécifiques pour arriver à formuler une conclusion générale. Le chercheur CIFRE opte pour un positionnement constructiviste du fait de la complexité de l'objet étudié avec des enjeux sociopolitiques

et des interactions avec les acteurs du terrain. Il se trouve ainsi confronté à « *une réalité difficile à simplifier* » dans des liens de causes à effets (Bou Saba, 2011).

Nos travaux de recherche émanent du paradigme constructiviste. Nous avons constaté que les démarches de recherche qui découlent du paradigme positiviste trouvent leur pertinence lorsqu'il s'agit de traiter de certaines réalités relevant de ce que Lemoigne (1995) identifie par « *l'univers câblé* », c'est-à-dire l'univers prévisible, stable et contrôlable. Cependant, le positivisme ne peut garantir le discours en ingénierie des systèmes d'aide à la décision. Cette discipline ne se définit pas par son objet positivement observable. L'information, la décision ou la communication sont autant de concepts abstraits. Ainsi les sciences de l'information, de décision ou de communication s'avèrent identifiables non pas par leur objet mais par leur projet : « *la connaissance des systèmes artificiels, construits et non donné* » (Dameron-Fonquernie, 1999). Dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information numériques et plus spécifiquement en ingénierie des systèmes interactifs d'aide à la décision, se pose la question de savoir si la recherche porte sur les spécificités techniques de l'artefact à développer ou sur sa finalité. Une part majoritaire des recherches dans ce domaine porte en effet sur l'artefact et ses spécificités techniques. Dans le milieu industriel on retrouve aussi ce même raisonnement : l'artefact à développer est connu avant la détermination des finalités en aide à la décision. Souvent les opérationnels se retrouvent guidés par les contraintes techniques. Dans nos travaux nous partons des problèmes des utilisateurs finaux pour déduire les spécificités techniques de l'artefact.

Nous ne pouvons pas non plus opter pour un positionnement interprétativiste car dans le contexte de notre CIFRE nous ne sommes pas dans l'interprétation mais dans l'action : considérés comme participant actif dans le management et la résolution des problèmes de l'entreprise d'accueil. Cette démarche méthodologique d'accès au terrain est qualifiée de « *recherche-action* » comme définie par Lewin (1951).

La démarche méthodologique recherche-action découle du paradigme constructiviste. Le terme recherche-action est employé pour un très grand nombre de recherches, il désigne cependant en général une étude visant une action stratégique et requérant une participation de différents acteurs. Karlsen (1991) l'identifie à une nouvelle forme de création du savoir dans laquelle les relations entre théorie et pratique et entre recherche et action sont significativement étroites. La

recherche-action permet aux acteurs de construire des théories et hypothèses qui émergent du terrain, sont par la suite testées sur le terrain et entraînent des changements désirables à la situation problématique identifiée. La recherche-action est vue comme un processus interactif. Le chercheur est alors impliqué au sein de l'organisation avec des dilemmes d'éthique, de choix de révélations qui l'entourent avec des problèmes d'accès au terrain.

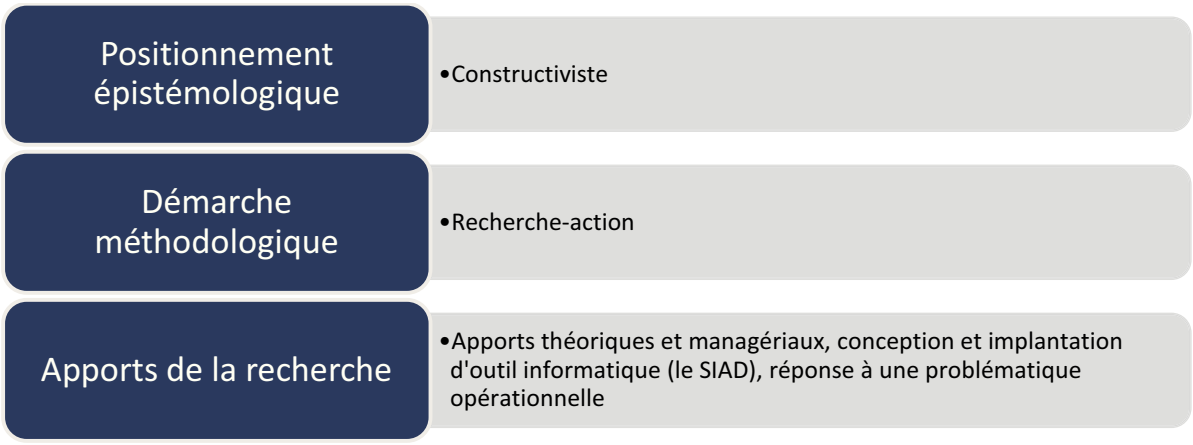


Figure 3. Positionnement épistémologique et méthodologique de la thèse

Les postures constructivistes définissent l'activité de développement informatique comme un processus social qui sélectionne parmi des alternatives techniques évaluées selon des critères qui reflètent des visions sociales conflictuelles (Latour, 2006). Selon nous, le développement informatique n'est donc pas une opération strictement technique : un dispositif technique n'est pas seulement constitué d'éléments techniques permettant de rendre compte de la réalité de façon objective comme souligné dans le paradigme positiviste. La logique technique ne doit pas prévaloir à tout prix sur les logiques sociales pour dicter les orientations du développement d'un artefact (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2002). Voilà pourquoi la posture générale de nos travaux s'inscrit dans une perspective constructiviste. Cela nous conduit à analyser les processus de coordination entre d'une part, les concepteurs de l'artefact et d'autre part, ses utilisateurs. Cette perspective met en évidence le rôle des usagers dans le développement progressif d'un artefact interactif « le SIAD ». La solution doit être un construit, elle ne préexiste pas à sa conception. Elle résulte des interactions entre les différents acteurs concernés par la démarche.

1.6. Structure du rapport de thèse

Dans le texte, de manière générale, nous utiliserons respectivement les termes de « partie », « section» et «sous-section» pour désigner le positionnement des thèmes de second, troisième et quatrième niveau hiérarchique. La thèse comprend alors quatre parties :

- La première partie décrit le contexte de l'entreprise dans laquelle la thèse a été effectuée. Il est nécessaire de bien appréhender le contexte pour mieux comprendre l'intérêt de nos travaux dans le cadre de la CIFRE. Dans la première section de cette partie, nous présenterons de façon générale l'entreprise Talentsoft en soulignant son positionnement sur le marché de l'édition informatique RH. Dans la seconde section, nous détaillerons les spécificités du produit (le progiciel RH) qu'elle commercialise et enfin dans la troisième section, nous expliquerons ses motivations pour se lancer dans un projet de développement d'un système interactif d'aide à la décision (application Analytics) en complément à sa solution existante. Ce dernier point permettra de situer la problématique terrain dans laquelle s'inscrivent ces travaux de recherche.
- La seconde partie est fondée sur un état de l'art des éléments constitutifs de nos travaux. Elle est composée de quatre sections. La première positionne la recherche au regard du produit à développer « le SIAD » et met en lumière les dimensions de la décision qui semblent déterminantes dans le contexte de son développement. La seconde section, met en perspective les démarches entreprises pour le développement de ce type de systèmes : nous nous intéresserons en premier lieu, aux processus de développement de systèmes issus de plusieurs domaines : du génie logiciel, de l'interaction homme-machine et enfin de l'ingénierie des systèmes de connaissances. En second lieu, nous passerons en revue les méthodes d'analyse et conception de SIAD orientés données (application Analytics). A la lumière de ces deux volets rendant compte de l'importance de la phase d'analyse des besoins et des exigences, la troisième section présente un état de l'art sur les approches existantes d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD orientés données. Enfin, la quatrième section aborde un état de l'art sur les méthodes de gestion de connaissances pour mener à bien la phase d'analyse des besoins et des exigences. A la fin de cette seconde partie, nous présenterons une synthèse de l'état de l'art tout en expliquant notre positionnement.

- La troisième partie s'appuie sur les résultats de l'état de l'art et le contexte industriel ayant déclenché nos travaux. Elle amène à la nécessité de proposer une nouvelle approche d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD orientés données : une approche collaborative et dirigée par les problèmes. La première section présente les principes et les caractéristiques de notre approche. La seconde section détaille les étapes du processus d'analyse des besoins et des exigences.
- La quatrième partie est consacrée à la mise en œuvre de l'approche proposée pour le développement de l'application Analytics de l'éditeur informatique Talentsoft. L'objectif de cette partie est de valider notre approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes sur le terrain.

Enfin, nous présenterons nos conclusions et nos perspectives de recherche.

II. Le contexte de la thèse: l'entreprise TALENTSOFT

2.1. Description de l'entreprise TALENTSOFT

Nos travaux de recherche se déroulent dans le cadre d'une bourse CIFRE au sein de l'entreprise Talentsoft.

2.1.1. Présentation et ses chiffres clés

Talentsoft est un éditeur informatique qui propose un progiciel de gestion des fonctionnalités RH en *Saas*. les entreprises clientes accèdent à ces fonctionnalités comme un service au travers du *web*. L'utilisation de ces services est facturée à l'usage et régie par un contrat de service.
Avec un siège social basé en France à Boulogne-Billancourt, Talentsoft est un groupe mondial avec 15 bureaux sur les 4 continents.



Figure 4. La localisation des bureaux de l'entreprise Talentsoft

C'est une entreprise qui a évolué très rapidement et présente :

- Une équipe de 600 collaborateurs avec près de 300 nouveaux en 2016,
- Une croissance de plus de 50% de son chiffre d'affaires en 2016,
- Plus de 1500 entreprises clientes et un total de 8 millions d'utilisateurs de son progiciel dans plus de 130 pays.

2.1.2. Positionnement sur le marché de l'édition informatique RH

Les éditeurs de progiciel RH en Saas sont variés. Certains se positionnent sur des marchés de niche, proposant une grande expertise sur un ou quelques processus RH spécifiques, d'autre à l'opposé embrassent le périmètre RH avec des offres de SIRH intégré.

Talentsoft se positionne comme un éditeur de progiciel RH qui comprend des processus dits *stratégiques* de gestion de ressources humaines comme mentionné dans la littérature (Guest, 1987 ; Miller, 1989 ; Walker, 1992 ; etc.) que d'autres appellent aussi les processus de gestion des talents[1] (Miralles, 2007). Cela comprend tous les processus permettant l'acquisition, l'utilisation et le développement des ressources humaines. Ces processus sont : le recrutement, l'évaluation des collaborateurs, la rémunération, la formation et le développement et enfin la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.

Le cabinet d'analyste Gartner[2] positionne Talentsoft comme visionnaire sur le marché mondial des éditeurs de solutions RH (Gartner, 2015). Selon le rapport *Magic Quadrant for Talent Management Suites*, les visionnaires sont en avance sur la plupart des acteurs du marché en termes d'innovation produits et de modèles d'exécution. Ils anticipent les nouveaux besoins et les évolutions du marché et l'étendent à de nouveaux domaines. Les « visionnaires » ont un potentiel d'influence fort sur l'évolution du marché des suites de gestion des talents, cependant ils ont une capacité d'exécution plus limitée et ont moins fait leurs preuves que « les leaders ».

[1] Le « talent » est un concept très hétéroclite, pour lequel il est difficile de trouver une définition unique. Selon le Larousse (2013), un talent est une aptitude, une capacité particulière à faire quelque chose. Une personne est considérée comme un talent dès lors qu'elle possède des compétences rares et spécifiques que l'entreprise souhaite attirer et fidéliser. La plupart des entreprises ne donnent pas de définition formelle au terme «talent» car cela impliquerait la présence de salariés talentueux et de collaborateurs dépourvus de talents (Talentéo, 2012).

[2] Gartner Inc., fondée en 1979, est une entreprise américaine de conseil et de recherche dans le domaine des techniques avancées. Elle mène des recherches, fournit des services de consultation, tient à jour différentes statistiques et une grande base de données de benchmarks industriels. Cette base de données est mise à jour et augmentée de façon anonyme par les clients de Gartner. En retour, ces clients peuvent se comparer relativement à leurs compétiteurs, ou au marché.

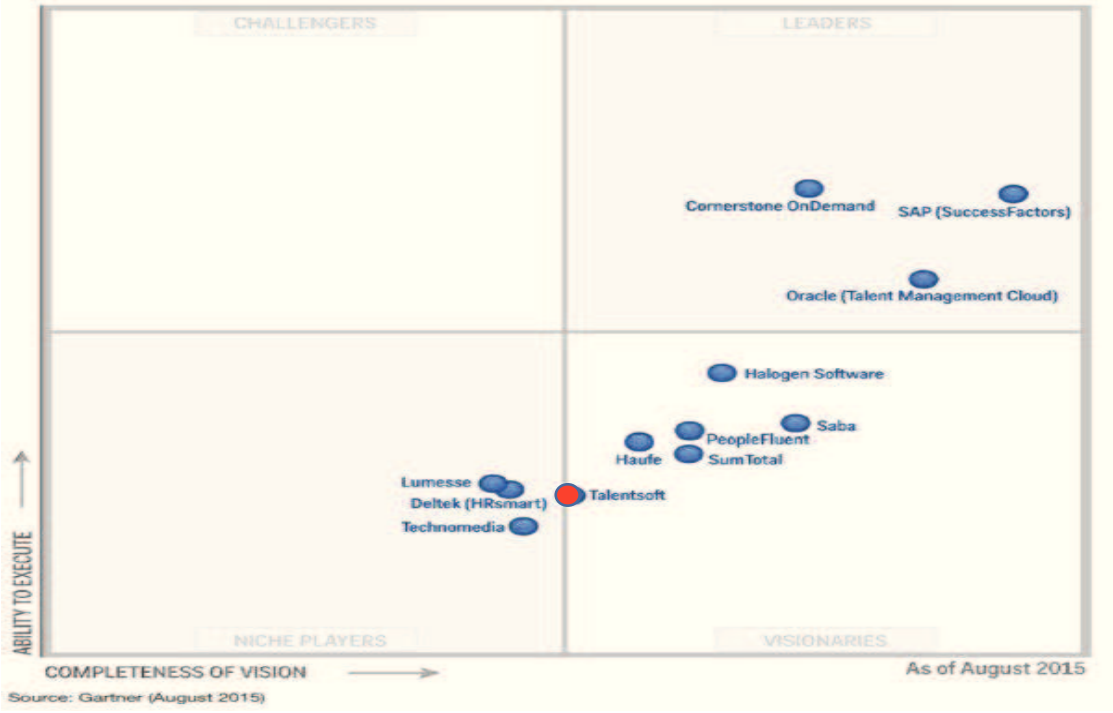


Figure 5. Le Magic Quadrant for Talent Management Suites (Gartner, 2015)

2.2. La solution de TALENTSOFT : un progiciel de gestion des fonctionnalités RH

Le progiciel de Talentsoft constitue un sous-ensemble du système d'information des ressources humaines (SIRH). Il est l'outil support de la politique RH d'une organisation et constitue une interface entre les technologies d'information et de communication (TIC) et la gestion des processus RH.

2.2.1. Les processus de gestion des ressources humaines supportés par le progiciel Talentsoft

Talentsoft se positionne comme un éditeur de progiciel RH permettant de gérer les fonctionnalités des processus dits *stratégiques* de gestion de ressources humaines. Pour les définir brièvement :

- **Le processus de recrutement**

Le processus de recrutement est au cœur des préoccupations des entreprises en raison notamment de la démographie et de la rareté de certains profils de spécialistes ou d'experts.

L'acquisition d'une main d'œuvre compétente et motivée participe au succès social et économique de l'entreprise, des équipes de travail, du personnel d'encadrement, du service des RH et du collaborateur lui-même au sein de l'organisation.

L'enjeu de la capacité à attirer des personnes qualifiées et à prendre les bonnes décisions en matière de sélection est un facteur de réussite dans un environnement compétitif. Le recrutement constitue une ouverture sur l'extérieur. C'est un processus de sélection et, conséquemment, facteur de marginalisation des individus. Le recrutement est stratégique pour l'entreprise car c'est le premier moment de l'intégration des salariés et il conditionne le début des autres processus RH tels que l'intégration, la rémunération, l'évaluation, la formation, afin de fidéliser les collaborateurs. Malgré l'utilisation de techniques de sélection visant à rationaliser le recrutement, il existe des échecs.

L'évocation de la marginalisation et des échecs inhérents au recrutement nous rappelle les difficultés liées à cette procédure mais nous renvoie aussi aux préoccupations premières de l'entreprise, vivre et être performante dans un univers fortement concurrentiel.

- **Le processus d'évaluation des collaborateurs**

Pierre Caspar et Jean-Guy Milet en 1990 dans « Apprécier et valoriser les hommes, réflexions et pratiques » entendent par l'évaluation des collaborateurs :

- la réalisation d'un bilan formel des activités accomplies et des résultats des collaborateurs ;
- la définition de nouveaux objectifs négociés, des plans d'action et la possibilité de faire adopter une stratégie ;
- la gestion des RH en définissant les personnes en termes de compétences, de potentiel et de désir d'évolution ;
- la possibilité de faire évoluer les collaborateurs.

L'évaluation concerne les attributs des personnes dans telle ou telle situation et donc, ne concerne pas toujours les mêmes caractéristiques. On peut évaluer :

- la personne de façon globale, dans un environnement « général » ;
- les comportements au travail, individuels ou collectifs ;
- le potentiel ;
- les compétences ;
- etc.

Les finalités de l'évaluation ou de l'appréciation sont :
- les compétences du salarié en rapport avec les exigences du poste et les moyens alloués ;
- les performances individuelles ;
- la qualification professionnelle, le positionnement dans la classification et le parcours professionnel du salarié ;
- les besoins de formation du salarié et ses attentes en matière d'évolution professionnelle.

- **La rémunération**

La rémunération se trouve au cœur de la relation qui lie un employeur et ses salariés. Elle constitue une partie explicite du contrat de travail. La rémunération est un thème privilégié de la négociation collective (négociation sur les salaires une fois par an et au moins une fois tous les 5 ans pour renégocier les classifications) (Cadin et al., 2004).
La rémunération comprend le salaire, les primes diverses, les gratifications et avantages monétaires directs ou indirects, immédiats ou différés et les avantages matériels.

- **La formation et le développement des collaborateurs**

La formation peut être définie comme un processus continu et intégré visant à introduire, à parfaire ou à compléter des connaissances et habiletés, ainsi qu'à développer des aptitudes chez un employé ou un groupe d'employés.
Le processus de formation vise donc à :
- maintenir et/ou améliorer la qualité des services en assurant la meilleure adéquation possible entre la compétence des individus et l'évolution des besoins de l'organisation ;
- favoriser le développement des ressources humaines, en leur donnant l'opportunité de parfaire leurs connaissances et d'acquérir de nouvelles habiletés ;
- répondre aux besoins identifiés par les employés et par l'entreprise, en regard de la mission, des orientations et du style de gestion adoptés.

- **La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences**

La Gestion Prévisionnelle des Emplois et Compétences (GPEC) est une démarche RH qui « *consiste à concevoir, à mettre en œuvre et à contrôler les politiques et les pratiques visant à*

réduire de façon anticipée les écarts entre les besoins et les ressources de l'entreprise, tant sur un plan quantitatif (en terme d'effectifs) que qualitatif (en terme de compétences) »(Parlier M., 1999).

Les étapes clefs de la GPEC d'après F. Kerlan (2004) :

- Anticiper les évolutions de l'entreprise à 3/5 ans ;
- Élaborer une stratégie organisationnelle sur la période ;
- Déduire les conséquences RH ;
- Identifier les métiers indispensables ;
- Définir les fonctions et les emplois ;
- Établir les référentiels de compétences ;
- Analyser les écarts ;
- Établir les réseaux de mobilité interne ;
- Réaliser des simulations ;
- Établir des plans de mobilité, de recrutement, de développement des compétences.

2.2.2. L'architecture du progiciel

Le développement de l'informatique a fait évoluer les pratiques de gestion des ressources humaines (GRH). Aujourd'hui, la gestion de des processus RH cités ci-dessus se fait via des systèmes d'information numériques de gestion des ressources humaines tels que le progiciel proposé par Talentsoft.

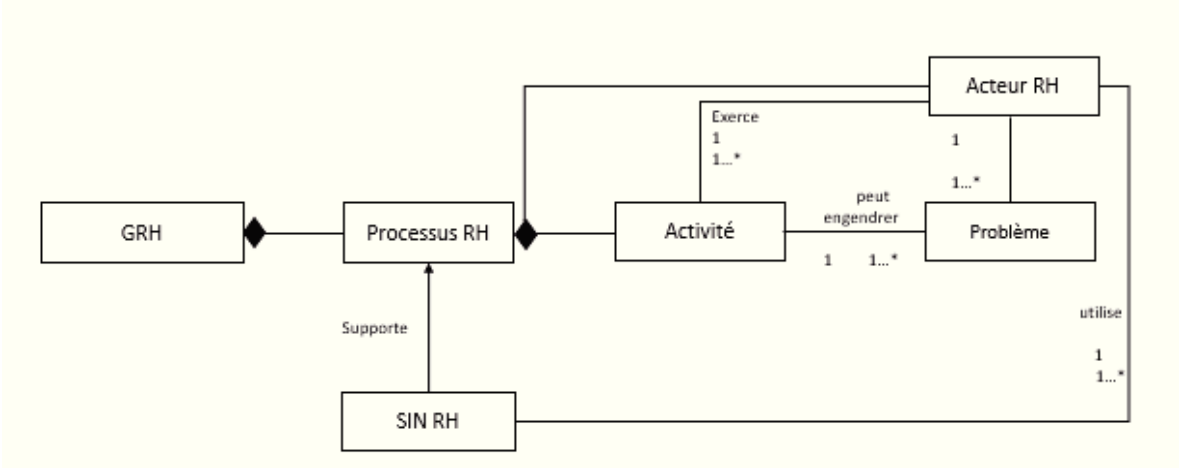


Figure 6. La place du Système d'Information Numérique (SIN) dans un contexte de gestion de ressources humaine (GRH)

La GRH comprend alors un ensemble de processus RH. Chaque processus RH regroupe un ensemble organisé d'activités effectuées par un ou plusieurs acteurs RH. Cependant certaines activités dites critiques peuvent engendrer un ou plusieurs problèmes. Ces problèmes mènent au développement et à l'utilisation de systèmes d'information numériques (« SIN RH ») permettant de les résoudre. Ces systèmes permettent ainsi de bien supporter les différents processus RH et les différentes activités des acteurs. Le rôle des acteurs et les supports numériques ainsi que leurs interactions permettent d'accomplir les missions de gestion de ressources humaines.
Le progiciel de Talentsoft représente un sous-système du système d'information numérique RH (SIN RH) (voir le schéma ci-dessous).

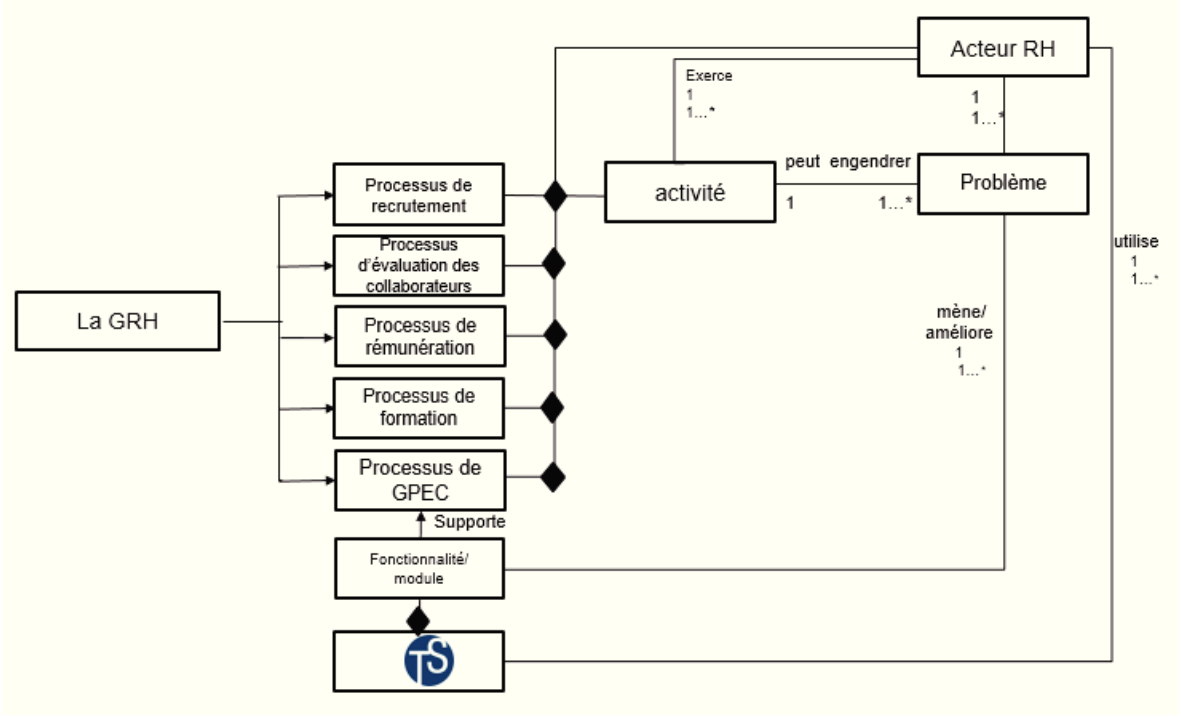


Figure 7. Le progiciel Talentsoft, outil support aux processus de GRH

Ce logiciel prend en compte l'ensemble des fonctionnalités des processus de gestion des talents de manière intégrée et automatisée. Il propose une application complète, prête à être utilisée par des clients potentiels pour gérer leurs activités de GRH . Ces clients s'inscrivent à l'application et l'utilisent via le web au travers d'un simple navigateur. Tous les détails concernant la technologie utilisée et le serveur de déploiement de l'application sont transparents pour les clients.

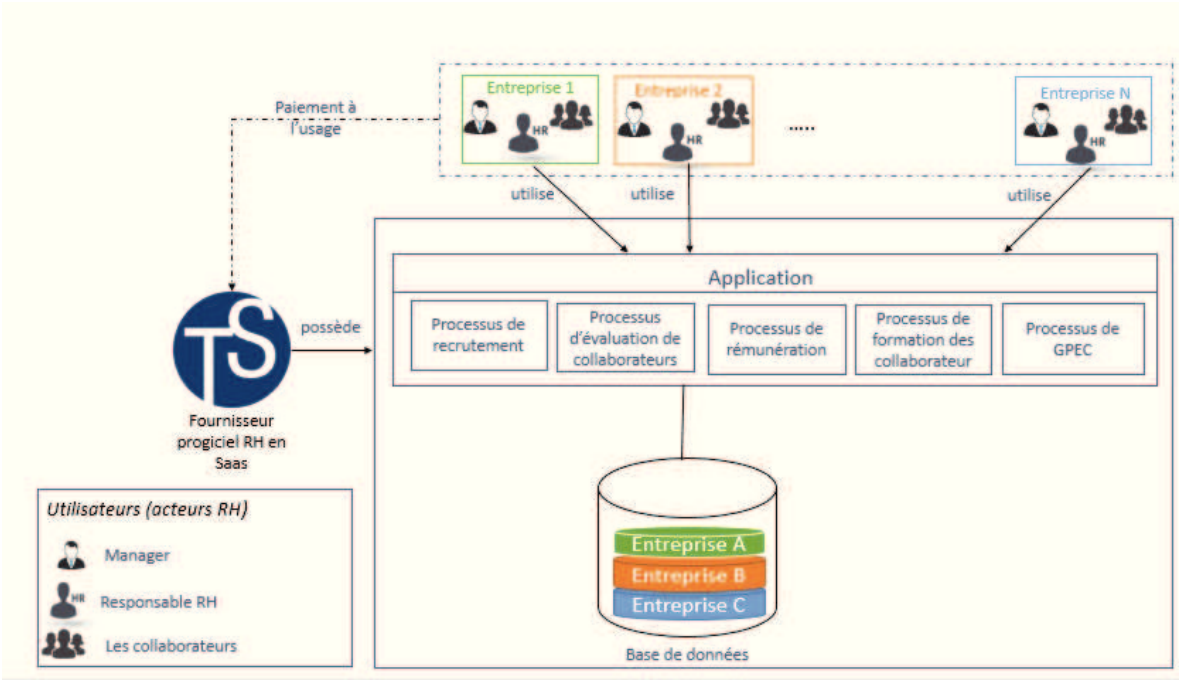


Figure 8. Architecture du progiciel RH en SaaS de Talentsoft

Talentsoft compte aujourd'hui une clientèle variée : plus de 1500 clients à l'échelle internationale. Trois profils d'acteurs RH existent dans chaque entreprise cliente de Talentsoft : les managers, les responsables RH et les collaborateurs.

- Les managers RH: il existe deux types de managers RH dans les entreprises. D'abord, les managers stratégiques comprenant les dirigeants qui sont en charge de prendre des décisions stratégiques concernant la gestion de leurs RH. Ensuite, les managers opérationnels qui s'assurent de l'évaluation des collaborateurs dont ils sont responsables et participent ainsi directement aux décisions qui les affectent (recrutement, évolution des salaires, progression des carrières, formation, etc.).
- Les responsable RH : ce sont les spécialistes fonctionnels de la GRH. Il existe un responsable RH pour chaque processus RH (recrutement, évaluation des collaborateurs, la formation et le développement, la rémunération, etc.). Ils sont en charge de l'élaboration des règles et procédures de gestion destinées à mettre en adéquation les décisions de terrain avec les objectifs généraux de l'entreprise.
- Les collaborateurs : l'ensemble des salariés de l'entreprise.

Ces trois profils d'acteurs utilisent les différentes fonctionnalités de l'application Talentsoft qui supportent les processus RH dans lesquels ils sont impliqués.

2.3. L'organisation des équipes internes de Talentsoft

Le fascicule de documentation (FDX50-127, 2002) de la norme AFNOR définit un produit comme le «résultat d'un processus». Il propose une catégorisation des produits en « services, progiciel, matériels, produits issus de processus à caractère continu ».
Les équipes internes de l'entreprise Talentsoft développent les différents modules (produits) du progiciel. Chaque ligne produit correspond à un processus de gestion de ressources humaines supporté par le progiciel Talentsoft. Chaque équipe produit développe les différentes fonctionnalités du module qui supportent un processus RH. Il existe un porteur de produit (PP) pour chaque processus RH: un porteur de produit pour le processus de recrutement, pour le processus évaluation des collaborateurs, pour le processus formation et développement, pour le processus rémunération et enfin pour le processus de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.

Les porteurs produits ont des missions communes qui sont :
- Le recueil des besoins clients ;
- La gestion du processus de développement ainsi que l'équipe de développeurs ;
- La rédaction des spécifications fonctionnelles et techniques ;
- La réalisation des tests fonctionnels ;
- La contribution à la rédaction des livrables (guide utilisateurs, documentation produit…) ;
- La contribution à la formation interne ;
- Et plus largement d'une contribution à l'impact de Talentsoft dans l'écosystème RH.

L'application Analytics (ou le SIAD orienté données) que l'entreprise prévoit de développer est un produit transverse qui doit intégrer l'ensemble des processus RH supportés par le progiciel Talentsoft. J'ai été désignée comme responsable (ou porteuse) de cette ligne produit.

2.3.1. Processus de développement des différents produits de Talentsoft

Au sein de Talentsoft, la notion même de "gestion de projet" est remise en question au profit de "gestion de produit". De façon à raisonner davantage "produit" que "projet". Talentsoft suit donc une approche dite « agile » pour le développement de son progiciel. Les approches agiles, comme présentés dans l'état de l'art, sont un ensemble de pratiques de développement itératif et incrémental de logiciel, misant sur des courts cycles de développement, afin de concevoir rapidement des solutions informatiques ayant de la valeur pour le client. L'éditeur informatique a choisi d'adopter l'approche *Scrum,*[3] une des principales approches agiles (Elatta, 2009) pour guider la programmation et les pratiques techniques dans le développement logiciel.

L'approche *Scrum* part du postulat qu'autant les développeurs que le client sont nécessaires à l'atteinte de l'objectif d'équipe. Un représentant du client nommé porteur du produit (*product owner*) est responsable de transmettre à l'équipe l'orientation du projet, de définir les fonctionnalités et de suggérer l'ordre dans lequel elles devraient être développées par l'équipe de développeurs afin de fournir un logiciel qui a de la valeur pour lui. Il exécute cela dans le carnet de produit (*product backlog*). Le carnet de produit est une liste d'éléments, représentant des besoins ou fonctionnalités désirées par le porteur du produit. Les éléments y sont classés selon la valeur d'affaire accordée par le porteur du produit. La valeur accordée aux éléments par le porteur dépend des critères qu'il considère : le retour sur investissement (ROI), la criticité d'une fonctionnalité dans le système ou pour les utilisateurs, le coût en effort de développer la fonctionnalité, etc. Le carnet de produit est visible pour toute l'équipe et permet ainsi une meilleure communication puisque tous les membres de l'équipe peuvent voir les fonctionnalités demandées par le porteur du produit

2.4. Le projet de développement d'un SIAD orienté données (Application Analytics)

Grâce à l'émergence du numérique de façon générale et l'implémentation du progiciel RH de Talentsoft de façon spécifique, les entreprises clientes possèdent actuellement d'importants

[3] L'approche *Scrum* a été détaillé dans la partie état de l'art.

volumes de données numériques sur leurs ressources humaines et ont un besoin d'outils permettant une exploitation efficace et performante de ces données à des fins d'aide à la décision dans chaque processus de GRH. Les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) orientés données ou appelés aussi « application Analytics » apportent des solutions à cette problématique.

2.4.1. Les motivations

Talentsoft avec son progiciel de GRH fournit à ses utilisateurs (managers, responsables RH et collaborateurs) les informations requises pour la prise de décisions courantes et relativement structurées, leur permettant de situer les réalisations d'une activité par rapport aux prévisions en termes d'objectifs opérationnels. Le progiciel Talentsoft a ainsi pour objectif de traiter les informations extraites des bases de données transactionnelles dans le but de répondre à des besoins courants et préalablement définis dans chaque processus RH. Le progiciel est dédié aux tâches opérationnelles et centré sur les décisions structurées. Partant du constat que les problèmes de décisions non structurées et de niveau plus élevé n'étaient pas prises en compte par le progiciel de Talentsoft et dans le but de vouloir faire bénéficier ses clients de ce nouvel essor, Talentsoft a décidé de développer un SIAD orienté donnée (application Analytics).

Le SIAD devrait aider les acteurs RH de chaque entreprise cliente dans la résolution de leurs problèmes de décision non structurés qui se posent à eux dans chaque processus de gestion des ressources humaines : Le recrutement, la formation et le développement, la rémunération et enfin la gestion prévisionnelle des emplois et compétences.

De plus, Talentsoft a pour objectif d'être reconnue comme leader du marché de l'édition informatique RH en proposant une application Analytics à la fois efficace et innovante afin de se différencier de ses concurrents. Pour ce faire, elle s'est posée la question de savoir quel type de SIAD (application Analytics) développer et quelle démarche entreprendre. Ces mêmes questions ont donné naissance à nos travaux de recherche.

2.4.2. La problématique terrain

Pour développer une application Analytics qui conviendrait à tous ces clients, Talentsoft a compris qu'il fallait revoir ses processus de développement. D'abord parce qu'elle n'a jamais développé ce type de systèmes dits d'aide à la décision. Ensuite parce que son contexte industriel

ne facilite pas les choses car elle a une multiplicité d'entreprises clientes qui elles-mêmes ont une multiplicité d'acteurs RH et ces derniers ont des besoins différents vis-à-vis de ce futur SIAD. Enfin, les entreprises clientes partagent la même instance de l'application, donc le développement des nouvelles fonctionnalités suivant leurs besoins propres et différents à la fois constitue un véritable problème. Pour ce faire, elle a décidé de faire appel à des chercheurs du domaine et ainsi collaborer avec le laboratoire LAMSADE[4] de l'université Paris Dauphine pour le développement de ce système mais aussi pour le renouvellement de ces pratiques professionnelles en gestion de projet informatique dans un contexte à la fois multi-clients et multi-utilisateurs. J'ai été désignée responsable de ce produit « l'application HR Analytics » et de son processus de développement dans le cadre du contrat CIFRE.

À retenir

La problématique terrain qui a donné naissance à notre recherche est: « Comment développer une application Analytics qui satisfasse une multiplicité d'entreprises clientes, constituées elles même d'une multiplicité d'acteurs et décideurs RH exprimant des besoins différents vis-à-vis du futur système? »

[4] Le LAMSADE (Laboratoire d'analyse et modélisation de systèmes pour l'aide à la décision) est un laboratoire de recherche établi en 1974. Les thèmes de recherches originels de l'Aide à la décision et de la Recherche Opérationnelle ont ensuite été complétés par l'Informatique Décisionnelle, la Théorie de la Décision et l'Intelligence Artificielle. Le LAMSADE propose des solutions pour la conception, l'utilisation et la validation de modèles d'Aide à la Décision.

III. Etat de l'art

L'émergence du numérique porté par les technologies de communication et de l'information modifie considérablement le processus de prise de décision dans les organisations (Têtard, 2002). C'est notre hypothèse de base. En effet, la numérisation est une pratique devenue indispensable et courante dans les entreprises d'aujourd'hui. Il en résulte qu'une charge importante d'information représentée sous forme de données numériques doit être exploitée à des fins d'aide à la décision aux acteurs pour piloter la performance de leurs activités. Ces données proviennent de sources variées (Gardarin, 1999), internes comme externes. Malgré l'existence d'outils et progiciels de gestion des applications métiers dans les entreprises, les acteurs décideurs restent contraints par leur rationalité limitée (Simon, 1977) et ne peuvent pas tirer de la valeur de ce flux continu d'information. Les progiciels permettent de gérer les transactions au quotidien par domaine d'activité mais ne sont pas adaptés pour faire des analyses complexes de données (Codd & *al*., 1993). Les SIAD orientés données apportent des solutions à cette problématique-là.

Cette partie adresse un état de l'art concernant le produit à développer (le SIAD), les démarches entreprises pour son développement puis un focus sur les approches d'analyse des besoins et des exigences. Enfin, la dernière section aborde l'apport des méthodes de *Knowledge Management* dans un cadre gestion de projet informatique.

3.1. Le produit à développer « le SIAD »

Cette section décrit les éléments relatifs au domaine de l'aide à la décision avant d'aborder de façon plus spécifique les caractéristiques des systèmes informatiques d'aide à la décision.
Dans un premier temps nous traitons de la décision au travers de trois éléments : les approches de décision, le processus de décision et la notion de décideur. Enfin, nous présentons comment ces éléments sont abordés par notre groupe de recherche.
Dans un second temps nous présentons les systèmes interactifs d'aide à la décision ainsi que leurs typologies et leurs évolutions. Nous nous focaliserons par la suite sur les SIAD orientés données et enfin nous proposerons une nouvelle classification de ce type d'artefact.

3.1.1. La prise de décision

La décision fait l'objet de plusieurs courants de recherche dans de nombreuses disciplines : la gestion, l'économie, les sciences cognitives, les systèmes d'information, etc. Dans ce qui suit nous aborderons uniquement les points qui nous semblent importants dans le cadre de développement des systèmes interactifs d'aide à la décision.

« Décider » signifie déterminer ce que l'on va faire. Ce verbe vient du latin decidere dont le sens littéral est « trancher, couper, réduire ». Décider sera donc faire un choix (ce qui suppose qu'il y ait plusieurs options possibles), et, dans la suite, être responsable de ce choix.

3.1.1.1. Approches de décision

Deux perspectives principales se distinguent et s'opposent pour approcher la décision :

- La première, souvent qualifiée de théorie normative de la décision, se fonde sur une vision rationaliste, et vise à l'optimisation de la décision, par l'identification, pour chaque situation, d'une fonction d'utilité qu'il convient de maximiser (Pomerol, 1989). Dans ce cas, selon la vision de la décision proposée plus haut, il ne s'agit pas véritablement de décision, puisque le but est de produire un (seul) choix optimal, que le décideur n'aura plus qu'à entériner ;
- La seconde perspective, issue des travaux de Simon (1960), prend acte de la complexité des situations de décision, et de la rationalité limitée du décideur. Cette posture est désignée par Alcaras (2004) comme « théorie ingénieriale de la décision », en ce sens que son objet est le processus global de la prise de décision (incluant l'identification du problème) et non pas son seul résultat, comme le suggère la théorie normative. Notre recherche partage s'inscrit dans cette seconde approche.

3.1.1.2. Le processus de décision

La « décision » ne peut être étudiée que via la notion de processus de décision. Le processus de décision va nous aider à identifier les problèmes qui se posent aux décideurs et à comprendre leur comportement individuel mais aussi au niveau organisationnel afin de les assister dans leurs décisions (Taggart, 1981).

Simon (1977) a été l'un des premiers à aborder les problématiques liées aux processus de décision dans les organisations. Il a proposé un schéma général de prise de décision :

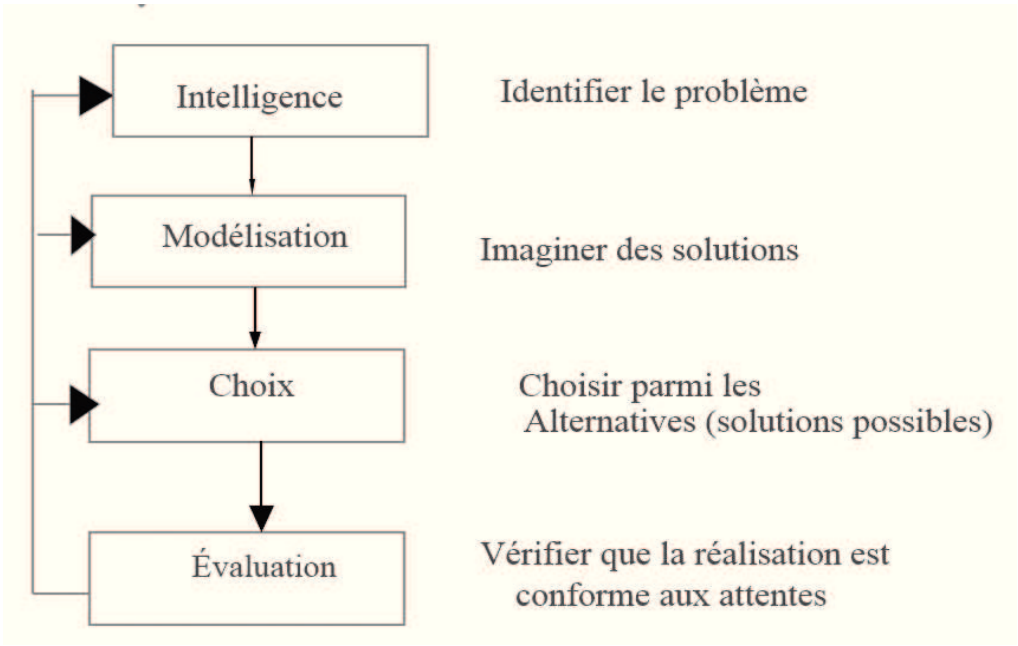


Figure 9. Le processus de décision (Simon, 1977)

Le processus de décision formalisé par Simon comporte ainsi quatre phases principales :

- La phase intelligence regroupe l'ensemble des activités suivantes :

- Identification des situations dans lesquelles il existe un problème ou une opportunité d'agir ;
- Recherche des problèmes : étudier la différence entre l'état existant et l'état désiré, point de départ : projection des expériences passées, d'un plan, d'une situation observée chez un concurrent ou un client ;
- Formulation du problème : identifier le vrai problème et le formuler correctement grâce à la spécification de ce que le problème inclut, à l'examen des changements à l'origine du problème et à la séparation du problème en sous-problèmes ;
- Recueil d'informations.

- La phase de modélisation appelée aussi « Design » permet d'analyser et de lister la suite possible d'actions :

- Imaginer des scénarios et lister les solutions possibles ;

- Rechercher des informations supplémentaires ;
- Choisir un ou plusieurs modèles de décision en fonction de la complexité du problème ainsi que les critères d'évaluation.

- La phase de choix permet au décideur de choisir entre les différentes solutions listées précédemment ; cette phase peut être de type analytique ou heuristique ;
- La phase d'évaluation permet la validation d'une solution appropriée au modèle, elle peut amener à la réactivation de l'une des phases précédentes ou bien la validation finale d'une solution.

Le processus de décision : un processus collaboratif

Plusieurs modèles du processus de décision ont vu le jour pour compléter les travaux de Simon. Selon Rosenthal-Sabroux et Grundstein, les activités du processus de décision du modèle IDC sont sous tendus par des échanges continus d'information et de connaissance entre les parties prenantes renforcés ou non par une activité de communication (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2002).

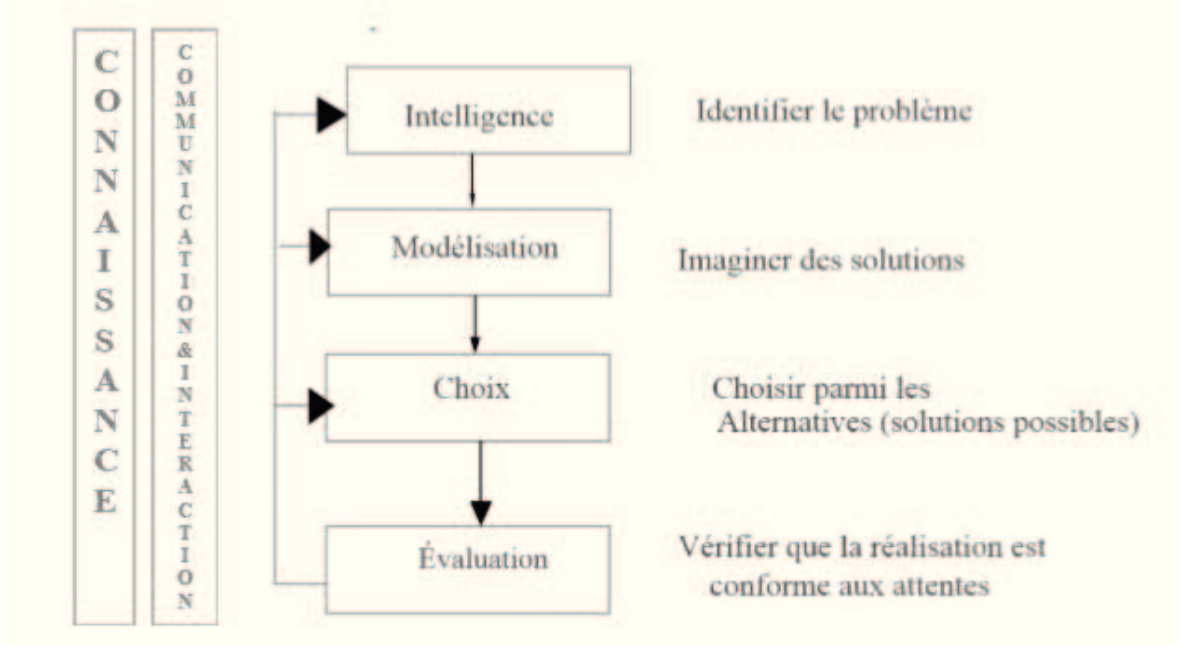


Figure 10. Réadaptation du processus de décision de Simon (Rosenthal-Sabroux C. & Grundstein M., 2002)

Les différentes tâches exécutées pour aboutir à une décision peuvent être individuelles ou collectives, implicites ou explicites. Dans la vie des organisations contemporaines, l'identification et la formulation du problème déterminent totalement la décision qui sera produite (Rittel & Webber, 1984). Nous savons qu' *« un problème bien posé est un problème qui vient d'une estimation produite collectivement et d'une formulation estimée acceptable par toutes les parties prenantes »* (Soubie & de Terssac, 1991), c'est pourquoi il est important de prendre en considération la particularité des acteurs impliqués dans le processus de décision, leurs connaissances et leurs interactions et communications les uns avec les autres comme souligné par Rosenthal-Sabroux & Grundstein (2002) .

Le processus de décision : un processus de résolution de problèmes

La décision apparait comme le résultat d'un processus global de résolution de problèmes. Du point de vue de la théorie de la décision (Longueville, 2003), il existe cinq types de problèmes distincts au cours du processus de décision :

- *Description : problèmes associés à la caractérisation réelle de l'état courant de l'organisation ;*
- *Explication : problèmes associés aux relations entre deux ou plusieurs éléments de données ou phénomènes ;*
- *Diagnostic : problèmes associés à l'établissement d'une relation de cause à effet ;*
- *Prédiction : Problèmes associés à une projection basée sur des données historiques ;*
- *Prescription : problèmes associés à la projection normative basée sur des données historiques.*

Une décision est associée à un problème que se pose (nt) le(s) décideur(s) et qui nécessite un effort important pour en formaliser la résolution. Ce problème est assez souvent nouveau. Il faudra d'abord construire un espace de résolution, c'est-à-dire trouver la ou les bonnes représentations du problème, le structurer et le modéliser (Simon, 1977). Trentesaux (1996) a classé les décisions selon leurs trois niveaux de structuration :

- Décision structurée : le problème est clairement posé en termes techniques, les données sont fiables et numériques. Les modèles sont clairement définis, ce qui permet une résolution fiable et algorithmique du processus décisionnel. Une décision est bien

structurée quand un processus connu et explicitable existe permettant de traiter les informations dans le système (Lévine 89).

- Décision peu ou mal structurée : le problème peut ne pas être clairement posé et nécessite un gros effort pour être formalisé, les données sont souvent qualitatives, peu fiables, très peu stables, difficilement accessibles, etc. La décision est difficilement exprimable sous forme algorithmique.
- Décision non structurée : le problème n'est pas clairement posé, le principe de la rationalité limitée (Simon, 1977) s'applique à toutes les étapes du processus de décision. La décision élaborée est difficilement justifiable de manière rationnelle.

Les SIAD sont développés pour aider le(s) décideur(s) dans la résolution de problèmes mal structurés et non structurés, qu'ils soient : de description, d'explication, de diagnostic, de prédiction ou de prescription. Poser le problème en termes d'aide renvoie à l'analyse du comportement des décideurs. C'est se demander comment les hommes résolvent leurs problèmes, comment les décideurs prennent leurs décisions, selon quel processus.

Le modèle et processus de décision de Simon reste encore aujourd'hui une référence pour les décisions peu ou non structurées et notamment dans le domaine de développement de SIAD. Ces outils informatiques facilitent le processus de prise de décision. Le développement de ce type d'artefact s'inscrit dans le champ de l'ingénierie des systèmes d'aide à la décision, un sous-domaine de l'ingénierie des systèmes d'information numériques. Avant de définir les SIAD il nous est paru important de les positionner dans le domaine plus général des systèmes d'information.

3.1.2. La place de l'aide à la décision dans les systèmes d'information et de connaissances

L'aide à la décision est définie comme étant « *l'activité de celui (homme d'étude) qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, cherche à obtenir des éléments de réponses aux questions que pose un intervenant (décideur) dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à*

prescrire, à recommander ou simplement à favoriser un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service duquel cet intervenant se trouve placé, d'autre part » (Roy, 1993). De la sorte, on ne "résout" pas un problème, on aide le décideur à construire une représentation pertinente de la situation. Ainsi , le développement de systèmes informatiques s'avère nécessaire et inévitable. Ces systèmes sont alors des sous-systèmes du système d'information.

Lorsque nous parlons de système d'information de connaissance et d'aide à la décision, il est important de clarifier ce que nous entendons par les termes « donnée/ information / connaissance » car nous les traitons pas de la même façon. Nous citons à ce propos l'équation de Balmisse (2002) pour les illustrer :

Une donnée est un élément brut pris en dehors de tout contexte par exemple : « 10°C ». Cette donnée ne prendra de la valeur qu'une fois mise en contexte, elle se transformera alors en **information** (La température est de 10°C à Paris aujourd'hui). Cependant dans une entreprise la présence d'informations ne suffit pas pour prendre des **décisions.** Ces dernières doivent être interprétées par le cerveau humain pour être transformées en **connaissances** et mener à une **action** (Je suis à Paris aujourd'hui donc je m'habille chaudement).

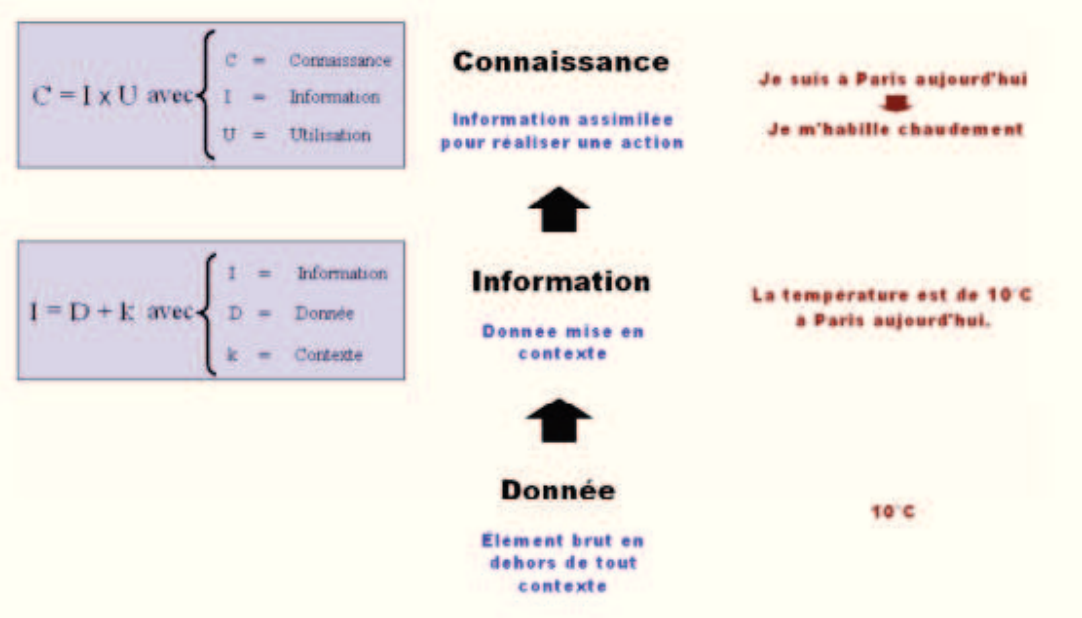


Figure 11. Modèle hiérarchique de la connaissance (Balmisse G., 2002)

Il ressort de cette illustration que l'individu est à la fois au centre du processus de création de connaissances et du processus de décision ; c'est lui qui, d'après la réalité qu'il observe et par ses capacités cognitives mettra les informations en contexte, les connaissances prendront donc un caractère valide dans le contexte de travail où elles sont produites afin de lui permettre de résoudre son problème de décision et d'agir. L'individu peut parfois faire appel à des artefacts numériques lui permettant de gérer des informations sources de connaissances lorsqu'il se retrouve face à sa rationalité limitée (Simon, 1977). Ce type d'artefact va l'aider dans la résolution de son problème de décision. Nous parlons alors de système d'information et de connaissances pour l'aide à la décision.

Issu de la systémique, qui considère une entreprise comme un système complexe, le concept de système d'information (SI) a été créé au début des années 1970, pour le distinguer clairement du système informatique. Dans le groupe de recherche SIGECAD[5], on parle plus de système d'information et de connaissance, le « SICO » (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2004).
Le système d'information et de connaissance est un ensemble sociotechnique organisé permettant d'acquérir, traiter, mémoriser, transmettre et échanger les informations et les connaissances créées et utilisées au sein des organisations. Il est constitué:

- de ressources humaines ;
- de ressources matérielles (poste de travail informatisé, réseaux numériques, logiciels, documents, base de données, procédures,…) ;
- de processus ad-hoc.

Pour résumer, le SICO de l'entreprise est un ensemble qui repose sur un tissu sociotechnique (individus en interaction entre eux, avec des machines, et avec le système lui-même). Il comprend (voir figure 11):

[5] Le groupe de recherche SIGECAD (Système d'information, gestion de connaissance et aide à la décision) existe depuis 1997. Fondé par Camille Rosenthal-Sabroux et Michel Grundstein, il comprend aujourd'hui des chercheurs de différents domaines. Le cœur de nos recherches se trouve à l'intersection de trois champs: les systèmes d'information, le *knowledge management* et l'aide à la décision individuelle et collective.

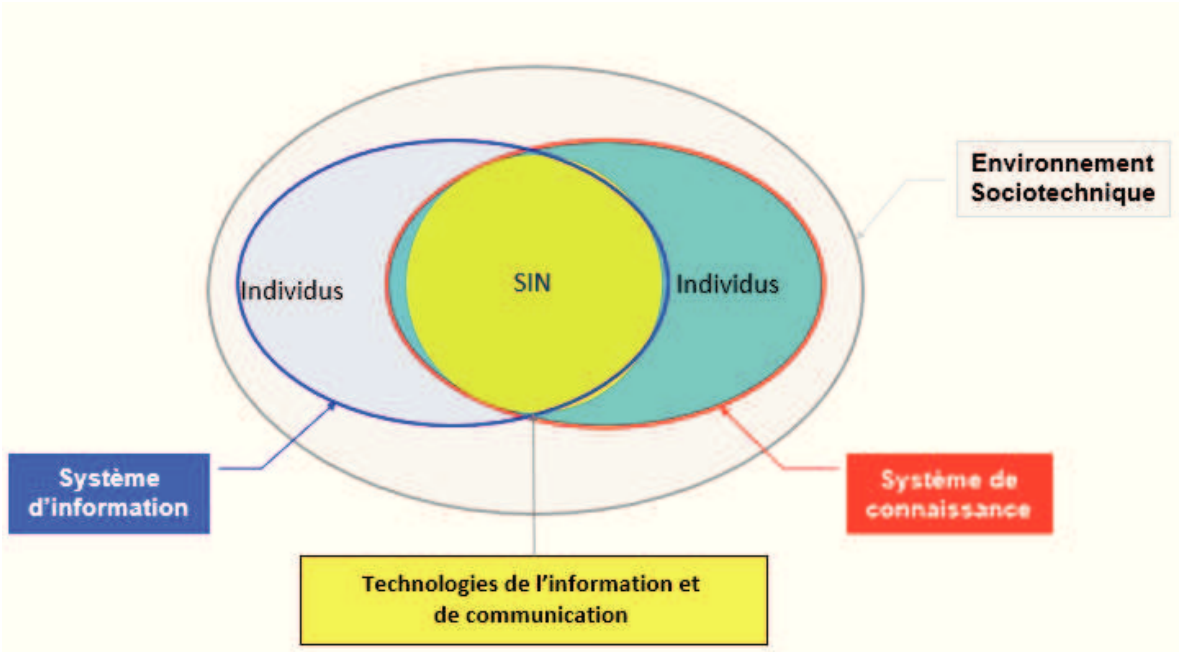


Figure 12. Le système d'information et de connaissance « SICO » de l'entreprise (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2009)

- Un système d'information, constitué d'individus qui, dans un contexte donné, sont des processeurs de données auxquelles ils donnent un sens sous forme d'informations ;

- Un système de connaissance, constitué de connaissances tacites incarnées par les individus et de connaissances explicites formalisées et codifiées sur toute forme de supports (documents, vidéo, etc.) ; les connaissances explicitées, codifiées sont susceptibles d'être transmises et mémorisées, traitées et diffusées par un système d'information numérique (SIN), connaissances alors assimilables à des informations ;

- Un système d'information numérique (SIN), artefact conçu à partir des technologies de l'information et de la communication.

La recherche s'est très tôt intéressée à la fonction d'aide à la décision des systèmes d'information (Gorry & Morton, 1971), précédant largement l'arrivée d'outils informatiques dédiés (SIN). Un système d'aide à la décision peut alors exister sans artefact numérique mais l'émergence du numérique et la multiplicité des informations numériques requièrent de plus en plus l'utilisation d'outils informatiques comme support à l'aide à la décision.

Le SIN, sous-ensemble du SICO, était à l'origine très centré sur l'assistance au système de gestion ; les SIN, à partir des années 1980, se sont étendus vers l'aide au système de décision, constituant un secteur d'activité spécifique, l'informatique décisionnelle, et des outils dédiés, les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD).

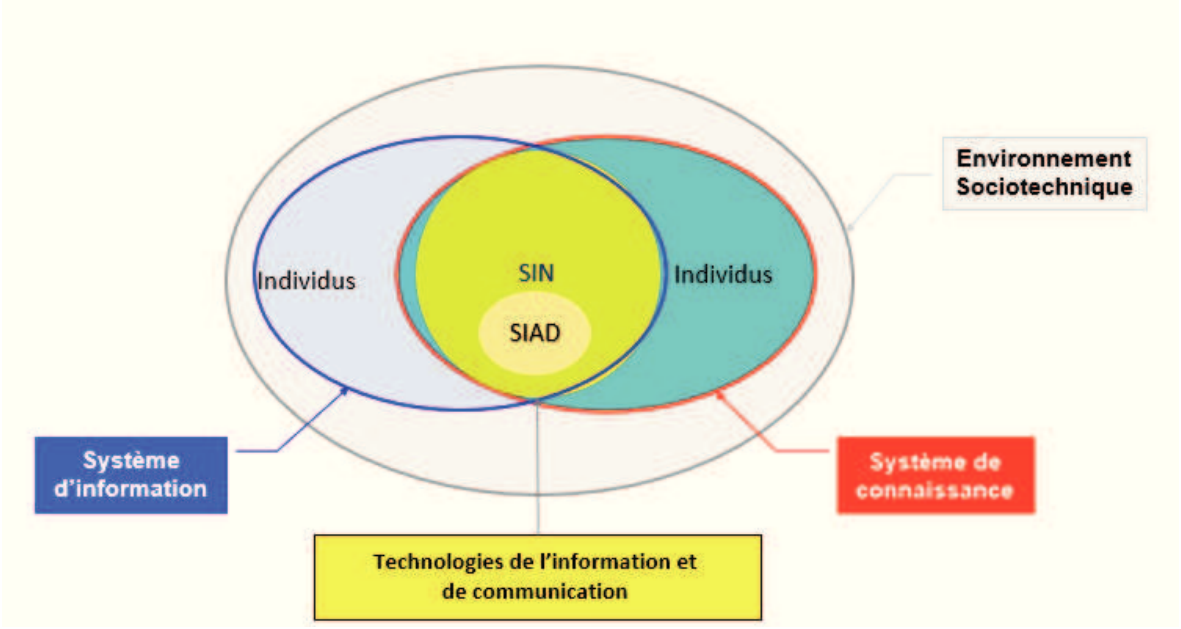


Figure 13. Le concept SICO et positionnement des SIAD

Un SIN et en particulier le SIAD intègre les trois natures d'informations définies par Camille Rosenthal-Sabroux et Michel Grundstein (2009) : *les informations circulantes, les informations partagées et les informations sources de connaissance*. Les informations contribuant à l'aide à la décision constituent un sous-ensemble à ces trois types d'informations.

Les « *informations circulantes*» constituent le flux d'informations qui statuent sur l'état des processus de production et de fonctionnement de l'entreprise. Si le système d'information numérique est, en soi, le système de production de l'entreprise, par exemple le système d'information numérique d'une banque, les informations circulantes statuent sur l'état du matériau informationnel à transformer et sur l'état du module du système d'information numérique qui procède cette transformation.

Les *« informations partagées »* sont les informations traitées par les technologies de l'information et de la communication (TIC). Ces technologies provoquent une rupture avec les

technologies antérieures, rupture liée au rapport de l'homme à l'espace, au temps et à la capacité d'ubiquité qui font passer du monde physique au monde virtuel et de la manipulation d'objets concrets à la manipulation d'objet abstraits. Le transfert instantané de documents numériques multimédia qui intègrent du texte, des images et du son, la possibilité d'échange asynchrone d'informations qui transforme notre rapport au temps et à l'espace, les conférences électroniques qui nous permettent d'être au même instant à des endroits différents, engendrent une transformation de nos comportements au travail : ils accélèrent l'édition et la diffusion des documents, ils apportent un soutien au travail en groupe, ils modifient les modes de communication et surtout, ils démultiplient au travers du dialogue la transmission et le partage des connaissances tacites qui, jusqu'à présent, s'opéraient de personne à personne sur le mode du compagnonnage. Ces informations génèrent des processus d'échange d'information et de partage de connaissances en temps réel, inimaginables avec les technologies antérieures.

Les « *informations sources de connaissances* » sont, notamment, le résultat d'une démarche d'ingénierie des connaissances, qui propose des techniques et des outils d'acquisition et de représentation des connaissances : les connaissances, encapsulées dans des logiciels capables de les restituer ensuite sous la forme d'informations directement compréhensibles par les personnes, deviennent ainsi accessibles et manipulables. Nous sommes alors conduit à intégrer dans le système d'information numérique, des modules spécifiques appelés « *systèmes d'informations sources de connaissances* » qui font directement appel dans leur conception et les techniques mises en œuvre aux résultats issus de la nouvelle orientation des recherches en ingénierie des connaissances (Charlet et al, 2000) (Aussenac-Gilles et al., 2006).

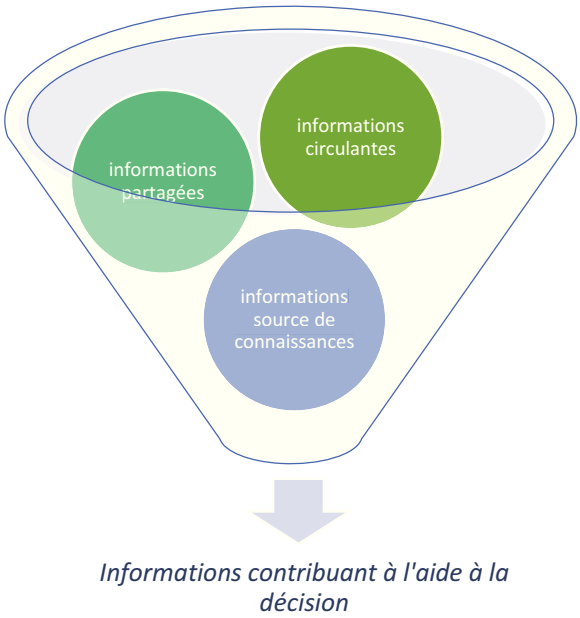


Figure 14. Les informations contribuant à l'aide à la décision

Les informations contribuant à l'aide à la décision sont des informations utiles dans un contexte d'aide à la décision bien défini. Elles peuvent être des informations circulantes, partagées ou source de connaissance. Pour chaque problème de décision un ensemble d'informations existent et permettent d'y répondre. Un besoin informationnel d'aide à la décision est un besoin formulé par des décideurs en termes d'informations recherchées. Les informations nécessaires à la résolution de problèmes de décision non structurées sont souvent complexes et ne peuvent être assimilées par un être humain limité dans sa rationalité (Simon, 1977). Pour déterminer ces informations, il devient donc primordial d'utiliser des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (Holtzman, 1989).

3.1.3. Les SIAD

Cette sous-section vise à présenter les principales définitions et classification proposées dans la littérature sur les SIAD (l'artefact qu'on prévoit de développer) et se conclut par notre positionnement et notre proposition de classification.

3.1.3.1. Définition

Le Système Interactif d'Aide à la Décision (SIAD) est un système complexe. Sa complexité est liée en grande partie au nombre croissant de décisions de diverses natures que peut supporter ce système, à l'évolution rapide des technologies ou encore à l'émergence de nouvelles pratiques managériales. De plus la définition ainsi que la typologie de ces systèmes diffèrent selon les auteurs et le champ disciplinaire, ce qui rend le classement des SIAD encore plus délicat.
De nombreuses définitions existent dans la littérature (Gorry & Morton, 1971; Simon, 1977; Holtzman, 1989; Zaraté, 1991; Turban, 1993; Klein, 1999; Marakas, 2003) et toutes concourent à dire que le système doit aider un décideur dans la résolution de ses problèmes peu ou mal structurés. Des problèmes où les préférences, jugements, intuitions et l'expérience du décideur sont essentiels, où la séquence des opérations telles que la recherche d'une solution, la formalisation et la structuration du problème ne sont pas connues à l'avance, où les critères pour la prise de décision sont nombreux, en conflit ou fortement dépendants de la perception de l'utilisateur et où la solution doit être obtenue en un temps limité (Bonczek, 1981).

Un SIAD est un outil informatique permettant d'assister le décideur dans sa prise de décision. En effet, un processus de décision ne peut pas être entièrement automatisable (Pomerol, 1992). Un SIAD est un Système de Traitement de l'Information qui permet d'extraire et de donner au décideur l'information nécessaire à la résolution de son problème de décision peu ou mal structuré. Les SIAD impliquent l'utilisation d'outils informatiques pour :
1. Assister les décideurs dans leur processus de décision et ainsi les aider dans la résolution de leurs problèmes de décision peu ou mal structurés ;
2. Aider plutôt que remplacer le jugement des décideurs ;
3. Améliorer la qualité de la prise de décision plutôt que l'efficacité.

L'une des caractéristiques principales des SIAD est **leur interactivité**. Quand on parle de SIAD, on ne parle pas d'optimisation de décision comme dans la recherche opérationnelle (Cohen, 1997) ou la reproduction par les machines des raisonnements humains (Benchimol, 1992) comme dans l'intelligence artificielle. Le système interactif d'aide à la décision est un système « homme-machine complexe ». En effet, c'est par l'interactivité de l'homme avec la machine que l'homme devient plus intelligent car il est plus apte à comprendre la nature du problème

qu'il cherche à poser ou à résoudre (Rosenthal-Sabroux, 1996). Les SIAD devraient donc être adaptés aux styles cognitifs des décideurs (Lévine, 1989; Power, 2002). Le décideur contrôle le processus de décision et le SIAD l'assiste en effectuant les calculs standards et répétitifs sur les données (Kersten, 1985). Dans une telle perspective, le processus de décision (Simon, 1977) s'identifie à une recherche heuristique menée par le décideur ; le système jalonne le processus de recherche à l'aide d'informations et d'indicateurs. Le décideur, en fonction de ces informations produites à l'issue du traitement des données, continue l'exploration heuristique des actions possibles, ou arrête si tout lui indique que la solution construite rencontre ses buts de façon satisfaisante (Pomerol, 1997).

Des auteurs, tel Akharraz (2004), ont déterminé d'autres caractéristiques aux SIAD :

- Les SIAD apportent principalement une aide pour les problèmes en connectant ensemble jugements humains et données calculées ;
- Ils fournissent une aide pour différentes catégories d'utilisateurs ou des groupes d'utilisateurs ;
- Ils supportent des processus séquentiels ou interdépendants ;
- Ils s'adaptent dans le temps ;
- Ils sont suffisamment flexibles pour que le décideur soit capable de les adapter pour faire face à de nouvelles conditions (ajouter, combiner, changer et réarranger les variables du processus de décision, ainsi que les différents calculs, fournissant ainsi une réponse rapide à des situations inattendues) ;
- Le décideur a le contrôle de toutes les étapes du processus de décision et peut à tout moment remettre en cause les recommandations faites par le SIAD, celui-ci devant aider le décideur et non se substituer à lui.

3.1.3.2. Bref historique de la recherche sur les SIAD

Les premiers systèmes interactifs d'aide à la décision sont apparus à la fin des années 60 et sont devenus opérationnels à la fin des années 70. La recherche s'est très tôt intéressée à la fonction d'aide à la décision des systèmes d'information (Gorry & Morton, 1971), précédant largement l'arrivée d'outils informatiques dédiés. Ces systèmes permettaient d'évaluer la situation, les

diverses alternatives et leur impact. Ils permettaient un accès enrichi à l'information et une gestion plus efficace de sa complexité, pour ainsi aider à la prise de décision.

Les premiers travaux dans le domaine ont vu le jour dans les années 70-80 et sont de niveau managérial, comprenant des recherches sur le processus de décisions (Simon, 1977) avec des systèmes supportant la première étape du processus (la phase intelligence).
A partir des années 80 jusqu'aux années 2000, les chercheurs du domaine ont focalisé leur travail sur les aspects techniques c'est-à-dire le système informatique ou numérique qui assure la part automatisable permettant d'assister le processus de décision. Cette période a donné naissance à un secteur d'activité spécifique : « l'informatique décisionnelle ».
Après cette période quasi focalisée sur les aspects techniques pour le développement de SIAD et devant certains échecs concernant leur efficacité, un certain regain d'intérêt vers les décideurs et leurs besoins ainsi que la décision au sein de l'organisation est apparu à partir des années 2000.
L'avènement d'internet a fait naître une diversification des thèmes abordés qui se poursuit jusqu'à aujourd'hui. Cette troisième période est riche et diverse :

- Les aspects technologiques, toujours d'actualité, concernent le développement des SIAD sur le *web* et en mode *Saas* (Bhargava & *al*., 2007 ; Nebot & Berlanga, 2012; Demirkan & Delen, 2013) , l'extraction de la connaissance à partir de données et l'automatisation des décisions (Azadeh & *al*., 2012 ; Zhuang & *al*., 2013) , *l'open data* et *le big data* (Chen & *al*., 2012) ;
- La préoccupation éthique des SIAD avec l'arrivée de concepts nouveaux tel que le *big data* (Ouellet & *al*., 2013) et leur impact sur le processus de décision (Van Rijmenam, 2014) ;
- Des questions nouvelles, ou renouvelées apparaissent et impactent les systèmes interactifs d'aide à la décision notamment la décision de groupe (Zaraté & *al*., 2014) qui devient un thème à part entière et rejoint les problématiques de *Knowledge management* (Grundstein, 2002 ; Arduin & *al*., 2013) mais aussi l'intérêt porté à la phase amont du processus de décision « identification du problème » qui avait été souligné longtemps auparavant par Mitroff (1997) ;

- Dans le développement des SIAD plusieurs méthodologies voient le jour mais restent la plupart spécifiques ou centrées sur l'architecture technique de ces derniers (Dodson, 2008 ; Barone & *al.*, 2010).

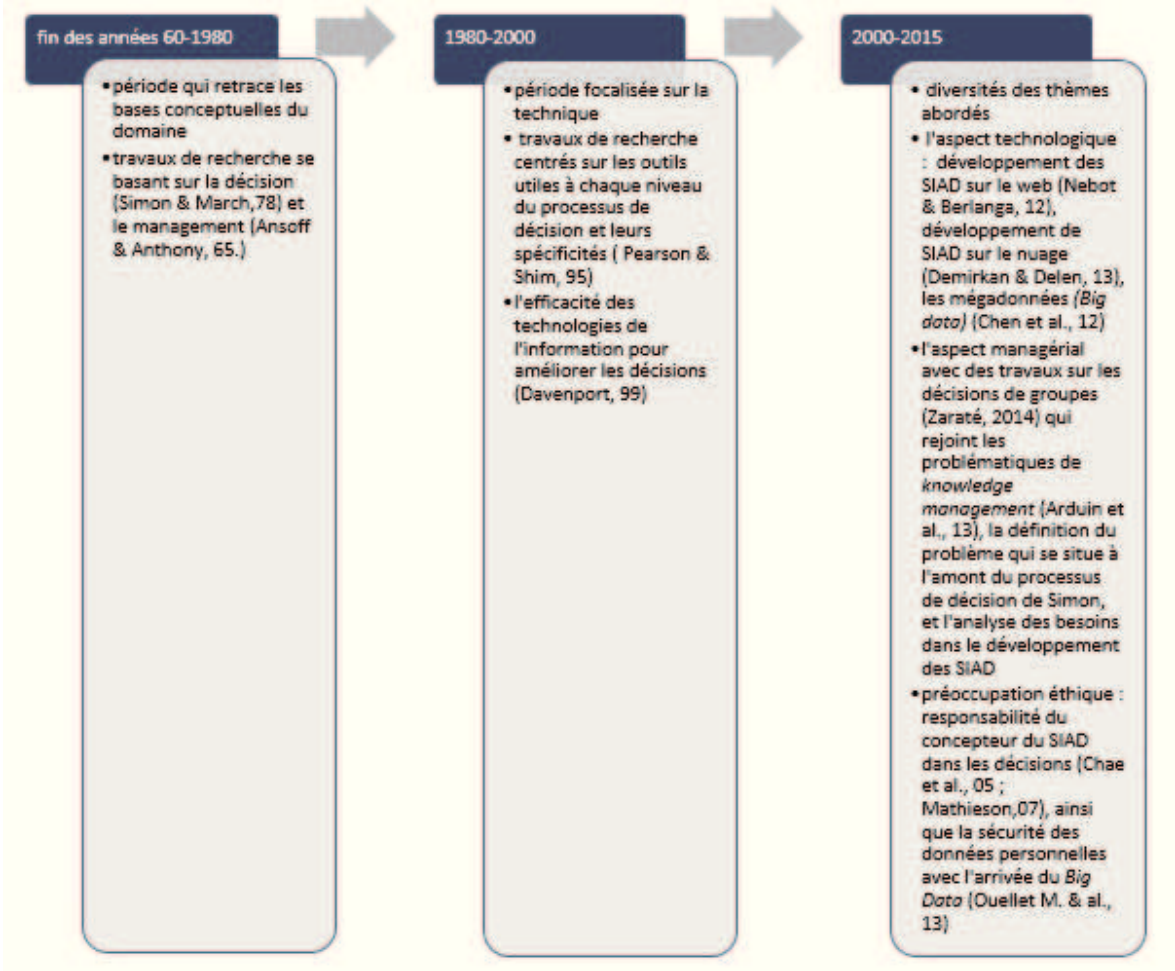


Figure 15. historique de la recherche sur les SIAD

3.1.3.3. Les composants d'un système interactif d'aide à la décision

D'après Turban (1995), le SIAD est défini comme un système d'information numérique interactif, flexible, adaptable et spécifiquement développé pour aider à la résolution d'un problème de décision non structuré et améliorer la prise de décision. La définition du SIAD diffère d'un auteur à un autre et il en va de même pour son architecture. Chaque auteur reprend sous le terme de SIAD un ensemble plus ou moins étendu de composants. Selon Sprague et Carlson (1982), le SIAD utilise des données, fournit une interface utilisateur simple et autorise l'utilisateur à développer ses propres idées ou points de vue. Il peut utiliser des modèles

standards ou spécifiques, supporter les différentes phases de la prise de décision. Quatre composants fondamentaux d'un SIAD sont alors évoqués: un système de gestion et de génération de dialogue (l'interface homme-machine), un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD), un Système de Gestion de Bases de Modèles (SGBM) et enfin les utilisateurs/décideurs. Marakes (2003) propose d'inclure dans ses travaux un cinquième composant : Le Système de Gestion de Base de Connaissances (SGBC).

Le Système de gestion et de génération de dialogue (l'interface homme-machine) : est un élément clé des fonctionnalités du système global. Il représente la caractéristique principale du système « l'interactivité homme-machine ». Le décideur accède aux données et aux fonctions de calcul au travers cette interface et le système utilise le même vecteur pour lui communiquer le résultat des manipulations qu'il a effectuées. C'est une session interactive dynamique et un échange d'informations en temps réel entre l'utilisateur et le système. Cette interface doit posséder un certain nombre de caractéristiques spécifiques qui sont importantes à considérer lors de sa conception : l'accessibilité, la flexibilité, l'interactivité, l'ergonomie, etc. (Malone, 1999).

Le Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) : permet le stockage, l'organisation, et le tri de données pour un contexte particulier de décision. Dans un SIAD, un système de base de données, doit mettre en corrélation des données de différentes sources, permettre une recherche rapide par des requêtes et des rapports, et réaliser des tâches de recherche et de manipulation complexe de données.

Le Système de Gestion de Bases de Modèles (SGBM) : a une fonction similaire à celle du SGBD si ce n'est qu'il gère des modèles quantitatifs de l'organisation. On entend par « modèles » l'ensemble des procédures de calcul utilisées dans les différents traitements standards des données mis à disposition de l'utilisateur. Il peut s'agir d'outils de programmation mathématiques, de modèles de prédiction et de simulation, de modèles financiers et de calcul standards, etc.

L'utilisateur/décideur : fait partie intégrante du processus de résolution de problèmes.

Le Système de Gestion de Bases de Connaissances (SGBC) : permet d'effectuer les tâches relatives à la reconnaissance de problèmes et à la génération de solutions finales ou intermédiaires aussi bien que des fonctions relatives à la gestion du processus de résolution de problèmes. L'architecture même de ces systèmes fait apparaître une partie technologique issue de l'intelligence artificielle (IA) intégrant une représentation des connaissances dans le problème à résoudre. L'intérêt de cette architecture réside dans l'accent mis sur le raisonnement dans la prise de décision. Marakes (2003) considère alors que la connaissance peut s'apparenter à un objet. Un des buts fondamentaux que se sont assignés les chercheurs en IA est la reproduction par les machines des raisonnements humains (Benchimol, 1992). On parle alors de systèmes décisionnels et non d'aide à la décision (pas d'interaction homme-machine). Cependant, il est clair que le recours aux méthodes de *knowledge management* (voir la section 3.4) soit indispensable car les connaissances de l'utilisateurs s'avèrent importantes pour le développement de l'artefact mais aussi pour le processus de résolution de problème qui demande une interaction homme porteur de connaissance- machine.

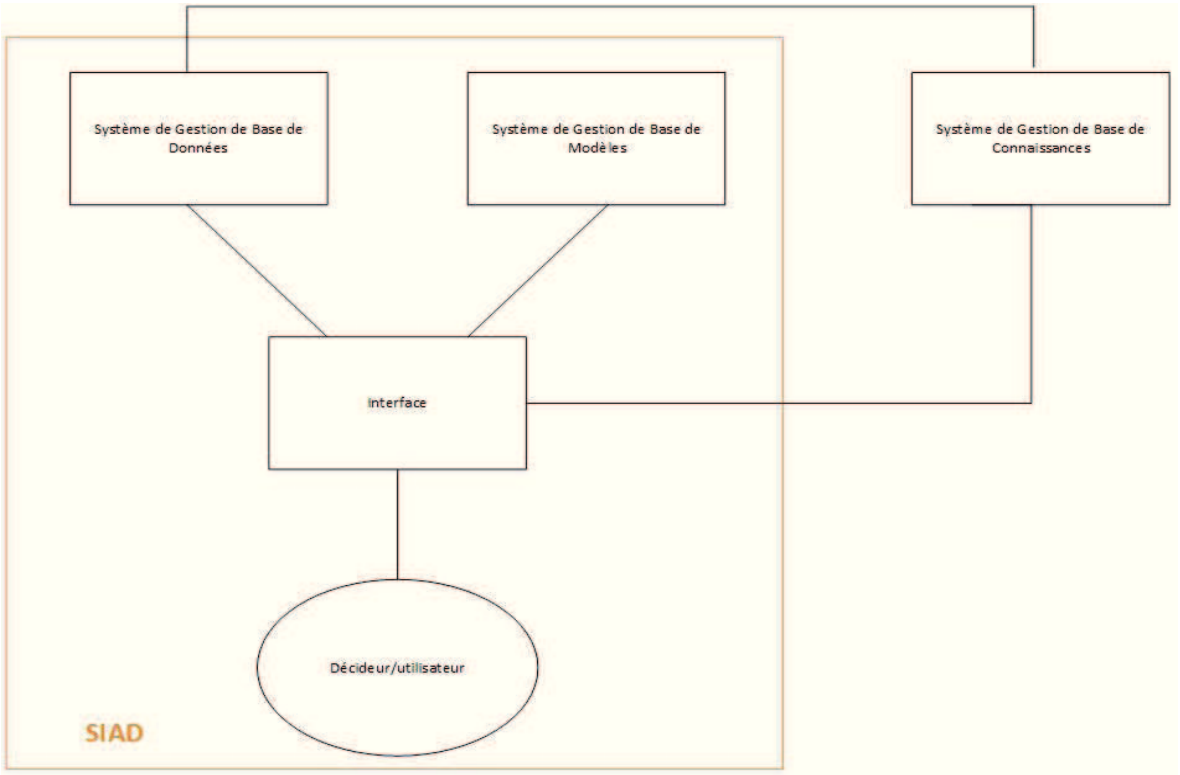


Figure 16. Les composants d'un système interactif d'aide à la décision

3.1.3.4. Classification des SIAD

De la même manière que les définitions varient en fonction des auteurs, il n'existe pas de classification standard des systèmes interactifs d'aide à la décision. On peut s'appuyer sur différentes typologies. Selon Rosenthal-Sabroux (1996) « *un système interactif d'aide à la décision peut prendre des formes extrêmement diverses selon l'importance que prennent des caractéristiques telles que : orientation données ou modèles, décision unique ou répétitive structurée ou non structurée, environnement statique ou dynamique, données quantitatives ou qualitatives et enfin décisions individuelles ou collectives etc.* ».

Alter (1977) a proposé la première typologie de SIAD, qui les distingue selon leur mode d'assistance : les SIAD orientés « données » ou « modèles ».

Types de SIAD	**Fonctionnalités**
SIAD orientés données	- Recherche de données - Analyse de données
SIAD orientés modèles	- Simulation - Suggestion

Tableau I.Typologie des SIAD de S. Alter (1977)

En 1980, Alter continue ses recherches et identifie alors 7 catégories qu'il a classées selon leurs orientations principales (orienté « données » ou « modèles »).

- Les SIAD orientés données regroupent :

1- les systèmes d'accès aux fichiers (*file drawer systems*) ;

2- les systèmes d'analyse de données qui aident à la manipulation des données au travers d'opérateurs et d'outils spécifiques ;

3- les systèmes d'analyse de l'information *(analysis information systems*) permettant l'accès à des données ;

- Les SIAD orientés modèles regroupent :

4- Les modèles comptables et financiers qui calculent les impacts des décisions envisagées (en utilisant les données de la comptabilité analytique) ;

5- Les modèles de représentation (*representational models*) qui évaluent les conséquences des actions projetées à l'aide de modèles de simulation ;

6- Les modèles d'optimisation qui génèrent une solution optimale (en général sous contraintes);
7- Les modèles de suggestion, qui réalisent un traitement logique et suggèrent une décision (dans le cas de décisions bien structurées).

La 7eme catégorie a été reclassée par Power (2002) comme un autre type de SIAD, cette fois-ci orienté « connaissance » ou qualifié de SIAD « intelligents » :

- Les SIAD orientés connaissance *(knowledge-driven* DSS)

Ces SIAD permettent de fournir l'expertise de résolution des problèmes stockés comme faits, règles, procédures, ou en structures semblables. Un concept lié est l'Extraction de Connaissances à partir de Données (Paetz & *al.*, 2004) mais qui restent majoritairement dans une logique d'analyse dirigée par les données et les outils disponibles (Giorgini & *al*., 2008) ; De notre point de vue les SIAD dirigés par les connaissances ne sont pas par définition « interactifs ». Ces outils proposent des solutions optimales, sans une interaction homme-machine à l'aval, la seule interaction existante se trouve lors de la conception de ces systèmes, pour introduire une base de connaissance des experts.

En matière de décision, les SIAD orientés modèles sont centrés sur les décisions structurées, correspondant essentiellement au niveau de décision opérationnel (Anthony, 1965). La concept de SIAD orienté données aborde l'aide à la décision par une approche données et surtout au niveau stratégique du management de l'entreprise (Zaraté, 2005).Dans notre cas, nous cherchons à aider à la résolution de problème de décision non structurés de niveau stratégique c'est pourquoi nous accordons une importance toute particulière aux SIAD orientés données conçus à cet effet.

3.1.3.5. Les SIAD orientés données

Grâce à l'émergence du *web* et du *cloud,* les données numériques utiles aux entreprises ne cessent d'augmenter. Ces données sont issues de sources très différentes : des progiciels et applications internes, des réseaux sociaux, open data, etc. Partant du constat que ces données peuvent modifier considérablement le processus de prise de décision dans les organisations (Têtard, 2002), nous avons alors porté une attention toute particulière aux SIAD orientés

données qui par leur fonction de capture, de stockage et d'analyse permettent d'atteindre cet objectif.

L'architecture technique des SIAD orienté données a donné naissance à un domaine nouveau représenté par l'informatique décisionnelle.

Les précurseurs du concept (Kimball & *al*., 1998) définissent l'« informatique décisionnelle » ou les applications Analytics comme « *un ensemble d'artefacts numériques permettant la collecte, le stockage et la transformation des données brutes issues de sources de données hétérogènes ainsi que la caractérisation des données résumées en vue de faciliter le processus de prise de décision aux acteurs décideurs* ». Nous ajoutons à cette définition : L'interaction du système avec son utilisateur porteur de connaissances qui vont lui permettre de résoudre ces problèmes de décision. Selon nous, les SIAD orientés données ne se limitent pas aux caractéristiques de leur architecture technique et les données manipulées mais comprennent aussi le décideur comme composant du système.

Un SIAD orienté données est bâti à partir d'artefacts permettant la capture le stockage et l'analyse des données restituées puis observées. Il faut distinguer l'observation de l'explication : un microscope permet de voir les bactéries, mais ne les explique pas ; il faut, pour comprendre ce qui se passe, associer l'observation à la connaissance du (ou des) utilisateurs/décideurs qui sont en interaction avec le SIAD dans un contexte donné.

3.1.3.6. Classification des SIAD orientés données

Dans la littérature on retrouve une classification des SIAD orientés données selon leurs fonctions (de collecte, de stockage, d'extraction et de présentation de données) et selon les caractéristiques des données manipulées (source, variété, volumétrie).

Exemple de SIAD selon leurs fonctions (Goglin, 2001) :
1. Collecte et Stockage de données : Datawarehouse, Datamart, OLAP, Dataweb, etc.
2. Extraction et Présentation des données : Datamining, etc.

Le *Datawarehouse*

Un *Datawarehouse* est un entrepôt de données. Les données peuvent provenir de différentes sources, souvent réparties et hétérogènes. Il s'agit d'un stockage intermédiaire des données issues des applications dans lesquelles les utilisateurs puisent avec des outils de restitution et d'analyse. Inmon (1996) définit le *Datawarehouse* comme une collection de données thématiques (Orienté sujet), intégrées , non volatiles (pas de suppressin) et historiées organisées pour la prise de décision.

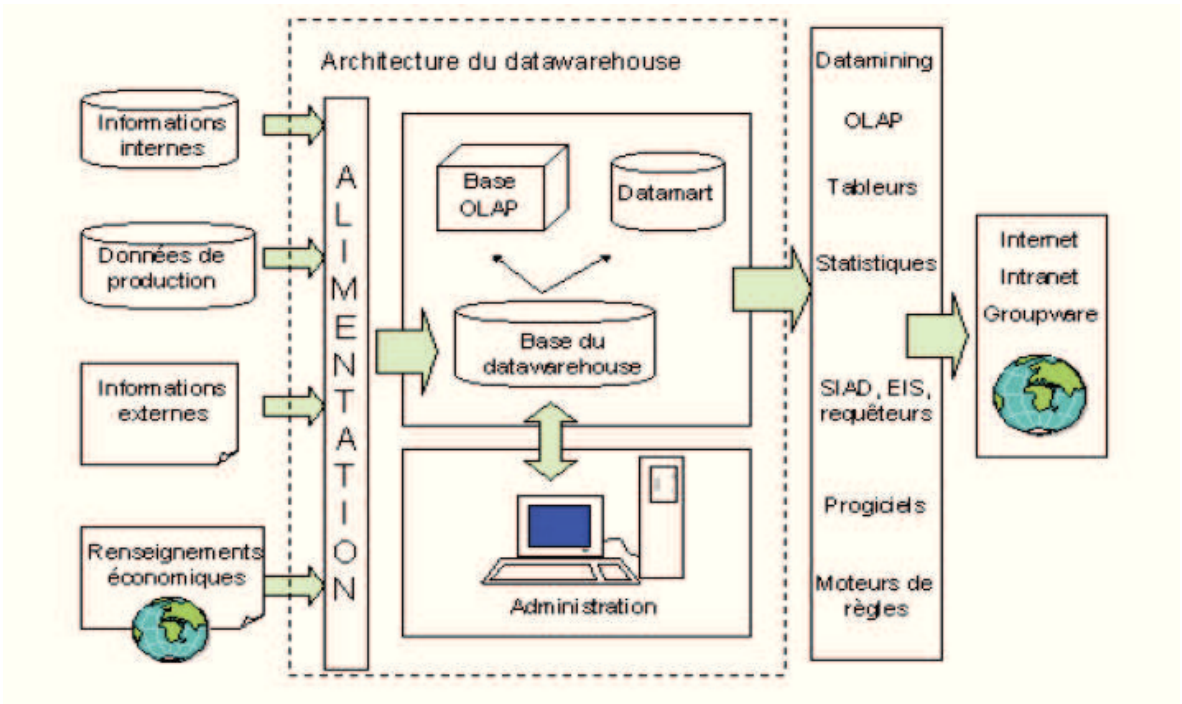


Figure 17. Architecture élaborée d'un Datawarehouse (Goglin, 01)

Datamart

Un *Datamart* est un magasin de données. Il s'agit d'un sous-ensemble du *Datawarehouse* qui ne contient que les données d'un métier de l'entreprise alors qu'un *Datawarehouse* contient toutes les données de l'entreprise pour tous les métiers. L'avantage de la mise en œuvre d'un tel outil consiste en sa portée et son étendue réduites dans l'organisation. La difficulté reste le coût de son développement *ad hoc* pour chaque domaine défini.

On Line Analytical Processing (OLAP)

Le traitement analytique en ligne permet de produire des synthèses en ligne des données contenues dans les *Datawarehouse.*. Il repose sur une structure de données spécialement adaptée aux extractions et aux croisements : l'hypercube (ou cube).

Un hypercube rassemble les données extraites depuis un *Datawarehouse* en plusieurs axes appelés « dimensions ». Il permet de croiser et d'extraire des données. Ainsi, l'utilisateur peut produire des tableaux multidimensionnels intermédiaires, les séries chronologiques ou les tableaux croisés dont il a besoin pour résoudre un problème de décision.

Dataweb

Le *Dataweb* permet de fusionner le *Datawarehouse* et le *Web*. Le *Dataweb* désigne le support d'applications d'aide à la décision sur le *web*. De manière plus générale, c'est l'idée sous-jacente d'un accès à une base de données universelle, quelle que soit la plate-forme d'hébergement, sa localisation (interne/externe, Internet) ou le format des données (numérique, alphanumérique, HTML, images, …). Un des avantages du *Dataweb* est de faciliter l'obtention des informations externes à l'entreprise.

Datamining

Le *Datamining*, littéralement "forage ou fouille de données", est l'application des techniques de statistiques, d'analyse de données et d'intelligence artificielle à l'exploration et l'analyse de grandes banques de données informatiques, en vue d'en extraire des informations nouvelles et utiles (Tufféry, 2007). C'est un processus de traitement composé de plusieurs étapes (figure 17). Il débute par l'intégration de données brutes et se termine par l'interprétation des résultats obtenus. Le but est de faire surgir des informations initialement invisibles car enfouies dans la banque de données source.

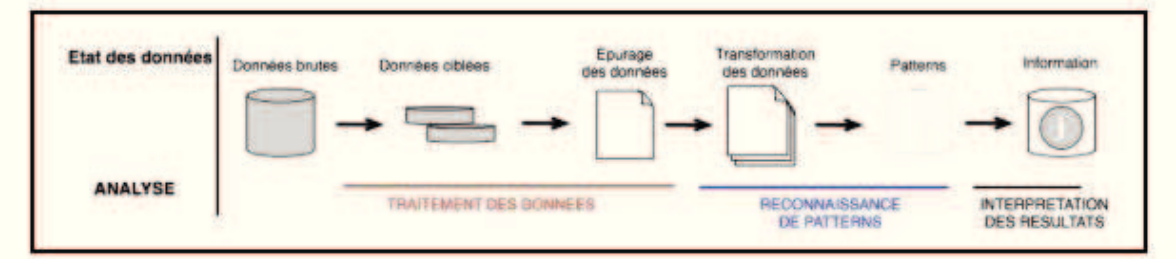


Figure 18. Processus et étapes du "*datamining*" (Terrettaz-Zufferey & *al*., 2006).

L'étape centrale est la reconnaissance de « *patterns* ». Elle est la partie technique du Datamining correspondant à une sélection et à l'application de méthodes d'analyses statistiques et

mathématiques adaptées aux données et à la problématique traitée. Les résultats issus des méthodes utilisées sont ce qu'on appelle en anglais des "*patterns*", censés contenir de l'information utile au problème abordé (telles que des régularités ou des anomalies). Cette étape est suivie par une phase d'interprétation, permettant de déterminer si le pattern trouvé contient de l'information utilisable. Elle est indispensable pour valider la démarche du *Datamining*.

Le « Big data » et l'impact de cet évolution technologique sur les SIAD

Avec la croissance d'internet, des réseaux sociaux et des objets connectés, les informations sont aujourd'hui plus abondantes que jamais et la croissance de leur production est chaque jour plus rapide. En 2012, 2.5 exaoctets[6] de données venaient chaque jour aborder le concept de big data[7] (McAfee, 2012), qui devraient peser dès 2020 plus de 40 zettaoctets[8] (Valduriez, 2014) pour 30 milliards d'appareils connectés (The Economist, 2014) et 50 milliards de capteurs (Davenport & Soulard, 2014). L'un des aspects les plus critiques de tous ces flux d'information est l'impact qu'auront ceux-ci sur la manière dont les décisions sont prises. En effet, dans le cadre d'un environnement au sein duquel les données étaient rares et difficiles à obtenir ou à traiter (le cas des données non structurées), il était logique de laisser la prise de décision se conditionner à l'intuition du décideur et de son expérience (Klein, 2007). Aujourd'hui le traitement de grosses quantités de données non structurées impose de modifier l'architecture des SIAD des organisations.

Les difficultés rencontrées par les organisations lorsqu'elles cherchent à traiter des grandes quantités de données en conservant leur existant ont été soulignées par Schmarzo et Baland (2014):

- Aucun de leurs outils de base n'a été conçu pour traiter des informations transitant sur les réseaux sociaux ou du contenu non structuré. Ils sont dédiés à l'analyse de bases de données classiques et structurées (en lignes et en colonnes).

[6] Un Exaoctet représente 10^{18} octets

[7] « Le *Big data* est un concept qui fait référence à des outils, processus et procédures qui permettent la collecte et le traitement en temps réel d'une grande quantité de données hétérogènes dans le but d'en tirer une analyse prédictive » (Atif L., 2015)

[8] Un Zettaoctet représentant 10^{21} octet

- Des entrepôts de données (*datawarehouses* reposant sur le système *online analytical processing : OLAP*) ont été mis en place en vue d'aider les décideurs des organisations. L'objectif de ces entrepôts est de rendre des données très hétérogènes accessibles à tous les utilisateurs. Cependant, les systèmes OLAP ne prennent pas en compte certains formats (par exemple les formats vidéo) et ne peuvent ainsi analyser et traiter certaines données du big data (Brasseur, 2013).
- Il est difficile pour les systèmes interactifs d'aides à la décision anciennement conçus d'interroger plusieurs bases de données (Lebraty, 2006). Or le *big data* impose de prendre en compte les bases de données du *cloud computing* (qui est le seul élément offrant des capacités de stockage compatibles avec les données massives) en parallèle avec celles de l'entreprise.
- La prise en compte de la dimension temporelle est problématique pour les SIAD classiques (Cointot & Eychenne, 2014). Le *Big Data* nécessite le recours à une plateforme de traitement analysant et mettant en corrélation les données et informations issues de milliers voire de millions de sources en continu et en temps réel.
- Le traitement d'une quantité importante de données nécessite de définir des représentations capables d'amener à la compréhension des résultats et par conséquent impacte fortement les outils de visualisation de données. Il devient ainsi très aisé de générer des histoires issues des données brutes. Le système peut ainsi réaliser des projections mentales par rapport aux informations qu'il contient et les retranscrire automatiquement sous forme de récits. L'objectif est de rendre accessible au décideur le cours de l'action qu'il propose (Davenport, Soulard, 2014).

Il est important de noter que les compétences nécessaires à l'analyse et au traitement de grosses quantités de données variées freinent encore grandement les entreprises. En ce sens, le *big data* ne concerne pour le moment qu'une minorité d'entreprise: 9 sur 10 d'entre elles estimaient en 2014 manquer de compétences technologiques ou humaines (Cointot & Eychenne, 2014).

La plupart des compagnies n'ont toutefois pas besoin de solution *big data* mais de solutions spécialisées pour traiter un problème spécifique (Van Rijmenam, 2014). Le but est d'identifier d'abord le problème de décision (spécifique à un domaine d'activité à un contexte donné et à un acteur donné) avant de chercher la solution technique et les données à manipuler pour aider à sa résolution.

3.1.3.7. Proposition d'une classification dirigée par les problèmes

La multiplication des dimensions de classification nous semble avant tout exprimer les limites de l'exercice de classement des SIAD. Les SIAD ne s'appuient pas sur des technologies propres, et toute classification basée sur les aspects techniques risque d'être peu éclairante, beaucoup de SIAD intégrant plusieurs technologies. Les typologies basées sur les besoins des décideurs rendent sans doute mieux compte des différences existant dans le processus de développement d'un SIAD. C'est pourquoi nous proposons une nouvelle classification des SIAD cette fois-ci à partir des problèmes auxquels font face les décideurs.

Comme évoqué précédemment, nous considérons la décision comme le résultat d'un processus global de résolution de problèmes.

Nous avons aussi noté l'existence de cinq types de problèmes de décision distincts (Longueville, 2003): Problèmes de description, d'explication, de diagnostic, de prédiction et enfin de prescription.

Nous proposons alors une nouvelle classification des SIAD orientés données (applications Analytics):

-*Descriptive Decision Support System « DSS » (Descriptive Analytics) :* ensemble d'artefacts numériques permettant d'aider l'utilisateur/décideur à résoudre des *p*roblèmes associés à la caractérisation réelle de l'état courant de l'organisation ;

-*Explicative DSS (Explicative Analytics) :* ensemble d'artefacts numériques permettant d'aider l'utilisateur/décideur à résoudre des problèmes associés aux relations entre deux ou plusieurs éléments de données ou phénomènes ;

-*Diagnostic DSS (Diagnostic Analytics) :* ensemble d'artefacts numériques permettant d'aider l'utilisateur/décideur à résoudre des problèmes associés à l'établissement d'une relation cause à effet;

-*Predictive DSS (Predictive Analytics):* ensemble d'artefacts numériques permettant d'aider l'utilisateur/décideur à résoudre des *p*roblèmes associés à une projection basée sur des données historiques ;

-*Prescriptive DSS (Prescriptive Analytics) :* ensemble d'artefacts numériques permettant d'aider l'utilisateur/décideur à résoudre des problèmes associés à la projection normative basée sur des données historiques.

3.1.3.8. Observations

Ce paragraphe a pour but de montrer l'intérêt d'une interaction entre l'utilisateurs et la machine pour résoudre les problèmes de décision.

La classification de SIAD orienté problèmes que nous proposons comprend les objets suivants :

- Un utilisateur U, qui a pour objet de trouver une solution à son problème de décision ;
- Un ensemble de données numériques D : $\{d1, ..., dn\}$ à interroger. L'analyse et le traitement de ces données sont connus comme le moyen d'aide à la résolution du problème de décision;
- Un sous-ensemble R de l'analyse de données D représente qu'un sous ensemble de résultats partiels aux problèmes de décision de l'utilisateur.

Pour qu'il ait une solution pertinente de résolution de problèmes de décision. Une interaction entre le résultat de l'analyse de données (D) effectuée par le SIAD et son interprétation par l'utlisateur (U) est nécessaire. Nous pouvons représenter ceci comme

$$\int : (U, D) \rightarrow R$$

Nous pouvons représenter l'utilisateur comme U (P, I, C,X) Où :

- P : problème de décision de l'utilisateur
- I : activités interactives avec l'artefact
- C : caractéristiques individuelles
- X : contexte d'utilisation

Les problèmes de décision (P) de l'utilisateur décideur peuvent être résolus par une analyse de données qu'il effectue par un ensemble d'interaction avec le système que nous avons appelé activités interactives (I) .

Les caractéristiques individuelles (C) incluent l'identité de l'utilisateur, son style cognitif, ses connaissances, ses expériences, ses préférences, ses traits de personnalité, *etc*. alors que le contexte d'utilisation se restreint aux éléments de l'environnement de l'utilisateur par exemple : sa fonction ou sa localisation (Brown & *al.*, 1997).

Les éléments de la fonction « ∫ » évolue avec le temps. Les changements qui peuvent avoir lieu dans l'ensemble de données (D) dépendent du moment de leur analyse.

Les variables (C) et (X) sont dépendantes du temps puisque les caractéristiques individuelles et le contexte changent avec le temps. Les activités interactives réalisées par l'utilisation sont comprises à l'instant t_i comme une série temporelle d'évènements E_{ti} . Ces évènements sont l'expression des différents problèmes de décision de l'utilisateur. Il existe alors une relation de dépendance entre (P) et (I) au moment t_i et E_{ti} .

Donc pour conclure, les résultats (R) aux problèmes de décision (P) dépendent des caractéristiques et contexte de l'utilisateur (C) et (X) au moment t_i.

3.1.4. Conclusion sur les SIAD

Dans ce chapitre, nous avons décrit le contexte de notre recherche qui concerne la prise de décision et les moyens de l'améliorer. Les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) représentent l'un de ces moyens.
Toute entreprise possède actuellement d'importants volumes de données numériques (internes ou externes) et a besoin d'outils permettant une exploitation efficace et performante de ces données pour l'aider à résoudre ses problèmes de décision pour chaque domaine métier. Les SIAD orientés données apportent des solutions à cette problématique-là.

Les SIAD regroupent un ensemble d'artefacts numériques permettant la collecte, le stockage et l'analyse de données numériques afin d'aider les décideurs à résoudre leurs problèmes non structurés : de description, d'explication, de diagnostic, de prédiction et de prescription. Cela nous a amené à proposer une nouvelle classification des SIAD orientés données appelés aussi application Analytics. La classification qu'on propose est dirigée par les problèmes des décideurs. Ils sont classés en cinq types *: Descriptive Analytics, Explicative Analytics, Diagnostic Analytics, Predictive Analytics et Prescriptive Analytics*. Cette classification nous paraît plus appropriée pour un processus de développement plus efficace de ce type d'artefacts.

Le chapitre suivant a pour but de présenter les différentes démarches de développement des SIAD afin de faire ressortir les éléments indispensables au développement du nôtre.

À retenir

- La décision est un processus de résolution de problèmes ;
- Un SIAD orienté données (Application Analytics) est un système d'aide à la résolution de problèmes ;
- Proposition d'une nouvelle classification de solution Analytics : Descriptive Analytics, Explicative Analytics, Diagnostic Analytics, Predictive Analytics et Prescriptive Analytics. Cette nouvelle classification est orientée « problèmes ».
- De notre point de vue la résolution d'un problème de décision se fait par une interaction Homme-Machine.

3.2. Les démarches de développement de SIAD

Cette section est consacrée à un état de l'art qui découle du contexte de la recherche concernant le développement de SIAD.

Avant d'aborder cette section et par souci de compréhension il nous paraît nécessaire d'éclaircir certaines terminologies (Morin, 1981):

- La démarche est la manière dont l'esprit développe son activité sur un thème donné ;
- L'approche est la manière dont on va aborder ce domaine de connaissance par le choix d'une méthode ;
- Un processus est un ensemble d'activités qui transforment les éléments d'entrée en éléments de sortie ;
- Une méthode est une organisation des activités dans un ordre précis ;
- Un outil est un moyen de mise en œuvre de certaines opérations de la méthode ;
- Le modèle quant à lui est la représentation schématique d'une démarche, d'une approche, d'un processus ou d'une méthode ;

Il existe plusieurs démarches de développement de systèmes informatiques dans la littérature. Dans ce chapitre, nous passerons quelques-unes en revue et ceci sans souci d'exhaustivité, mais plutôt de représentativité. Dans un premier temps, il nous est paru nécessaire d'étudier les processus de développements issus du domaine du génie logiciel, ceux issus du domaine de

l'Interaction Homme-Machine, puis ceux de l'ingénierie des systèmes de connaissances. Par la suite, nous avons étudié les différentes méthodes de conception de SIAD issues de l'ingénierie des systèmes d'aide à la décision. A la fin de ce chapitre, une évaluation de ces démarches a été réalisée afin d'analyser les besoins en vue de la mise au point d'une démarche de développement de SIAD adaptée à notre contexte

3.2.1. Les processus de développement de systèmes informatiques

Un cycle ou processus de développement logiciel a pour objectif d'énoncer les étapes dans un ordre logique et temporel pour produire l'artefact numérique.

Roland (1986) et Calvez (1990) ont proposé cinq phases du processus de développement logiciel qu'on retrouve dans les différents modèles présents dans la littérature : analyse des besoins, analyse conceptuelle, conception technique, réalisation et maintenance. Ces étapes peuvent se recouper ou être exécutées de façon itérative. Les variantes existantes des modèles ont surtout des différences de terminologie.

3.2.1.1. Les processus de développement en Génie logiciel

a. Modèle en cascade

Le modèle en cascade, proposé par Royce (1970), est un des premiers modèles apparus pour satisfaire les besoins industriels en termes de qualité logicielle. Ce modèle comporte 7 phases :

- analyse des besoins,
- spécifications,
- conception de l'architecture,
- conception détaillée,
- implémentation,
- tests (validation),
- et enfin l'installation.

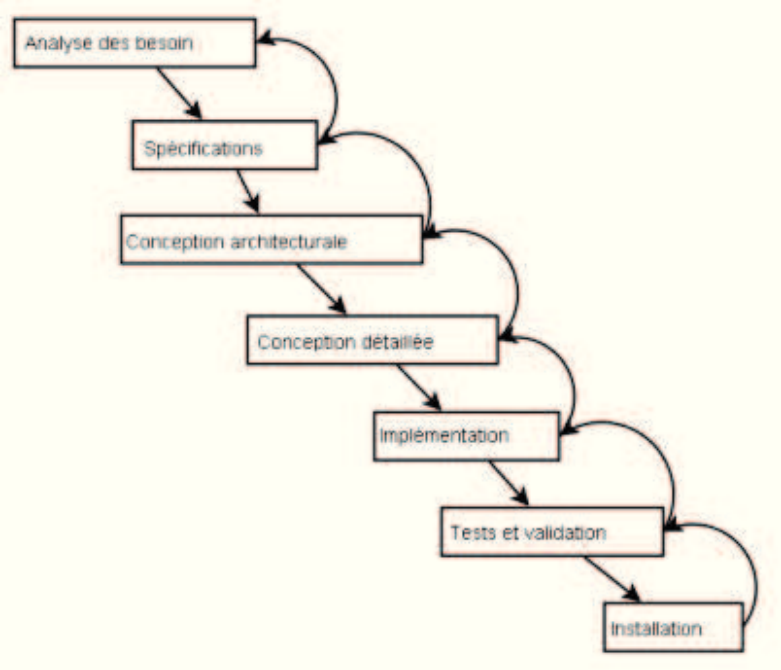


Figure 19. Le modèle en Cascade (Royce, 1970)

Ce processus de développement n'est pas itératif; il implique des retours possibles uniquement vers l'étape précédente pour la prise en compte des lacunes. Dans ce modèle, le planning est établi à l'avance et on sait précisément ce qui va être livré et quand. Cependant le principal inconvénient du modèle en cascade est sa très faible tolérance à l'erreur (les anomalies sont détectées tardivement) qui induit automatiquement un coût important en cas d'anomalie. L'utilisateur intervient très peu et uniquement dans les étapes finales de réalisation et d'évaluation. Cette intervention informelle n'est pas déroulée de façon compréhensible par les concepteurs pour être prise en compte. C'est un modèle générique qui n'incite pas à la prise en compte de l'IHM, même lorsque le système est hautement interactif (Kolski, 1997).

b. Le modèle en V

Le modèle en V (McDermid & Ripkin, 1984) utilise les mêmes étapes que le modèle en cascade. Il les structure en deux démarches :

« descendante » pour la spécification et la conception,

« ascendante » pour les validations et les tests.

Différentes variantes de ce modèle existent (Thayer & McGettrick, 1993 ; Jaulent, 1994 ; Laprie & *al.*, 1995).

Le plan, les moyens et les méthodes d'évaluation et de validation des résultats de la phase doivent être inclus dans chaque phase de l'approche allant de haut en bas. Ce souci, avec celui de l'évaluation du système aussi loin en amont que possible, et avec précision pour chaque phase, est un point indéniablement fort du modèle en V. Cependant, il prévoit seulement des retours très limités, qui peuvent être insuffisants pour un développement itératif; de plus il n'introduit pas de considérations d'IHM si bien qu'il reste souvent dirigé principalement vers l'angle technique du système visé.

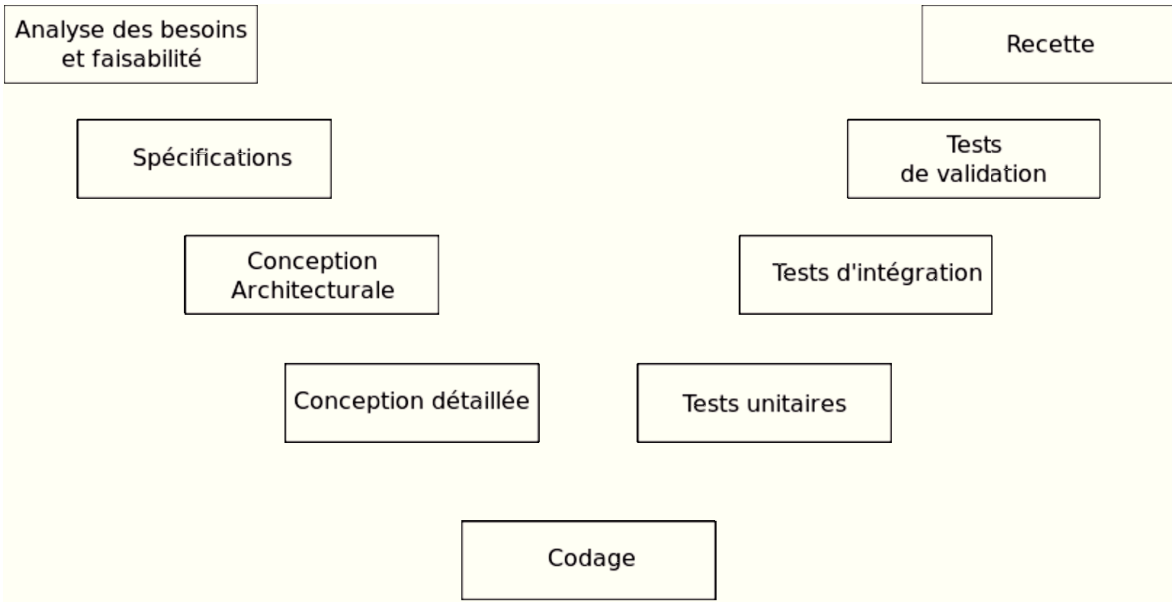


Figure 20. Le modèle en V (McDermid & Ripkin, 1984)

c. Le modèle en spirale

Le modèle spirale introduit par Boehm et *al.* (1984), constitue un processus permettant un développement incrémental. Il reprend les étapes du cycle en V mais il implémente des versions successives en formalisant les besoins et les risques rencontrés de façon progressive.

La démarche poursuivie par ce modèle est la suivante :

- Identifier les risques et leur affecter une priorité ;
- Développer une série de prototypes pour identifier les risques en commençant par le plus grand ;

- Si un cycle concernant un risque a été terminé avec succès alors il faut évaluer le résultat du cycle en cours et planifier le cycle suivant. Cependant, si un risque n'a pu être résolu, terminer le projet immédiatement.

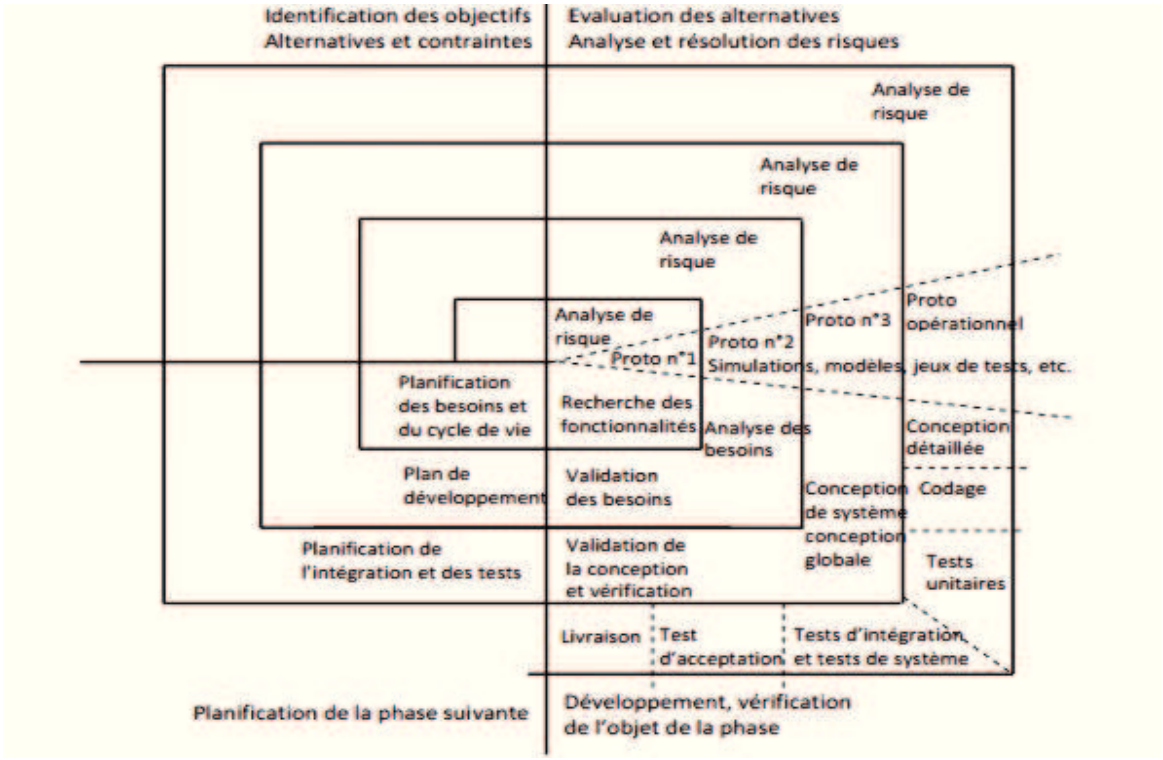


Figure 21. Le modèle en spirale (Boehm, 1988)

Ce cycle est itératif et introduit la notion de prototypage et de raffinage, ce qui le rend très intéressant. Néanmoins, comme les autres processus, il n'invite pas explicitement à la prise en compte de l'utilisateur durant le déroulement du projet de développement.

d. Les méthodes agiles

Les démarches de développement classiques ont connu une forte évolution depuis ces vingt dernières années : les modèles en cascade (Waterfall), en V, spirale (et leur variantes) ont évolué vers des cycles plus itératifs et intégrant de plus en plus la dimension humaine, ce qui a donné naissance aux méthodes dites « agiles » (Vickoff, 2009) telles que RAD (Martin, 1991), DSDM (Stapleton, 1997), XP (Médina, 2000) et Scrum (Schwaber K., 2001). L'agilité des méthodes fait référence à la souplesse face aux besoins d'adaptation et aux contraintes du marché.

- ***RAD (Rapid Application Development)***

Le RAD est une méthode de développement rapide d'application (Martin, 1991) qui s'appuie sur une implication forte de l'utilisateur (cf. Figure 21). Il permet de construire le système avec l'utilisateur, en étant totalement axé sur des prototypages successifs. La question de l'identification des besoins devient alors primordiale. Le RAD préconise d'organiser la participation des utilisateurs tout au long du processus de développement tout en intégrant l'objectif délai pour focaliser l'expression des besoins vers l'essentiel. L'utilisateur collecte les informations nécessaires à l'expression de ses besoins qu'il présente aux informaticiens et qui pourront être alors confrontés, amendés et acceptés (Morley, 06).

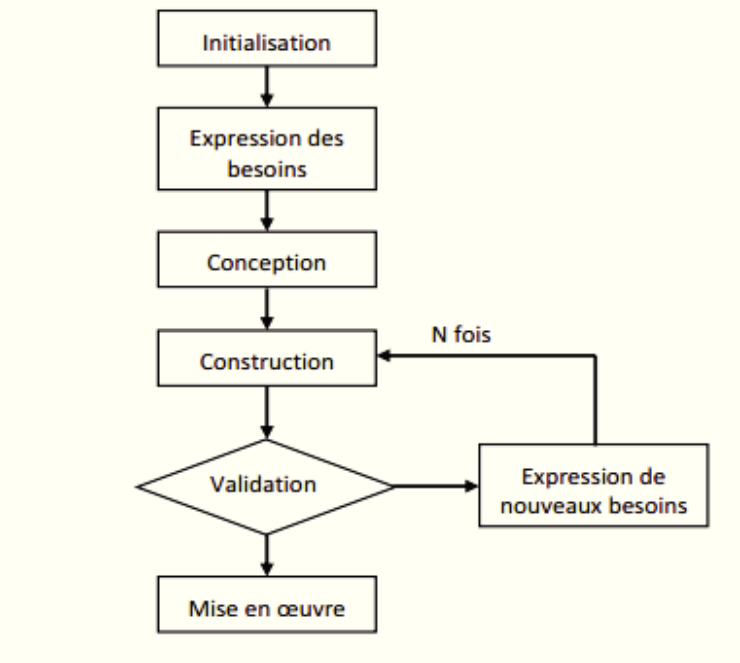


Figure 22. Le cycle de développement RAD (Martin, 1991)

L'approche RAD implique cependant une grande implication des acteurs qu'il est difficile d'obtenir au même degré pour tous les projets ainsi qu'une rapidité de développement notamment concernant la vitesse du passage du concept au prototype.

- ***DSDM (Dynamic Software Devlopment Method)***

La méthode DSDM (Stapleton, 1997) a été mise au point en s'appuyant sur la méthode RAD afin de combler certaines de ses lacunes.

Elle repose sur les principes suivants :

- Implication active des utilisateurs est impérative ;

- Les équipes DSDM ont un pouvoir de décision ;
- Livraison fréquente de produit ;
- Livraison des éléments fonctionnels en temps voulu ;
- Un développement itératif et incrémental ;
- Toute modification pendant le développement est réversible ;
- Les besoins sont définis à un niveau global ;
- Les tests sont intégrés à toutes les étapes du cycle de vie ;
- Un esprit de coopération et de collaboration entre tous les acteurs.

- ***XP (eXtreme Programming)***

La méthode XP (Médina, 2000) définit un certain nombre de bonnes pratiques permettant de développer un logiciel dans des conditions optimales en plaçant le client au cœur du processus de développement, en relation étroite avec lui. XP est basé sur les contraintes suivantes :

- Les équipes de développement travaillent directement avec l'utilisateur sur des cycles très courts d'une à deux semaines maximum ;
- Les livraisons de différentes versions du logiciel interviennent très tôt et à une fréquence élevée pour maximiser l'impact des retours utilisateurs ;
- L'équipe de développement travaille en collaboration totale sur la base de binômes ;
- Le code est testé et nettoyé tout au long du processus de développement ;
- Des indicateurs permettent de mesurer l'avancement du projet afin de mettre à jour le plan de développement.

La méthode « XP », focalisée sur la partie programmation du projet, propose un modèle de développement itératif avec une structure à deux niveaux : d'abord des itérations de livraison puis des itérations de développement. Les premières consistent à livrer des fonctionnalités complètes au client, tandis que les secondes portent sur les scénarios qui contribuent à la définition d'une fonctionnalité (Morley, 2006).

Le processus est déclenché par une phase d'exploration des besoins durant laquelle le client élabore les scénarios qu'il souhaite intégrer dans la première livraison. L'itération de livraison est ensuite découpée en plusieurs itérations de développement de courte durée (1 à 4 semaines).

La première itération consiste à élaborer l'architecture du système général en se basant sur les scénarios capables de renforcer la structure globale du système. Le client décide des scénarios à implémenter dans chaque itération. Suite à cela, les tests unitaires sont écrits et automatisés et les codes sont développés. Par ailleurs, les tests fonctionnels écrits par le client sont exécutés à la fin de chaque itération de développement. L'itération de livraison prend fin lorsque tous les scénarios retenus sont développés (figure 22).

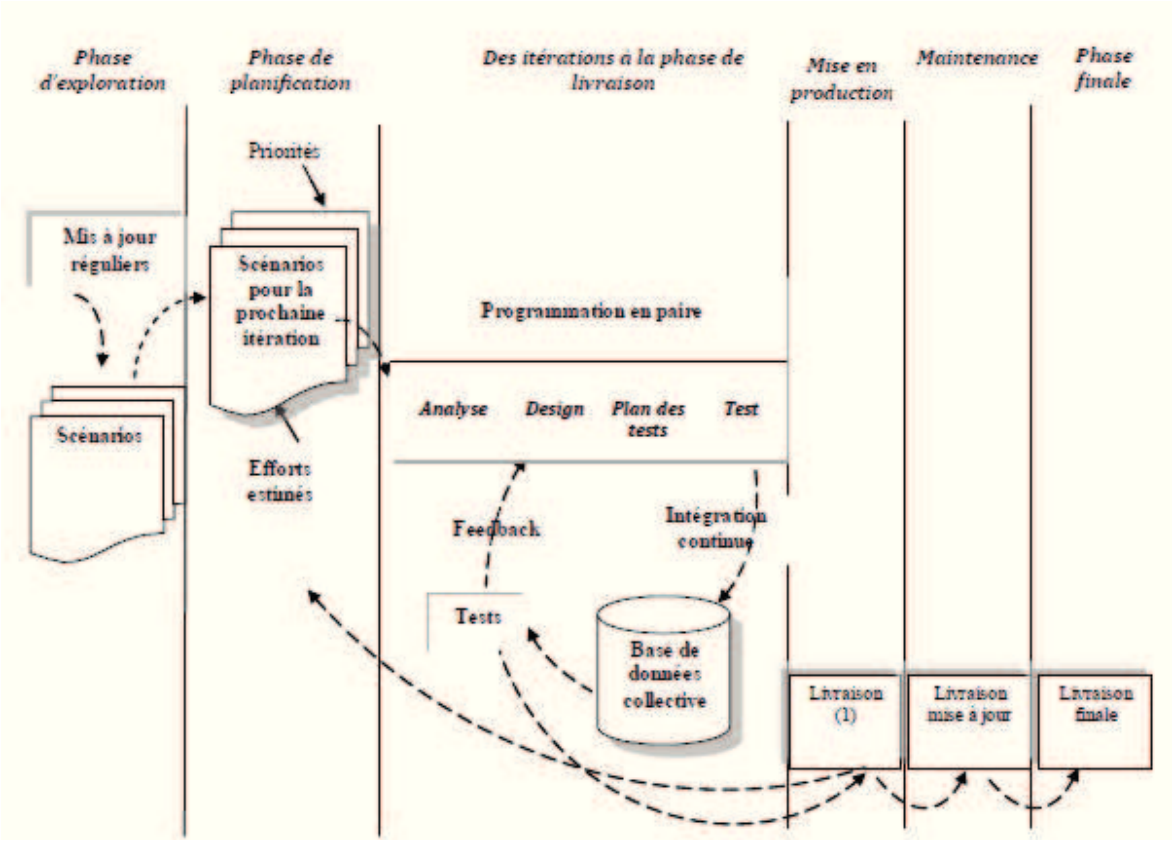


Figure 23. Processus de développement «XP »

- ***La méthode « Scrum »***

Si le terme « scrum » fut popularisé après la publication de l'ouvrage de Ken Schwaber « *Agile Software Development With Scrum* », en 2001, celui-ci avait déjà fait l'objet d'un article de Takeuchi et Nonaka en 1986 intitulé « *The new new product development game* ». Dans cet article, les auteurs se réfèrent au terme de « s*crum* » pour souligner une approche de développement permettant d'améliorer la cohésion de l'équipe et la rapidité du processus de développement *« a rugby approach where a team tries to go to the distance as a unit, passing*

the ball back and forth-may better serves today's competitive requirements » (Nonaka & Takeushi, 1986). Au sens initial du terme, « *scrum* » renvoie à une pratique généralement connue au rugby désignant la « mêlée[9] ». Cette méthode qualifie un ensemble de rôles, d'instruments de gestion et de pratiques managériales favorisant un environnement basé sur la transparence, l'inspection, le suivi et l'adaptation.

Nous postulons que la vision de la solution évolue avec l'avancement du projet. Dans cette phase d'avant jeu «*pre-game*», les demandes fonctionnelles et non fonctionnelles sont définies et répertoriées dans le « *product-backlog* » (l'outil qui liste les fonctionnalités du projet ou du produit à développer). Ces demandes sont élaborées par le client, le marketing ou le développeur représenté par le « *product-owner* »[10.] A ce stade le nombre de scénarios, la date et les coûts de livraison ainsi que le contrôle de risques sont revus par l'équipe de développement. Au cours de cette phase, l'architecture du système est planifiée par l'équipe à partir des éléments du « *product-backlog* ».

Ensuite, l'itération dont la durée oscille entre une et quatre semaines est initiée par un « sprint planning meeting » au cours duquel le *« product-owner* » et l'équipe vont négocier des « *scénarios »* à implémenter. Cette réunion ne peut excéder huit heures. Elle comporte deux volets de quatre heures chacun : le premier est consacré à la sélection des items du « *product-backlog* » et le second consiste à définir et à estimer les tâches à réaliser. L'estimation relève de la vélocité de l'équipe de développement et de ses expériences passées.

Dans la phase de jeu (*game*), une réunion quotidienne (*daily scrum*), d'une durée de quinze minutes, a lieu entre les membres de l'équipe « *scrum* ». A la fin de l'itération, une revue de l'itération, d'une durée de quatre heures se fait entre l'équipe de développeurs et le « *product-owner* ». L'équipe présente au «*product-owner*» le produit partiel pour avoir son retour sur les fonctionnalités développées. Après cette réunion, une rétrospective permet à chaque membre de s'exprimer sur l'itération passée. Ces diverses réunions (*daily scrum, sprint planning meeting*

[9] Le principe de base étant d'être toujours prêt à réorienter le projet au fil de son avancement.

[10] C'est le responsable de l'identification des demandes à implémenter et de l'optimisation du retour sur investissement. Il communique la vision du produit à l'équipe de développement et détermine les fonctionnalités à développer en fixant la date de lancement du projet.

et *sprint review*) relèvent ainsi des pratiques d'inspection et d'adaptation de la méthode «*scrum*».

Enfin, la phase d'après-jeu *(post-game*) consiste à clôturer le projet et à livrer le produit complet et documenté.

La figure 23 illustre le cycle de vie de la méthode « *scrum* » :

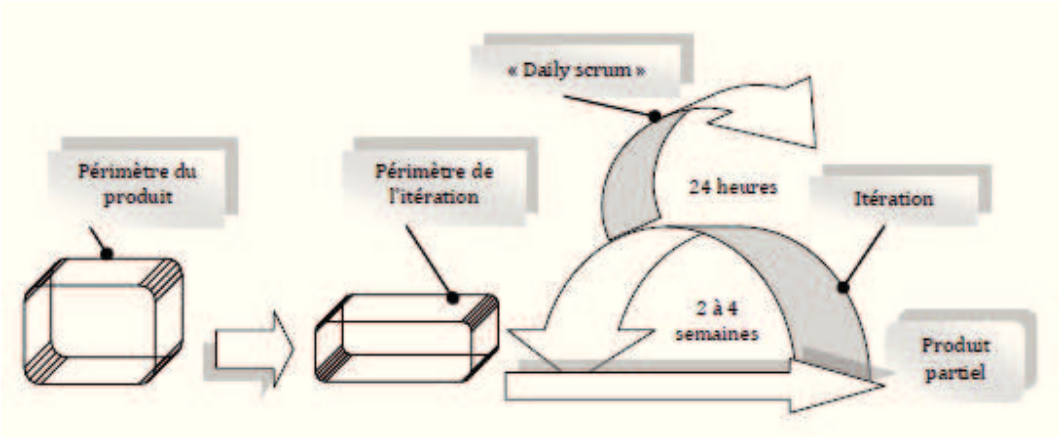


Figure 24. processus de développement Scrum

Pour le développement d'un système interactif, il est important de prendre en compte finement les aspects liés à l'interaction entre l'utilisateur et le système informatique. Dans la mesure où les processus de développement issus du Génie Logiciel sont jugés insuffisants pour la prise en compte de l'utilisateur, il y a eu un enrichissement de modèles classiques en essayant d'intégrer la dimension humaine. On parle de modèles enrichis sous l'angle de l'IHM.

3.2.1.2. Les processus de développement classique de génie logiciel enrichis sous l'angle de l' IHM

Les modèles de développement classiques sont souvent axés sur la qualité du code produit. Certains auteurs les ont réadaptés pour favoriser la prise en compte de l'utilisateur dans le développement du système avec qui il interagit (Mouloudi & *al.,* 2011). C'est ainsi qu'ont été proposés les modèles enrichis sous l'angle de l'IHM.

Quoique ces modèles aient des limitations possibles, il est intéressant d'examiner certains d'entre eux pour identifier la spécificité de chacun en ce qui concerne l'aspect interactif.

- ***Modèle de Long***

Ce modèle (Long & *al*., 1990) est proche du modèle en cascade du génie logiciel classique (cf. Figure 24), tout en positionnant l'IHM dans l'étape de conception, et en insistant sur l'importance de l'évaluation et des itérations lors du projet.

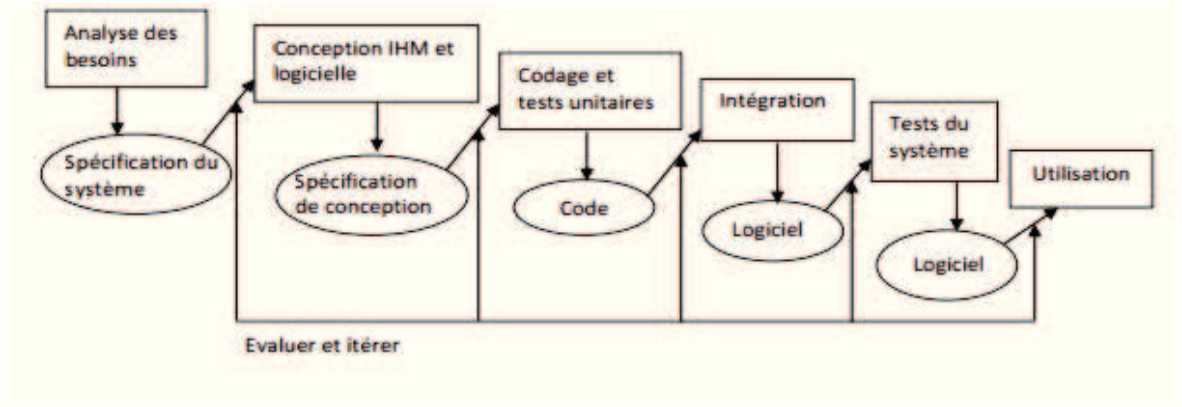


Figure 25. Modèle proposé par Long et al. (Long et al., 1990)

Loin d'être parfait, ce modèle s'avère toutefois incitateur sous l'angle des interactions homme-machine, tout en restant très proche d'un modèle classique.

- ***Le modèle en V enrichi***

Le génie logiciel propose un cadre structurant du processus de développement des systèmes informatiques. Dans ce cadre, l'ergonomie s'inscrit en des étapes bien précises avec ses méthodes et techniques. La figure suivante illustre cette relation pour le cas simplificateur, mais réaliste, du modèle en V (McDermid & Ripkin, 1984).

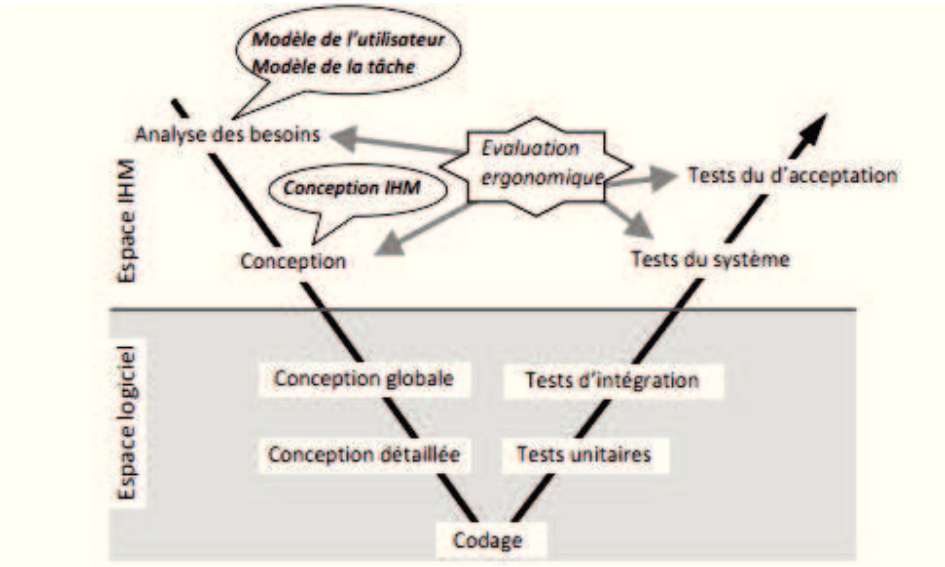


Figure 26. Le modèle en V enrichi (Balbo, 1994)

La Figure 25 montre la répartition des étapes du processus de développement en deux espaces : l'espace IHM et l'espace logiciel. Le premier se caractérise par la priorité qu'il faudrait accorder aux aspects ergonomiques, le second par l'accent mis sur les techniques d'implémentation logicielle.

L'espace IHM comprend les activités amont de développement : l'analyse centrée utilisateur et l'espace logiciel comprend les activités de conception globale et détaillée (Balbo, 1994).

le modèle en V enrichi présente l'inconvénient d'autoriser des retours arrière limités, ce qui peut nuire à l'aspect souvent nécessairement itératif d'un développement centré utilisateur.

- ***Le modèle Nabla ∇***

Le modèle Nabla (Kolski, 1997) est dédié à la conception de systèmes interactifs et il intègre de façon importante le futur utilisateur dans le cycle de vie du projet. Ce modèle ∇ est construit selon un double cycle en V. Nabla se base sur une confrontation progressive entre un modèle réel et un modèle de référence, où le modèle de référence correspond à celui d'un système Homme-Machine dit idéal, en considérant les points de vue et besoins des différents intervenants concernés par le système Homme-Machine visé.

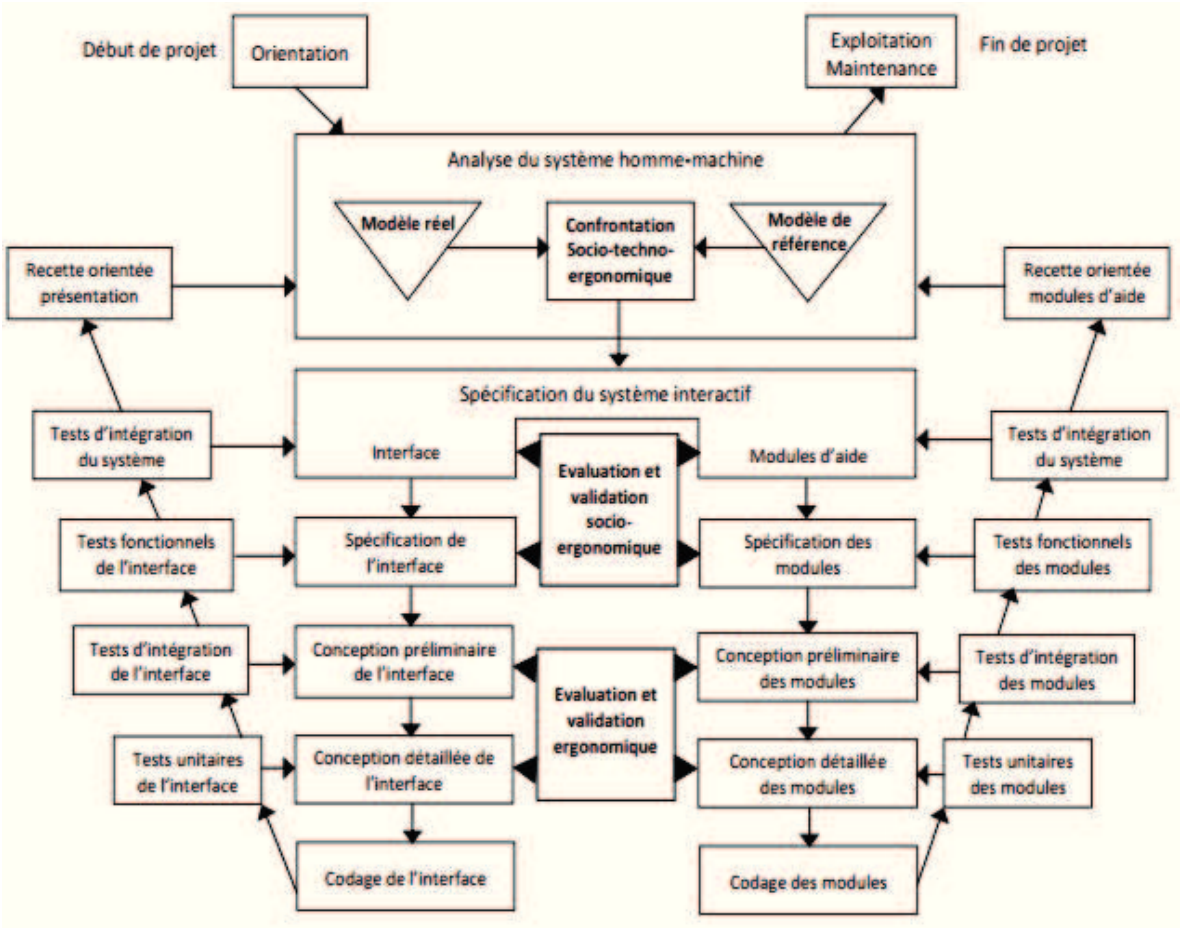


Figure 27. Le modèle Nabla (Kolski, 1997)

Le modèle Nabla n'explique pas clairement les activité et processus métiers des utilisateurs et ne montre pas leurs relations avec les spécifications d'interface. D'ailleurs, comme le modèle en V, le modèle Nabla s'exprime dans une série de retours très limités qui constituent un handicap pour le développement itératif.

- ***Modèle en U***

Le modèle en U (Abed, 1990) (Millot & Roussillon, 1991) (Abed, 2001) (Lepreux & *al.*, 2003) situe les étapes qui n'existent pas dans les modèles classiques du génie logiciel, lesquels demeurent très généraux, tout en partant sur l'hypothèse que les facteurs humains doivent y être considérés par l'équipe de développement. Le modèle en U est structuré en deux phases :

- Une phase descendante avec la spécification et la conception du système homme-machine (où on prend de la hauteur par rapport au logiciel interactif, vu par rapport à une organisation, à un environnement sociotechnique), qui mène à son implémentation ;

- Une phase ascendante composée de l'évaluation du système global, selon des critères d'efficacité du système et également des critères strictement humains. La validation consiste à confronter le modèle des tâches théoriques (prescrites) avec le modèle des activités réelles défini en phase ascendante; et ceci en se basant sur les principes originaux proposés par Abed & al. (1991). Le résultat de cette confrontation permet soit de valider le système Homme-Machine soit de dégager ses carences et à affiner progressivement celui-ci, particulièrement au niveau des interfaces Homme-Machine et des outils d'aide.

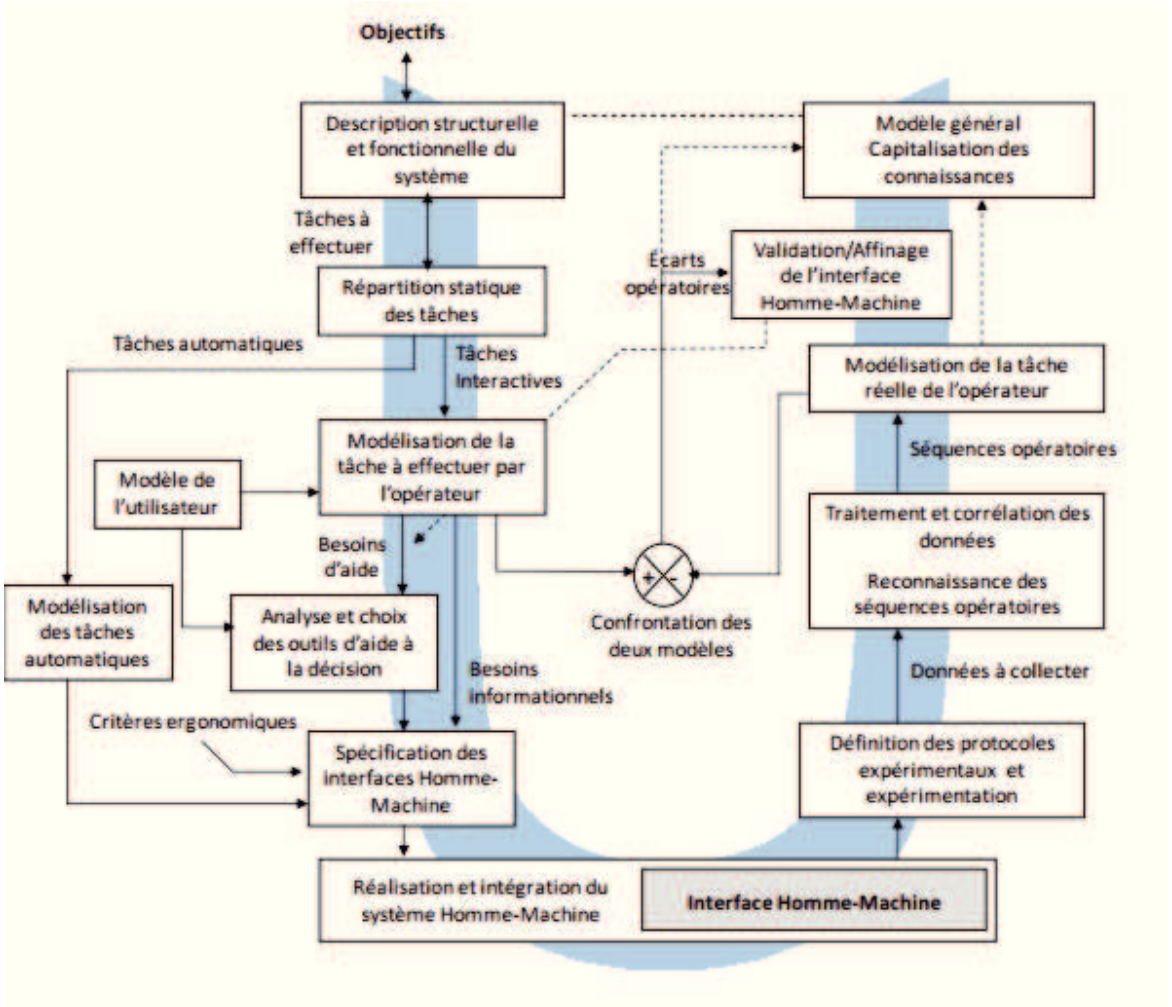


Figure 28. Le modèle en U (Abed, 2001)

Le modèle en U est axé sur l'IHM ; il ne présente toutefois pas clairement l'aspect itératif et incrémental indispensable au développement du système interactif. En effet, c'est après la

confrontation des deux modèles de la tâche prescrite et de la tâche réelle qu'on aura soit un retour arrière, soit une validation, et ainsi de suite. De ce fait, le développement itératif se fait tâche par tâche, on revient donc au parcours séquentiel des étapes des modèles classiques de génie logiciel.

3.2.1.3. Les processus de développement spécifiques aux SIAD :

Les processus de développement de SIAD se basent sur les cycles classiques provenant du Génie Logiciel. Il n'existe pas de modèle spécifique aux développements des SIAD sauf peut-être celui de Lepreux (2005) qui a proposé une approche intitulée Approche de DEveloppement de SIAD (ADESIAD).

- ***L'approche ADESIAD***

Cette approche de développement proposée par Lepreux est spécifique aux SIAD au sens où elle est centrée sur les décideurs.

La méthode ADESIAD se compose d'un modèle, d'une méthode et d'une architecture. Le modèle est une combinaison des cycles en V et en U. Ce cycle se veut également itératif (Figure 28). Il permet d'impliquer les utilisateurs et experts lors des phases (1) descendante dite de conception, (2) ascendante qui comprend l'intégration et les évaluations techniques et terminales (ou sommatives) et (3) centrale dite d'évaluations formatives. La phase descendante comprend les étapes classiques des modèles du génie logiciel : l'analyse des besoins, la spécification, la conception, la conception détaillée et le codage. La phase ascendante intègre les évaluations terminales qui sont différentes des évaluations centrales. Ces dernières permettent des retours en arrière plus forts que dans les cycles classiques et permettent en outre d'impliquer les utilisateurs et experts à chaque fin d'étape pour validation.

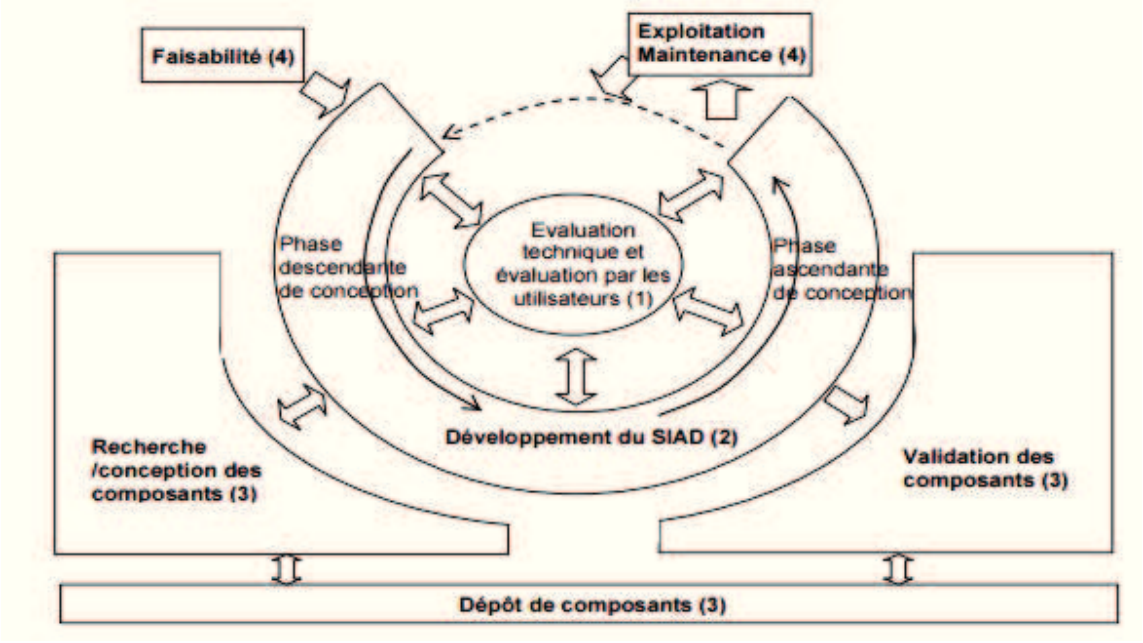


Figure 29. L'approche ADESIAD (Lepreux, 2005)

Le modèle introduit la notion de réutilisation des connaissances, à la fois expertes (métier) et informatiques dans chacune des étapes de la phase descendante de conception.

La méthode ADESIAD s'applique à un type de SIAD : les SIAD orientés connaissance (*knowledge-driven DSS*). Comme évoqué précédemment, nous considérons que ce type de SIAD n'est pas par définition « interactif». Cet outil propose des solutions optimales, sans une interaction homme-machine à l'aval (on parle alors d'automatisation des décisions), la seule interaction existante est lors de l'analyse et conception de ces systèmes pour introduire une base de connaissance des experts. Ce sont des système à base de connaissances.

Nous avons pu remarquer que les processus de développement de SIAD se basent sur les cycles classiques provenant du génie Logiciel. Il n'existe pas de modèle spécifique aux développements des SIAD sauf peut-être celui de Lepreux (2005) avec l'approche ADESIAD pour les SIAD orientés connaissances qui s'inscrit dans le domaine de l'ingénierie des systèmes à base de connaissances. Cette approche a la particularité d'être centrée sur les décideurs mais dont la finalité est de développer un système à base de connaissance qui vise l'automatisation de décision (pas d'interaction homme-machine)

3.2.1.4. Conclusion

Cette section a présenté un ensemble de modèles de processus de développement issus de plusieurs domaines : du génie logiciel (modèles classiques et agiles), de l'ingénierie IHM et de l'ingénierie des systèmes à base de connaissances (le modèle ADESIAD spécifique aux SIAD orientés connaissances).

Il est possible de s'inspirer de la représentation de Curtis et Hefley (1994) pour mettre en parallèle les spécificités de chacun des domaines par rapport aux phases de développement de systèmes informatiques. Nous avons adapté cette représentation pour y intégrer les spécificités du développement agile et des systèmes à base de connaissance et ainsi déduire notre propre processus de développement de SIAD orienté données (cf. Figure 28).

PHASE DE DEVELOPPEMENT	GENIE LOGICIEL (PROCESSUS CLASSIQUES)	GENIE LOGICIEL (PROCESSUS AGILE)	INGENIERIE DES IHM	INGENIERIE DES SYSTEMES DE CONNAISSANCES ISC	NOTRE PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT SIAD
Analyse des besoins	Analyse des exigences système	Analyse des besoins utilisateurs	Analyse de l'utilisateur et de ses tâches	Caractérisation du problème de l'utilisateur	Analyse des utilisateurs et leurs problèmes de décision communs pour déduire les exigences système
Allocation des besoins	Matériel/Logiciel	Matériel/ Logiciel	Humaine/ Machine	Expert/ intelligence artificielle	Humaine/ Machine
Conception préliminaire	Conception de l'architecture	Conception de l'architecture	Conception du dialogue	Spécification des connaissances	Conception de l'architecture en tenant compte du dialogue HM
Conception détaillée	Conception logique	Conception logique	Conception des écrans	Conception de la base de connaissance	Conception logique
Implémentation	Codage	Codage	Codage	Codage	Codage

Test d'implémentation	Tests unitaires et d'intégration	Tests unitaires et d'intégration	Tests d'utilisabilité	Tests d'opérationnalité des traitements sur les connaissances	Tests unitaires d'intégration et d'utilisabilité
Test du système	Test du système	Test du système	Observation contextuelle	Comparaison résultats produits/ attendus par l'expert	Test du système
Optimisation	Performance de la machine	Performance de la machine	Performance humaine	Performance de la machine	Performance machine et humaine

Tableau II. Le processus de développement de SIAD dans différents domaines

Le tableau comparatif ci-dessous recense les processus présentés dans ce chapitre. Il a pour but de montrer pour chaque modèle si il y a eu prise en compte de l'utilisateur, de son degré d'implication dans le projet de développement, de la prise en compte de ses connaissances et de ses problèmes de décision. En effet, le facteur humain n'est pas seulement vu comme un paramètre dans un système d'aide à la décision, mais il fait bel et bien partie du système.

Domaine	**Processus**	**Prise en compte de l'utilisateur comme acteur du processus**	**Degrés d'implication de l'utilisateur**	**Prise en compte des connaissances de l'utilisateur**	**Prise en compte des Problèmes de décision des utilisateurs**	**Type d'interaction**
Génie logiciel	Modèles de développement classiques (cascade, en V et en spirale)	Non	Peu	Non	Non	Pas de fortes interactions avec l'utilisateur

Génie logiciel	Méthodes Agiles (RAD, DSDM, XP, Scrum, etc.)	A chaque étape	Beaucoup	Non	Non	Développeurs-utilisateur
Ingénierie IHM	Modèles de développement (modèle de Long, V enrichi, Nabla et U)	Oui	Beaucoup	Non	Non	Développeurs-utilisateur Utilisateur-machine
Ingénierie des systèmes à base de connaissances	ADESIAD (pour les SIAD orientés connaissances)	A l'amont du processus seulement	Peu	Oui	Oui	Développeurs-experts[11] Experts entre eux
Notre Objectif pour le développement d'un SIAD orienté données		A chaque étape	Beaucoup	Oui	Oui	Développeurs-utilisateurs Utilisateur-machine Utilisateurs entre eux

Tableau III.Tableau récapitulatif des Processus de développement par domaine étudiés dans ce chapitre

Nous pouvons remarquer que les processus de développement ont un objectif commun qui est la production de logiciels de qualité. Cependant, les processus classiques de génie logiciel (en cascade, en V et en spirale) sont bien trop souvent orientés vers la partie technique (le code) et non vers l'utilisateur. Ces aspects sont laissés à l'appréciation du développeur en particulier. Avec le temps nous avons pu remarquer que la tendance allait vers des processus plus itératifs

[11] L'expert n'étant pas forcément l'utilisateur

(les méthodes agiles). Cependant, même si les utilisateurs sont mentionnés pour les étapes d'analyse et de validation de prototype, les processus s'accompagnent le plus souvent de peu d'explications relatives à la prise en compte des utilisateurs. D'un autre côté, les processus enrichis sous l'angle de l'IHM sont très orientés utilisateurs mais ne présentent pas clairement l'aspect itératif et incrémental indispensable au développement du système interactif. De plus, ils ne prennent pas en compte les connaissances des utilisateurs et leurs problèmes de décision, contrairement à ceux du domaine de l'ISC. C'est pourquoi pour développer un système « interactif » et « d'aide à la décision » on doit intégrer les spécificités de chacun des domaines étudiés . Nous proposons ainsi un processus de développement de SIAD qui doit être à la fois:

- **Itératif et incrémental** dans le sens où chaque livraison constitue un incrément, qui sera complété, affiné, modifié, enrichi à l'itération suivante, pour aboutir au produit final ;
- **Centré utilisateur(s) décideur (s)** c'est-à-dire très centré sur le contexte d'utilisation et l'interaction de l'utilisateur avec la machine afin de minimiser les risques de se retrouver face à un système ne répondant pas aux besoins des utilisateurs. Par définition le système que nous prévoyons de développer se caractérise par son interactivité homme-machine et c'est cette interactivité qui favorise la résolution de problèmes de décision. En faisant référence aux travaux de Tsuchiya (1993), nous soutenons l'idée que la connaissance utile à la résolution de problèmes de décision dépend des schémas d'interprétation de l'individu et du contexte de son action. Ainsi, le développeur du SIAD doit penser l'utilisateur comme l'un des composants du système.
- **Participatif** : l'implication et l'intégration des utilisateurs finaux comme acteurs fortement engagés dans le projet de développement de l'artefact. Les utilisateurs sont considérés comme des experts. Nous cherchons à mettre l'accent sur leurs connaissances plutôt que sur leur rôle. Un des points majeurs est de mettre en place une équipe. Caelen (2009) souligne à cet égard que le développement participatif constitue un cadre favorable pour l'innovation, puisqu'il fait intervenir les clients et de nombreux types d'acteurs aux compétences multiple et diverses.
- **Collaboratif**: La collaboration englobe trois aspects : la communication, la coopération et la coordination au sein d'un groupe (Schrage, 1990).

La communication fait référence à la façon dont les personnes échangent de l'information et arrivent à se comprendre mutuellement ;

La coopération est la participation à une œuvre commune;

La coordination représente le fait de faire travailler ensemble des entités séparées en un tout inséparable, pour assurer l'efficacité et éliminer les redondances.
Notre objectif est de montrer qu'un effort de collaboration est nécessaire pour construire en commun un objet inconnu (Grundstein, 1994) et ainsi permettre l'aboutissement à une solution acceptable par tous.

- **Dirigé par les problèmes** : le terme même de « décision » renvoie aux actions et processus de résolution de problèmes. Développer un SIAD ne peut se faire sans s'intéresser aux problèmes de décision qui se posent aux différents utilisateurs finaux et à la façon de les représenter collectivement

Notre recherche a pour but de proposer un processus de développement de SIAD centrée sur la satisfaction de ces objectifs de manière à obtenir un produit final efficace. Son originalité est visible en particulier à la phase d'analyse des besoins et des exigences

Dans la littérature nous n'avons pas trouvé de processus ou modèle spécifique au développement de SIAD orientés données. Seulement des méthodes de conception de ce type d'artefact. La section qui suit présente les spécificités de quelques méthodes de conception pour le développement de SIAD orientés données.

À retenir

- Nous n'avons trouvé aucun modèle générique de développement de SIAD dans la littérature mais uniquement des méthodes de conception spécifiques à chaque type de SIAD.
- Selon nous, un processus de développement de SIAD doit tenir compte des spécificités des trois domaines : Génie logiciel (méthodes agiles) , IHM et ISC.
- Un processus de développement de SIAD doit être à la fois : itératif, incrémental et participatif (des caractéristiques empruntées des méthodes agiles) ; centré utilisateurs (emprunté du domaine de l'IHM) ; dirigé par les problèmes de décision des utilisateurs décideurs (emprunté du domaine de l'ISC) et enfin collaboratif.

3.2.2. Méthodes de conception de SIAD

Pour pouvoir modéliser et formaliser les différentes étapes d'un processus de développement d'un système, une méthode d'analyse et de conception doit être utilisée.

Dans cette partie, nous présentons les méthodes de conception des SIAD en fonction de la démarche entreprise (descendante, ascendante ou mixte) en vue de dresser un bilan comparatif de leurs caractéristiques et ainsi positionner nos travaux de recherche.

Il existe dans la littérature une multitude de méthodes de conception de SIAD orientés données. Ces méthodes sont classées selon la démarche entreprise (Annoni, 2010) :

- La démarche descendante, orientée « utilisateurs », aborde le processus de conception du SIAD en partant des besoins des utilisateurs finaux ;
- La démarche ascendante, orientée « données », définit le schéma du SIAD à partir des schémas des sources de données,
- La démarche mixte prend en entrée du processus de développement les besoins des utilisateurs et les sources de données afin de produire le schéma du SIAD.

3.2.2.1. La démarche descendante

la démarche descendante part des besoins utilisateurs. Les auteurs comme (Kimball, 1996), (Tsois & *al*., 2001) et (Prat & Akoka, 2002) ont tous emprunté cette démarche pour formaliser leur méthode de conception de SIAD.

- La méthode de Kimball (1996) est spécifiquement dédiée à la conception d'entrepôts de données. Elle a pour caractéristique de partir du besoin métier. Elle est basée sur un processus itératif composé de cinq étapes principales : planification du projet, définition des besoins métiers, choix de la technologie, modélisation des données et spécification et développement des applications. L'auteur définit deux caractéristiques principales à cette méthode. La première est l'architecture de bus. Elle consiste à créer une série de magasins de données respectant le modèle logique du schéma en étoile et à partir desquels l'entrepôt de données fédérées de l'organisation est créé. La deuxième caractéristique est le cycle de vie multidimensionnel qui précise la gestion d'un projet décisionnel à partir des besoins métiers.
- Tsois & *al*. (2001) proposent une méthode qui permet de représenter les besoins exprimés par les utilisateurs finaux sous forme de requêtes. Le résultat des requêtes des

utilisateurs est présenté sous forme tabulaire. A partir de ces tableaux, les auteurs définissent un ensemble minimal de concepts qui composent l'architecture technique du SIAD (niveaux, hiérarchies, dimensions, cubes, attributs et des relations de manipulation de données).

- Prat & Akoka (2002) ont proposé une méthode qui permet de représenter des diagrammes de classes UML à partir de l'expression informelle non structurée des besoins par les décideurs. Ils utilisent des règles pour transformer et enrichir les diagrammes de classes afin de prendre en compte la modélisation multidimensionnelle de l'architecture technique du SIAD.

La démarche descendante présente un inconvénient majeur lié à l'évolution permanente des besoins des utilisateurs (Moody & Kortink, 2000). De plus, les différentes études ont montré que les besoins décisionnels peuvent difficilement être explicités (Barone & *al.*, 2010). Enfin, la prise en compte des sources de données arrive a posteriori dans les méthodes présentées, ce qui montre parfois la difficulté voire l'impossibilité de disposer des données pour répondre finalement aux besoins des utilisateurs définis bien en amont.

3.2.2.2. La démarche ascendante

Les méthodes de conception de SIAD qui découlent de la démarche ascendante décrivent le schéma et l'architecture du SIAD à concevoir à partir des données disponibles et leurs caractéristiques. Pour en citer quelques-unes :

- Les auteurs Golfarelli & Rizzi (1998b) proposent une méthode de conception d'un SIAD spécifique « l'entrepôt de données. La méthode proposée repose en partie sur un algorithme. Les concepts de faits, de dimensions, d'attributs et de hiérarchies sont définis. Le fait est défini comme une entité ou une association entre plusieurs entités fréquemment mises à jour et représentant un intérêt premier de l'organisation. Chaque fait devient la racine d'un arbre dont les nœuds sont les attributs de l'entité (fait candidat) et des entités liées suivant l'algorithme. La méthode suppose que les concepteurs connaissent très bien le domaine d'activité pour réaliser les élagages et les greffes.
- Dans Cabibbo & Torlone (2000), la méthode vise à construire le modèle de l'architecture technique du SIAD à partir d'un schéma entité-association présentant une vue intégrée

des bases de données transactionnelles. La méthode est composée de quatre étapes: la définition des faits et des dimensions suite à une analyse globale et manuelle des schémas sources, la restructuration du schéma entité-association des sources pour faire apparaître les faits et les dimensions, et les niveaux hiérarchiques, la dérivation du graphe dimensionnel à partir du schéma entité-association restructuré. Le graphe dimensionnel est un schéma entité-association étendu, la transformation du graphe dimensionnel dans un schéma multidimensionnel.

- La méthode d'Husemann & *al*. (2000) utilise un acquis des méthodes de conception des systèmes d'information classiques qui est la définition des dépendances fonctionnelles pour déterminer les concepts multidimensionnels. Cette méthode utilise les dépendances fonctionnelles pour déterminer les faits et les dimensions ; ce qui permet une définition formelle de ces concepts. Cependant, elle suggère la participation des utilisateurs pour la désignation des sources de données pertinentes alors que les utilisateurs ne maîtrisent pas toujours les schémas des sources de données.

L'avantage de la démarche ascendante est qu'elle représente exactement la sémantique sous-jacente des sources de données et elle facilite la définition des hiérarchies. Cependant, cette démarche s'avère lourde lorsque le nombre de sources ou la complexité des sources sont importants. De plus, elle présente l'inconvénient majeur de ne pas prendre en compte les besoins des décideurs mais l'exigence du système en matière de données. Elles permettent la mise en place d'un seul module qui est l'entrepôt de données ou le magasin de données et elles ne guident pas les concepteurs dans le choix de l'architecture du SIAD. Enfin, ces méthodes requièrent que les utilisateurs se réfèrent aussi aux schémas entité-association alors que ces derniers n'ont pas pour objectif d'être compréhensibles par les utilisateurs (Diviné, 1982).

3.2.2.3. La démarche mixte

Les méthodes basées sur une démarche mixte sont caractérisées par l'analyse des besoins des utilisateurs (démarche descendante) et l'analyse des sources de données (démarche ascendante).

- Dans Bonifati & *al*. (2001), la méthode proposée suit une démarche descendante et ascendante à la fois. D'abord, descendante en utilisant le paradigme GQM (Goal/Question/Metric) (Basili & *al*., 1994) afin de générer manuellement un schéma idéal à partir des besoins utilisateurs. Ensuite, une démarche ascendante, pour générer les schémas de sources de données automatiquement suivant un algorithme.
- Ghozzi & *al*. (2005) proposent une méthode mixte aussi. La démarche descendante définit un schéma idéal à partir des besoins utilisateurs exprimés sous forme de requêtes-types. La démarche ascendante quant à elle, définit un seul schéma candidat en six étapes (détermination des faits, détermination des dimensions, définition de la dimension temporelle, définition des granularités, organisation des paramètres des dimensions, expression des contraintes).
- Dans Soussi & *al*. (2005), la méthode proposée définit le schéma du SIAD à partir des besoins utilisateurs exprimés sous forme de tableaux n-dimensionnels et les schémas entité-association des sources. Plusieurs schémas en étoile sont dérivés des sources afin de constituer la base de données de l'outil utilisé pour l'expression des besoins et de confronter les besoins.

Les démarches mixtes proposées par les différents auteurs regroupent les avantages des démarches précédentes. Cependant, on peut souligner certains inconvénients : la plupart des méthodes se focalisent sur la modélisation des données et minimisent la phase d'analyse des besoins des utilisateurs voire l'occultent (Cavero & *al.*, 2001; Phipps & Davis, 2002; Carneiro & Brayner, 2002; Luj´an-Mora & Trujillo, 2003). De plus, ces méthodes ne guident pas le choix de l'architecture du SIAD et ne définissent qu'un module voir deux du SIAD orienté données tels que les entrepôts de données (Bonifati & *al*., 2001; Cavero & *al*., 2001; Luj´an-Mora & Trujillo, 2003 ; Ghozzi & *al*., 2005; Soussi & *al.,* 2005).

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des méthodes de conception énoncées selon la démarche entreprise :

Auteurs	***Démarche***	***Méthode globale ou spécifique à un module***	***Module concerné***	***Démarche explicitée/ implicite***	***Etape d'analyse des besoins/ exigences utilisateurs***
(Kimball, 1996)	Descendante	spécifique	Entrepôt de données	implicite	réduite
(Tsois & *al.*, 2001)	Descendante	spécifique	Entrepôt de données	implicite	réduite
(Prat & Akoka, 2002)	Descendante	spécifique	Entrepôt de données	explicitée	réduite
(Golfarelli & Rizzi, 1998b)	Ascendante	spécifique	Entrepôt de données	explicitée	inexistante
(Husemann & *al.*, 2000)	Ascendante	spécifique	Entrepôt de données	explicitée	inexistante
(Moody & Kortink, 2000)	Ascendante	spécifique	Entrepôt de données	implicite	inexistante
(Bonifati & *al*., 2001)	Mixte	spécifique	Entrepôt de données	explicitée	réduite
(Cavero & *al*., 2001)	Mixte	spécifique	Entrepôt de données	implicite	réduite
(Carneiro & Brayner, 2002)	Mixte	spécifique	Entrepôt et magasin	implicite	occultée
(Rozzi & *al.,* 2005)	Mixte	spécifique	Magasin de données	explicitée	réduite

Tableau IV.Tableau comparatif des méthodes de conception de SIAD

Nous avons constaté que peu importe la démarche entreprise, les différentes méthodes proposées pour concevoir les SIAD avaient une focalisation quasi totale sur les aspects techniques. Ces méthodes sont aussi très spécifiques à des outils : entrepôts de données, cubes, requêteurs, etc.

Elles sont aussi très centrées sur les phases aval de la conception et occultent la phase d'analyse des besoins et des exigences (Fayyad & *al.*, 1996) du processus de développement.

Selon nous, les SIAD orientés données ne se limitent pas aux caractéristiques de leur architecture technique et des données manipulées, mais comprennent aussi la finalité de leur utilisation et leur impact à différents niveaux de décision et domaines de l'organisation. De plus, plusieurs études ont pu démontrer que la cause principale d'échec des méthodes de conception de SIAD était relative à la phase d'analyse des besoins et des exigences qui est réduite voir occultée ce qui a induit à la non satisfaction des besoins des utilisateurs finaux (List & *al*., 2002 ; Frolick & Robichaux, 1995 ; Arnott & Dodson, 2008 ; Barone & *al*., 2010).

À retenir

- La plupart des méthodes proposées pour concevoir les SIAD orientés données ont une focalisation quasi totale sur les aspects techniques ;
- Les méthodes sont très spécifiques à des outils : entrepôts de données, cubes, etc.
- Dans la plupart des méthodes l'outil est connu avant la phase d'analyse des besoins ;
- La plupart des méthodes occultent la phase d'analyse des besoins.

3.2.3. Conclusion des démarches de développement de SIAD

Dans cette section, nous avons étudiés les démarches entreprises pour le développement de SIAD orientés données et de ce fait, les différents processus de développement informatique ainsi que les méthodes de conception spécifiques aux SIAD orientés données. Ces démarches ont montré des avantages mais aussi souvent des insuffisances pour le développement de ce type d'artefact. Nous souhaitons combler ces insuffisances en proposant une nouvelle approche permettant de mieux prendre en compte les utilisateurs/décideurs ainsi que leurs problèmes de décision en particulier à la phase d'analyse mais aussi durant tout le cycle de développement. Le degré d'implication des utilisateurs finaux du système va faire fluctuer les performances qui vont en résulter. leur prise en compte s'avère donc plus que jamais incontournable. Nous partons de l'hypothèse que le SIAD doit être développé en gardant au cœur du processus de développement les acteurs/décideurs, utilisateurs finaux de ce système informatique. De ce point de vue, le processus de développement ne dissocie pas ces personnes des processus métiers dans

lesquels elles se trouvent engagées, des actions qu'elles mènent, des décisions qu'elle prennent, des relations qu'elles ont avec le système environnant (personnes et artefacts). Nous tentons ici de développer les SIAD en fonction de leurs spécificités et de leur architecture, en accordant une part importante à l'humain.

L'originalité de notre approche est surtout visible à la phase d'analyse des besoins et des exigences. De plus , notre étude sur les méthodes de conception des SIAD orientés données, a révélé que les causes de leurs échecs étaient relatives à cette phase occultée (Barone & *al.*, 2010). Cela nous a conforté sur l'intérêt qu'on lui a portée.
Afin de mieux comprendre les avantages et inconvénients liés à l'analyse des besoins et des exigences, nous présentons dans ce qui suit les caractéristiques propres à cette phase pour le développement des SIAD.

3.3. Les approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD

La réussite d'un projet de développement d'un système dépend d'une identification réelle des besoins que le système est censé satisfaire. Dans les années 70 à 80, les systèmes étaient développés selon la vision des concepteurs et des ingénieurs, sans l'implication effective des utilisateurs et autres parties prenantes. Cela a abouti à l'abandon de nombreux systèmes qui étaient très bien construits d'un point de vue technologique, mais qui ont été considérés comme des échecs car ils ne correspondaient pas aux besoins des utilisateurs. Afin de minimiser le taux d'échec de l'utilisation des systèmes informatiques, une étape dite d'analyse des besoins et des exigences doit être clairement identifiée dans le processus de développement des systèmes informatiques et plus spécifiquement pour les SIAD.

Dans la littérature on retrouve des approches spécifiques à la phase d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de tous types de système. Ces dernières sont issues du domaine de l'ingénierie des besoins et des exigences.

L'ingénierie des besoins et des exigences est une discipline qui consiste à définir des approches, des méthodes, des techniques et des outils nécessaires pour une meilleure représentation

(structuration) des exigences du système à développer (Grosz & *al*., 1997) afin de répondre aux besoins de ses utilisateurs finaux.

Notons qu'en France, les termes exigence et besoin sont parfois considérés comme quasi synonymes, parfois employés systématiquement ensemble (besoins et exigences), ou encore accolés (exigence-besoin, besoin/exigence). Dans notre travail, nous avons choisi de reprendre la distinction opérée par Rolland (2011): « *Exigence et besoin sont les deux faces de la même pièce : le besoin vient des parties prenantes du projet SI ; les exigences sont les contraintes imposées au système* ». Il s'agit alors de trouver un compromis entre ce qui est voulu et ce qui est possible.

Cette section n'a pas pour ambition de présenter une liste exhaustive de problématiques et travaux proposés dans la littérature mais de démontrer l'intérêt de cette phase dans le développement de systèmes complexes tel que le nôtre. Nous présenterons donc dans un premier temps le processus et les étapes d'analyse des besoins et des exigences, puis nous évoquerons les spécificités liées au domaine de l'aide à la décision et enfin, les différentes approches proposées pour le développement de SIAD et nous expliquerons notre positionnement.

3.3.1. Définition de l'ingénierie des besoins et des exigences

Un système résulte d'un cycle de développement dont l'Ingénierie des besoins et des exigences est une phase initiale du projet qui précède la conception du système. Cette phase est généralement suivie des phases de conception, spécification, test, implémentation et maintenance, comme présenté dans le chapitre précédent. Cependant, la phase d'ingénierie des besoins et des exigences peut également être effectuée de manière itérative et incrémentale tout au long du cycle de développement (comme présenté dans les méthodes agiles) et les résultats de cette phase peuvent également être utilisés pour des fins de planification et de validation ou non de la poursuite du projet. Il existe plusieurs définitions de l'ingénierie des besoins et des exigences mais nous retiendrons celle de l'Association Française de l'Ingénierie des Systèmes (AFIS) : *« Elle désigne l'ensemble des activités destinées à découvrir, analyser, valider et faire évoluer un ensemble d'exigences relatives à un système. Elle permet de montrer la satisfaction des besoins et des engagements durant tout le cycle de vie d'un système* » (AFIS, 2007).

Nous constatons une nette évolution des définitions concernant l'ingénierie des besoins et des exigences. Les plus anciennes s'accordent à dire qu'il s'agit de ce que le système devra réaliser « le Quoi » (Herlea, 1996). Ces définitions données dans les années 90 étaient très centrées sur l'aval du processus et focalisées sur les exigences du système seulement. Ces définitions ont, depuis, évolué et portent une attention particulière à l'amont du processus, en s'intéressant d'abord aux besoins des utilisateurs « le Pourquoi » (Lamsweerde, 2009) avant d'aborder les exigences du système « Quoi ? ».

Les éléments de base de l'ingénierie des besoins et des exigences sont :

- Les parties prenantes : on entend par là une entreprise, une organisation ou un individu ayant un intérêt ou une partie dans le résultat de l'ingénierie d'un système. Selon l'AFIS, une partie prenante constitue une partie intéressée par l'utilisation et l'exploitation du système (voire par ses impacts sur son environnement), mais aussi un agent participant à sa conception, sa production, son déploiement, sa commercialisation, son maintien en condition opérationnelle et son retrait de service (AFIS, 2007) ;
- Les besoins : ce sont les attentes que l'utilisateur envers le système. Ce besoin s'exprime souvent sous forme de problèmes que rencontrent les utilisateurs auxquels le système est destiné ;
- Les exigences : une exigence est une condition ou une capacité qui doit être satisfaite par un système ou composant d'un système pour satisfaire un contrat, une norme, une spécification, ou autres documents formellement imposés (IEEE, 1990). Comparativement au besoin, qui est lié à l'utilisateur, l'exigence est la vision que le concepteur ou le développeur a du système (Essam, 2002).

3.3.2. Le processus d'ingénierie des besoins et des exigences

Un processus d'ingénierie des besoins et des exigences constitue la partie amont du processus de développement logiciel. Rappelons que les termes « exigence » et « besoin » sont parfois considérés comme synonymes, parfois employés systématiquement ensemble (besoins et exigences). Nous retrouvons alors dans la littérature des processus d'ingénierie des exigences

qui inclut implicitement celle des besoins . Nous citons l'exemple de Rolland (2011) repris par Salles (2013) qui définissent le processus d'ingénierie des besoins et des exigences comme comprenant des activités types regroupées en quatre phases :

1) L'élicitation des besoins et des exigences : reconnue comme étant une activité d'apprentissage et de compréhension des exigences, des désirs et attentes des utilisateurs et des clients, dans le but ultime de les communiquer à toutes les parties prenantes du système ;

2) L'évaluation des exigences : se focalise sur l'examen, la compréhension exigences et leur vérification pour la qualité en termes d'exactitude, de complétude, de clarté et de consistance. C'est une phase de négociation entre les parties prenantes pour parvenir à une solution acceptable ;

3) La spécification des exigences et caractéristiques du système à construire comprenant sa documentation, réalisée avec un degré de formalisation qui peut être très variable ;

4) La vérification et la validation ultimes des exigences, pour produire les exigences consolidées.

Ces quatre phases s'organisent au sein d'un processus incrémental et fortement itératif (au sein de chaque phase, comme entre les différentes phases), qui peut être représenté selon un modèle en spirale comme sur la figure ci-dessous.

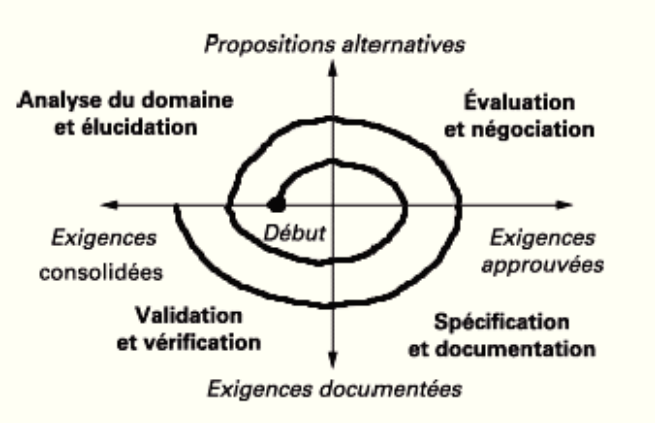


Figure 30. Processus de l'ingénierie des exigences (Rolland, 2011)

La première phases du processus concerne le volet « besoins » et c'est celle qui nous intéresse particulièrement ici, c'est pourquoi nous présenterons cette phase plus en détail ci-dessous :

L'élicitation des besoins

L'élicitation des besoins des utilisateurs finaux est la première phase du processus d'ingénierie des besoins et des exigences. Il peut donc être soutenu que l'élicitation des besoins est en fait la première phase du cycle de développement d'un système d'information et par conséquent une condition préalable pour toutes les autres activités de développement.

Durant ces dernières années, les recherches en élicitation des besoins ont continué à devenir de plus en plus multidisciplinaire. Cela a été le résultat d'une nécessité d'aborder non seulement les aspects techniques et fonctionnels du système, mais aussi les facteurs humains et sociaux.

La recherche en élicitation des besoins a emprunté avec succès des notions et des concepts de plusieurs sciences comme la psychologie cognitive, afin de comprendre les besoins des parties prenantes et de leurs difficultés dans la compréhension de ces besoins, et l'anthropologie pour déterminer comment les parties prenante interagissent avec les systèmes. La sociologie et la linguistique jouent également un rôle important durant l'élicitation des besoins, vu que ce processus est orienté à la fois vers la personne et à la communication entre les personnes.

Coulin (2007) a proposé un processus de quatre étapes pour l'élicitation des besoins :

- Comprendre le domaine : au début du processus d'élicitation des exigences, il est important de mener une investigation méthodique et détaillée de la situation ou du monde réel dans lequel le système va être opérationnel, parfois nommé le domaine du problème (Zave & Jackson, 1997), en plus du type de système en cours de développement, souvent dénommé domaine d'application (Jackson, 1995).
- Identifier les parties prenantes : les parties prenantes, et plus particulièrement les éventuels utilisateurs finaux du système, représentent la source la plus évidente de l'élicitation des besoins. Une des premières étapes de l'élicitation des besoins est donc d'identifier et d'analyser toutes les parties prenantes (Robertson & Robertson, 1997). Cela inclut la découverte de leurs objectifs individuels, leurs idées, motifs, et l'influence qu'ils peuvent avoir sur le projet (Gottesdiener, 2002). Toutes les parties concernées et touchées, activement ou passivement, directement ou indirectement, par l'élaboration et

la mise en oeuvre du futur système devraient être considérées comme des parties prenantes (Sharp & al., 1999). Par conséquent, les intervenants peuvent comprendre les clients, le gestionnaire, les utilisateurs, les experts du domaine, les membres du projet, les développeurs et le personnel de maintenance, le personnel de formation, partenaires et concurrents, les organismes professionnels, autorités, et d'autres groupes d'intérêts spéciaux (Bostrum, 1989; Robertson & Robertson, 1997; Alexandre, 2005).

- La sélection d'outils et techniques d'élicitation des besoins : une fois le domaine compris et les parties prenantes identifiées, des techniques et outils pour éliciter les besoins doivent être sélectionnés. Il existe une multitude de techniques, leur sélection dépend de l'expérience et de l'expertise de l'analyste et des participants au processus d'élicitation du besoin et de la situation actuelle. Elle dépend aussi de plusieurs autres facteurs tels que le type du système à développer, le domaine d'application, le coût et la durée du projet, etc.
- Identifier les besoins : durant cette étape, il est important de cerner en détail les besoins et les désirs des différentes parties prenantes pour pouvoir les formaliser et les modéliser. Les approches d'élicitation des besoins pour le développement de tous types de système existent, elles sont de trois types : (1) basées sur les besoins et points de vue, (2) basées sur les objectifs et (3) sur les scénarios. Dans le cas des SIAD on retrouve uniquement celles basées sur les objectifs pour éliciter les besoins des utilisateurs. Les deux autres approches existantes (basées sur les données et les besoins) concernent uniquement les exigences système, pourtant nous avions vu qu'il était indispensable de susciter plus que les exigences du système pour le développement du SIAD. Nous détaillerons ce point dans la partie « approche d'ingénierie des besoins et des exigences pour le développement de SIAD ».

En conclusion, les activités d'analyse des besoins et des exigences permettent de déceler dès la phase d'élicitation, les erreurs d'identification des besoins et de définition des exigences, qui autrement deviennent les erreurs les plus difficiles, les plus longues et les plus coûteuses à corriger. L'ingénierie des besoins et des exigences doit contribuer à diminuer les coûts de développement de l'application et garantir le développement d'un système efficace qui répond aux besoins des utilisateurs finaux.

3.3.3. L'importance de l'ingénierie des besoins et des exigences

Depuis de nombreuses années, diverses études se sont penchées sur les raisons d'échec et de réussite des projets informatiques. Le rapport CHAOS du Standish Group (Standish, 1994) fait partie des plus connus. Régulièrement mis à jour depuis la première publication en 1994, les résultats de 2002, 2006, puis de 2015, montrent que ce sont généralement les mêmes raisons qui font qu'un projet informatique réussit et les mêmes causes qui font qu'il échoue. Le rapport montre que l'ampleur de l'idée est due principalement à une mauvaise gestion de la phase d'analyse des besoins et des exigences représentant un pourcentage de 47% des causes d'échec citées. Le pourcentage est distribué de la façon suivante : manque de participation des utilisateurs (13%), besoins mal exprimés par les utilisateurs (12%), besoins changés entre le début et la fin du projet (11%), exigences mal comprises par les développeurs (6%), et objectifs peu clairs (5%). On comprend à travers ces faits et chiffres, l'importance de l'ingénierie des besoins et son caractère crucial pour la production de systèmes de qualité. Ces chiffres confirment les manques et/ou problèmes de l'ingénierie des besoins et des exigences soulignés par Christel & Kang (1992) et classés en trois classes différentes :

1. Problèmes de compréhension

- Les utilisateurs ont une idée incomplète de leurs besoins ;
- Les utilisateurs connaissent mal les possibilités et contraintes des systèmes proposés ;
- Les analystes ont une faible connaissance du domaine ;
- L'utilisateur et l'analyste parlent des langages différents ;
- Il est facile d'omettre des informations ;
- Il peut exister des conflits de points de vue entre différents utilisateurs ;
- Les besoins sont souvent vagues et non mesurables.

2. Problèmes liés au système à développer

- Les frontières du système sont mal définies ;
- Difficulté à spécifier des exigences à partir d'informations incomplètes des utilisateurs.

3. Problèmes de volatilité des besoins

- Les besoins évoluent au cours du temps.

Plusieurs chercheurs du domaine de l'aide à la décision ont noté ces mêmes difficultés liées à l'ingénierie des besoins et des exigences pour le développement de SIAD (Winter & Strauch, 2003 ; Giorgini & *al*., 2008). Pour remédier à cette situation d'insuccès il semble nécessaire de comprendre pourquoi les approches d'ingénierie des besoins et des exigences pratiquées traditionnellement échouent dans cette mission.

3.3.4. Les approches d'ingénierie des besoins et des exigences pour le développement de SIAD

Les approches en ingénierie des besoins et des exigences pour l'aide à la décision, en particulier pour les SIAD orientés-données, sont souvent classées selon trois grandes catégories (Salles, 2014) :

Les approches dirigées par les données (*supply-driven* ou *data-driven*)

Les approches dirigées par les données sont des approches ascendantes, qui ont pour point de départ l'analyse des données disponibles dans le système (List & *al.*, 2002). Ces démarches sont centrées sur les exigences du système. Les développeurs n'interagissent pas avec les futurs utilisateurs de l'artefact pendant le projet de développement.

Les approches dirigées par les besoins (*user-driven, demand-driven, requirement-driven*)

Les approches dirigées par les besoins considèrent que seuls les décideurs peuvent définir leurs besoins en données à analyser, et commencent donc par l'analyse de ceux-ci. Ces approches, comme les précédentes, sont ascendantes et restent toujours guidées par les exigences du système. Un risque de ces approches est que les décideurs ne soient pas toujours capables de définir leurs attentes par manque de compétences informatiques et peinent à imaginer les possibilités du SIAD (Winter & Strauch, 2003).

Les approches dirigées par les buts (*Goal-driven*)

Les approches dirigées par les buts (*goal-driven*) procèdent de façon descendante. Elles élicitent d'abord les buts de haut niveau (la stratégie) de l'organisation avec le management supérieur, puis elles les déclinent en buts de niveau inférieur, jusqu'au niveau opérationnel. Les modèles

de buts contiennent donc la décomposition d'un but en sous-buts dans des graphes de réduction ET/OU inspirés de l'Intelligence Artificielle (Nilsson, 1971). Ce mécanisme de réduction est fondamental pour assurer le passage du POURQUOI (les buts stratégiques de haut niveau) au QUOI (les buts de bas niveau). Ces approches supposent que les utilisateurs connaissent et comprennent les objectifs globaux de l'organisation, et en ont une vision commune notamment de ses missions et de ses tactiques à mettre en œuvre pour les atteindre ainsi que des métriques à utiliser (Guo & *al.*, 2006 ; Burgemeestre & *al*., 2009) ce qui ne s'avère pas toujours évident.

Dans la littérature, plusieurs méthodes d'ingénierie des besoins et des exigences ont été proposées dans des travaux concernant les SIAD. Elles sont toutes classées selon les approches entreprises citées précédemment : (Lujàn Mora & Trujillo, 2003; Prakash & Gosain, 2003; Winter & Strauch, 2003; Rilston, Paim & *al*., 2003; Giorgini, Rizzi & *al*., 2005; Gozzi & *al.,* 2005; Mazon, Trujillo & *al*., 2005; Jones & Song, 2005; Soussi, Feki & *al.*, 2005; Feki, Ben-Abdallah & *al.,* 2006; Favre & *al*., 2007; Annoni, 2007; Gam El Golli, 2008; Bargui & *al*., 2009; Romero & Abelló, 2010; Abdelhédi & Zurfluh, 2013). Ces méthodes se présentent sous la forme d'un processus accompagnée de modèles. Le tableau suivant illustre les résultats de la comparaison de ces méthodes selon un certain nombre de critères qui nous intéressent :

- Le type d'approche entreprise ;
- La délimitation par domaine ou processus métier ;
- L'identification des acteurs ;
- Le degrés d'implication des utilisateurs finaux ;
- L'identification et la collecte des besoins ;
- La modélisation des besoins ;
- La classification des besoins ;
- La validation des besoins et des exigences.

Méthodes d'ingénierie des besoins et des exigences	Critères d'évaluation des méthodes							
	Type d'approche	**Délimitation par domaine ou processus métier**	**Identification des acteurs**	**Degrés d'implication des utilisateurs finaux**	**Identification et collecte des besoins**	**Modélisation des besoins et des exigences**	**Classification des besoins**	**Validation des besoins et des exigences**
(Lujàn Mora & Trujillo, 2003)	Dirigée par les besoins	Non	Non	Pas d'implication	Oui (en langage naturel)	Modèle basé sur les schémas relationnels	Non	Oui (par les développeurs)
(Prakash & Gosain, 2003)	Dirigée par les buts	Non	Stratégique	Peu	Oui (sous forme de requête SQL)	Modèle Goal-Decision-Inforamtion (GDI)	Non	Non
(Winter et Strauch, 2003)	Dirigée par les besoins	Non	Oui	Peu	Oui (en langage naturel)	Non	Non	Non
(Rilston & *al*., 2003)	Dirigée par les données	Non	Non	Pas d'implication	Non (identification des exigences systèmes seulement)	Non	Non	Non
(Giorgini *& al.*, 2005)	Dirigée par les buts	Oui	Oui (acteur principal/sous acteur)	Peu	Oui (rational diagram)	Modèle de but I*	Oui (organisationnel/ décisionnel)	Oui (par les développeurs)
(Ghozzi *& al.*, 2005)	Dirigée par les besoins	Non	Non	Pas d'implication	Oui (Requête)	Modèle de requêtes	Non	Non
(Mazon & *al.*, 2005)	Dirigée par les buts	Non	Tactique	Peu	Oui (Schéma entité/association)	Modèle de but I*	Oui	Non
(Jones & Song, 2005)	Dirigée par les données	Non	Non	Pas d'implication	Non (identification des exigences systèmes seulement)		Non	Oui (par les développeurs)
(Soussi & *al*., 2005)	Dirigée par les besoins	Non	Non	Pas d'implication	Non (identification des exigences)	Modèle tableaux	Non	Oui (par les développeurs)
(Feki & *al.,* 2006)	Dirigée par les données	Non	Non	Pas d'implication	Non (identification des exigences « schéma MD »	Non	Non	Non
(Favre & *al*., 2007)	Dirigée par les besoins	Non	Non	Peu	Non (identification des exigences « règle Si-Alors »)	Non	Non	Oui (par les développeurs)
(Annoni, 2007)	Dirigée par les besoins	Non	Oui (décideurs stratégiques/tactiques/ acteurs du système)	Peu	Oui (requête types/entités-association)	Graphe de propriétés	Non	Oui (par les développeurs)

(Gam El Golli, 2008)	Dirigée par les buts	Oui (structure organisation-nelle/ressouces/ stratégie)	Oui (décideurs stratégiques/ tactiques/ acteurs du système)	Peu	Oui (liste des buts stratégiques/ liste des exigences informationnelles)	Modèle de buts	Oui	Oui (par les développeurs)
(Bargui *& al.*, 2009)	Dirigée par les données	Non	Oui (décideurs et développeurs)	Peu	Oui (modèle de syntaxe)	Modèle tableaux	Non	Oui (par les développeurs)
(Romero & Abelló, 2010)	Dirigée par les données	Non	Non	Pas d'implication	Non (identification des exigences système seulement « graphe multidimensionnel »)	Non	Non	Oui (par les développeurs)
(Abdelhédi & Zurfluh, 2013)	Dirigée par les données	Non	Oui (décideur)	Peu	Non (identification des exigences système « tableau requête UML »)	Modèles de requêtes et tableaux	Non	Non

Tableau V.tableau comparatif des approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement d'un SIAD

Nous avons constaté que dans les approches dirigées par les données et par les besoins, le processus d'ingénierie des besoins et des exigences est souvent considéré comme une simple phase du développement, même si une attention particulière y est portée (Annoni, 2007). Ces approches sont centrées sur le « QUOI ». Elles formalisent les contraintes imposées aux opérations, et objets du système mais ne disent pas « POURQUOI » ces contraintes sont imposées et si elles sont suffisantes pour garantir la satisfaction des besoins des utilisateurs. Les besoins de l'utilisateur tiennent donc un rôle secondaire (Giorgini *& al*., 2008) et le risque existe que le système produit ne satisfasse pas les besoins réels des décideurs. L'approche dirigée par les données ne passe pas par l'étape d'identification et collecte des besoins utilisateurs. Les besoins sont collectés sous forme de requêtes et par conséquent comprennent seulement les exigences du système. Bargui *& al*. (2009) par exemple, fournissent une méthode semi-automatique pour la conception des Magasins de Données débutant par l'acquisition des exigences analytiques. Les approches dirigées par les besoins passent par une phase de collecte et d'identification de besoins dits « décisionnels » c'est-à-dire exprimés par les utilisateurs avec des schémas candidats, générés à partir des sources de données (Luján Mora & Trujillo, 2003). Cependant l'utilisateur ne possède pas toujours les compétences d'un analyste concepteur et l'expression des besoins dans ces cas-là exige une bonne familiarisation avec le langage des requêtes. Aucune des approches dirigées par les données ou par les besoins ne passe par une phase de classification des besoins contrairement aux approches dirigées par les buts. Sauf celle

de Prakash & Gosain (2003). Dans les approches dirigées par les buts, les auteurs collectent et modélisent les besoins sous forme de buts et de décisions (Prakash & Gosain, 2003 ; Giorgini & *al.*, 2005 ; Mazon & *al*., 2005 ; Gam El Golli, 2008). Dans toutes les méthodes dirigées par les buts on constate une identification des acteurs affectés par le système, cependant ces acteurs ne sont pas fortement impliqués dans le processus d'analyse des besoins et des exigences et n'ont aucun pouvoir décisionnel pour la validation des besoins et des exigences.

D'après l'étude comparative, nous n'avons trouvé aucune méthode qui a procédé à un diagnostic par domaine ou processus métier afin de délimiter le projet sauf dans Gam El Golli (2008) qui a effectué un diagnostic organisationnel. Aucune des méthodes n'implique fortement les utilisateurs finaux dans l'étape d'identification et de validation des besoins et des exigences. Dans toutes les méthodes analysées, nous avons remarqué que ce sont uniquement les développeurs qui valident les besoins et les exigences.

Pour la représentation des besoins et des exigences quatre catégories de modèles sont proposées dans la littérature, à savoir :

- **Modèles basés sur des schémas relationnels** : les besoins des utilisateurs sont formalisés via un modèle tel que le modèle E/A (Lujàn-Mora & Trujillo, 2003) ou des schémas en étoile (Feki & *al*., 2006). Lujan-Mora & *al*. (2003) utilisent un schéma idéal pour la formulation des besoins et en déduisent un schéma candidat pour le traitement des besoins. À partir de ce dernier, ils établissent un schéma conceptuel. Feki & *al*. (2006) collectent les besoins à partir des documents circulant dans l'entreprise, puis les formalisent en un schéma en étoile du magasin de données initial dénommé Patrons Multidimensionnels. Ensuite, pour le traitement, ils instancient le schéma pour projeter les patrons multidimensionnels sur les tables du modèle relationnel de l'entreprise. Puis, ils dressent une matrice de correspondance entre le schéma en étoile initial et les tables du modèle relationnel. Le schéma en étoile final est établi à partir de la matrice traitée.
- **Modèles de requêtes** : les besoins des décideurs dans ces modèles sont formulés via des requêtes. Ainsi, dans Gozzi & *al*. (2005), les besoins sont collectés en langage naturel, puis formalisés sous forme de requêtes. Ils définissent ensuite une matrice des besoins pour le traitement et l'extraction des concepts multidimensionnels. Puis, un schéma en étoile est proposé, parallèlement à un autre schéma en étoile candidat, établi à partir du schéma des sources de données.

- **Modèles de tableaux** : dans Soussi & *al*. (2005), la collecte des besoins des décideurs dans les modèles de tableaux se fait via des tableaux n-dimensionnels contenant les concepts de faits, de dimensions, de mesures, de paramètres, de hiérarchies et d'attributs. Ces tableaux sont transformés en un diagramme de classes pour créer un référentiel. À partir de ces diagrammes, les auteurs dérivent plusieurs schémas en étoile et les confrontent à tous les schémas en étoile obtenus à partir des sources de données. Bargui & *al*. (2009) proposent un modèle de syntaxe à remplir par les décideurs, pour collecter les besoins. Ce modèle limite l'application à des requêtes standards. Par la suite, ils définissent un processus semi-automatique pour traiter et identifier les concepts multidimensionnels et générer les schémas. Dans Abdelhédi & Zurfluh (2013), le projet SelfStar a pour point de départ le schéma de la source de données et les besoins (requêtes/tableaux) du décideur, puis le traitement des besoins se fait via un modèle de spécification des exigences analytiques qui mène à l'établissement du modèle du *Data Warehouse* (DW). Ce dernier permet l'extraction des faits et des dimensions.
- **Modèles de buts** : Giorgini & *al*. (2005) utilisent un modèle de buts «i*» pour représenter les besoins évalués. Mazon & *al*. (2005) définissent les besoins également selon le modèle de buts «i*», mais en distinguant trois types de buts (stratégique, décision, information). Gam El Golli (2008) propose une méthode d'analyse des besoins des décideurs qui utilise un modèle de buts pour représenter les intentions et les stratégies mises en place pour parvenir à un but.
- Nous distinguons également des travaux qui combinent deux ou plusieurs types de modèles afin de collecter et formaliser les besoins et les exigences. Par exemple, dans Prakash & Gosain (2003), les besoins sont collectés sous forme de requêtes puis formulés en buts et décisions. Les auteurs utilisent un modèle de buts propriétaire GDI (Goal/Decision/Information) pour les représenter. Annoni (2007) propose de prendre en compte les sources de données et les besoins des utilisateurs, puis, suggère de guider les concepteurs pour l'évaluation de la dynamique du SIAD, exprimée lors des interviews des utilisateurs finaux, via des graphes orientés.

L'étude réalisée a permis d'identifier un ensemble de problèmes au niveau des méthodes et processus d'ingénierie des besoins et des exigences existantes pour le développement de SIAD.

Nous pouvons expliquer ces problèmes par les limites des étapes d'élicitation et d'évaluation des besoins qui se traduisent par les facteurs suivants :

- **Les approches entreprises (dirigées par les données, par les besoins ou les buts) ne permettent pas d'aboutir à une adéquation entre ce qui est voulu par les utilisateurs finaux et la réalisation proposée par les développeurs ;**

• Les approches dirigées par les données sont centrées uniquement sur les exigences du système. Il n'y a aucune interaction entre les développeurs et les utilisateurs finaux ;

• Les approches dirigées par les besoins partent du principe que les utilisateurs finaux peuvent définir leurs besoins en données à analyser. Cependant, ces derniers ne sont pas toujours capables de définir leurs attentes par manque de compétences informatiques ;

• Les approches dirigées par les buts supposent que les utilisateurs connaissent et comprennent les objectifs globaux de l'organisation, et en ont une vision commune notamment de ses missions et de ses tactiques à mettre en œuvre or ce n'est que rarement le cas ;

• Les buts et les besoins sont volatiles et par conséquent instables (Harker, 93) ;

• Aucune des approches existantes n'est centrée sur les problèmes de décision des utilisateurs finaux. Pourtant, la définition du terme même « décision » renvoie au processus de résolution de problème. Un problème dont le caractère crucial vient d'une estimation produite collectivement et d'une formulation estimée acceptable par toutes les parties.

- Les frontières du domaine d'analyse (processus métiers de l'organisation) peuvent être mal définies :

• Les besoins sont collectés d'une manière générale sans cibler une activité précise ;

• Faible implication des décideurs et utilisateurs finaux dans le projet de développement du SIAD;

• L'absence d'un travail collaboratif et de management tenant compte des connaissances des utilisateurs finaux pour l'identification des problèmes de décision.

- L'analyse des besoins est fortement influencée par l'outil d'aide à la décision :

• Dans la plupart des méthodes étudiées l'artefact est connu avant la phase d'analyse des besoins et des exigences ;

• Dans la majorité des méthodes d'ingénierie des besoins et des exigences pour les SIAD, l'essentiel des outils proposés concerne le versant « exigence et contraintes imposées au système». Or, selon nous, la place des SIAD implique de porter une attention toute particulière aux « besoins initiaux des parties prenantes ».

Concernant les problèmes liés aux modèles de représentation des besoins et des exigences et aux difficultés d'expression des besoins, nous constatons :

• La nécessité d'un modèle de contexte pour rassembler les besoins selon le contexte et le processus métier de l'organisation : les besoins sont parfois vagues et non mesurables. Il est nécessaire de délimiter le champ d'étude ;

• La nécessité de disposer d'un modèle de description du profil des décideurs et utilisateurs finaux participant au projet de développement de l'artefact afin de faciliter la phase d'élicitation et de validation des besoins et des exigences ;

• La nécessité d'un modèle unifié pour classer et formaliser les problèmes de décision auxquels font face les décideurs.

3.3.5. Conclusion des approches d'analyse des besoins et des exigences pour le développement d'un SIAD

L'importance de la phase d'analyse des besoins et des exigences et son caractère crucial pour le développement des SIAD de qualité nécessitent de remédier aux problèmes cités, par la proposition d'une nouvelle approche. Ainsi, nous proposons :

- d'introduire les problèmes de décision comme source de besoins initiaux à identifier collectivement ;
- de délimiter l'identification des problèmes de décision par processus métier ;
- de hiérarchiser et classifier les problèmes de décision du plus générique au plus spécifique afin d'aider les développeurs à en déduire les besoins informationnels qui se cachent derrière puis en conclure les exigences du système et les données à analyser.

- d'introduire un management tenant compte des connaissances des utilisateurs finaux afin de parvenir à un meilleur travail collaboratif d'identification et de validation des problèmes communs de décision ;

Afin de mener à bien le dernier point nous avons fait une études comparatives des méthodes de gestion de connaissances existantes dans le cadre de développement de systèmes informatiques. Celle-ci présentée ci-après.

À retenir

- La plupart des approches existantes d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD orienté données ne permettent pas d'aboutir à une adéquation entre ce qui est voulu par les utilisateurs finaux et la réalisation proposée par les développeurs ;
- Dans la plupart des approches, le type d'artefact est connu avant la phase d'analyse.
- Dans notre approche ce sont les problèmes de décision qui déterminent le moyen et le type d'artefact à développer pour les résoudre.

3.4. État de l'art des méthodes de gestion de *Knowledge Management* dans le cadre de développement informatique

Le processus de développement en particulier la phase d'analyse des besoins et exigences entraine dans sa réalisation une grande masse de connaissances qu'il est souhaitable de repérer et partager afin de développer un système efficace de manière efficiente. La part et l'impact d'une méthode de gestion des connaissances ont donc une place importante dans le cadre de nos travaux. Le manque de formalisation liée au vocabulaire employé, la description de l'architecture du système, les contraintes techniques et fonctionnelles, la prise en compte des habitudes de chacun des clients ainsi que leurs problèmes de décision sont autant de facteurs qui nécessitent la coordination des équipes afin de faciliter le partage de connaissances et d'assurer une compréhension commune sur le système à développer. Au travers de cette section nous visons à présenter un ensemble de travaux qui nous sont apparus comme référents. Dans un premier temps, nous aborderons la notion de connaissances puis la problématique de leur capitalisation et enfin les différentes méthodes existantes pour leur gestion puis nous

expliquerons le choix de la méthode entreprise dans le cadre de notre projet de développement de SIAD.

3.4.1. L'angle particulier de la connaissance

La connaissance n'est ni une donnée, ni une information mais une capacité humaine acquise avec le temps, qui permet de relier des informations en leur donnant du sens. Dès 1993, Tsuchiya repris dans Grundstein (2002), propose de différencier les trois termes données, informations et connaissances : « *Although terms, datum, information and knowledge are often used interchangeably, there exists a clear distinction among them. When datum is sense-given through interpretative framework, it becomes information, and when information is sense-read through interpretative framework, it becomes knowledge* » (Tsuchiya, 1993). Une information se distingue ainsi d'une donnée par l'intégration d'une composante sémantique fournit par un schéma interprétatif. Le cas de la connaissance semble plus complexe. Il s'agirait d'une information dont il est possible d'extraire le sens à travers un schéma interprétatif. En reprenant cette considération et cette terminologie, Grundstein propose une représentation de la situation dans laquelle se trouve un individu souhaitant échanger une connaissance :

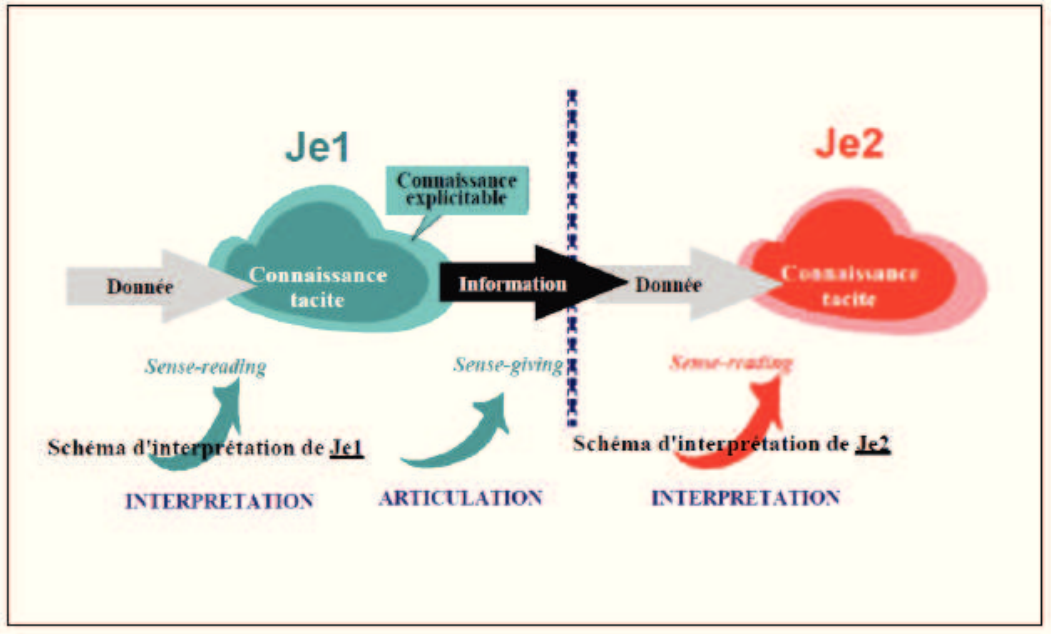


Figure 31. Différentiation donnée, information, connaissance (Grundstein, 2002)

L'auteur précise que « *la connaissance tacite qui réside au sein de notre cerveau résulte du sens que nous donnons, au travers de nos schémas d'interprétation, aux données que nous percevons à partir des informations qui nous sont transmises* » (Grundstein, 2002). Ainsi, si une information peut être transmise à un sujet Je2 (du point de vue du sujet Je1 qui la transmet), ce ne sont que des données qui sont perçues par ce sujet Je2. Un travail d'interprétation personnel du sujet Je2 est nécessaire et réalisé directement à partir des données pour leur fournir du sens avec l'aide de l'articulation faite de ces données par le sujet Je1. L'auteur considère ainsi une connaissance comme partageable avec d'autres personnes (et ainsi indépendante de l'individu) dès lors que « les schémas d'interprétation de chacune d'entre elles sont « commensurables », c'est-à-dire permettent un minimum d'interprétation de sens, commun à tous les membres de l'organisation » (Grundstein, 2004) (cf. Figure 31)

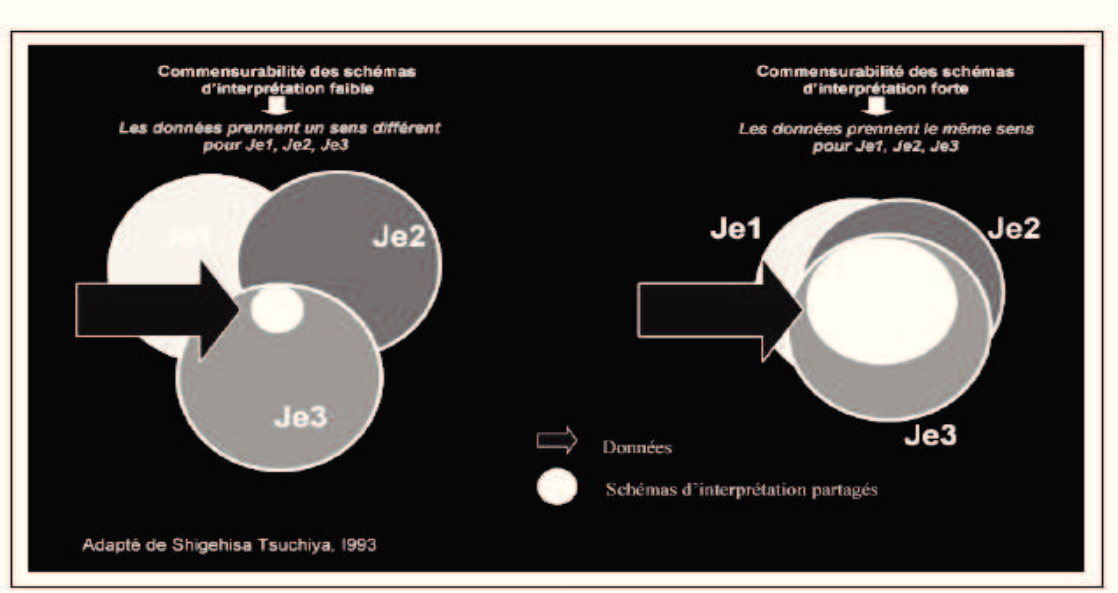


Figure 32. Commensurabilité des schémas d'interprétation et de divergence de sens (Grundstein, 2004)

3.4.2. La classification des connaissances

Nous reprenons ici la classification des connaissances de Michael Polanyi. Il classe la connaissance humaine en deux catégories : les connaissances explicites et les connaissances tacites.

- Les connaissances explicites se réfèrent à la connaissance qui peut être exprimée sous forme de mots, de dessins, d'autres moyens "articulés" notamment les métaphores ; les

connaissances tacites sont les connaissances qui sont difficilement exprimables quelle que soit la forme du langage (Polanyi,1966).

- Les connaissances tacites selon Vinck (1997) sont la quintessence du travail d'interprétation effectué par un individu et lui sont intrinsèquement liées. Relative à son schéma d'interprétation, elles se situent dans un nuage contextuel très lié à la pratique et parfois non explicitable. Une image, faisant référence à un iceberg, du niveau de conscience que peut avoir un individu de ces connaissances nous ait donnée par l'auteur en Figure 32. Les connaissances tacites se situent dans le carré sud-est du diagramme : « ce que je ne sais pas que je sais ». Les connaissances explicites quant à elles, se situent dans le carré nord-est du diagramme: « ce que je sais que je sais ».

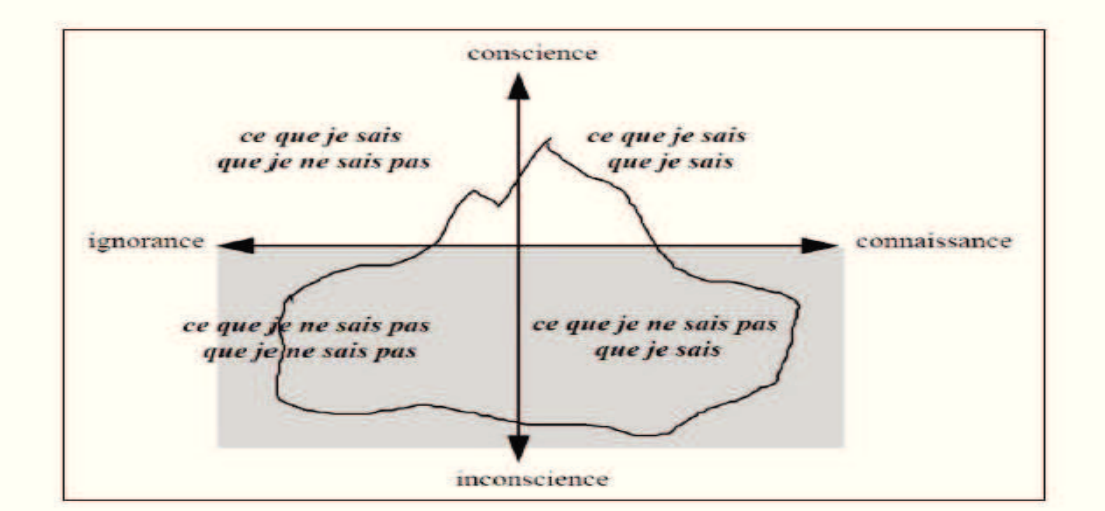


Figure 33. La conscience de sa connaissance : modèle de l'iceberg (Vinck, 1997)

Le processus de conversion des connaissances tacites et explicites, a été représenté par Nonaka et Takeuchi (1995) à travers le modèle SECI (Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internationalisation)

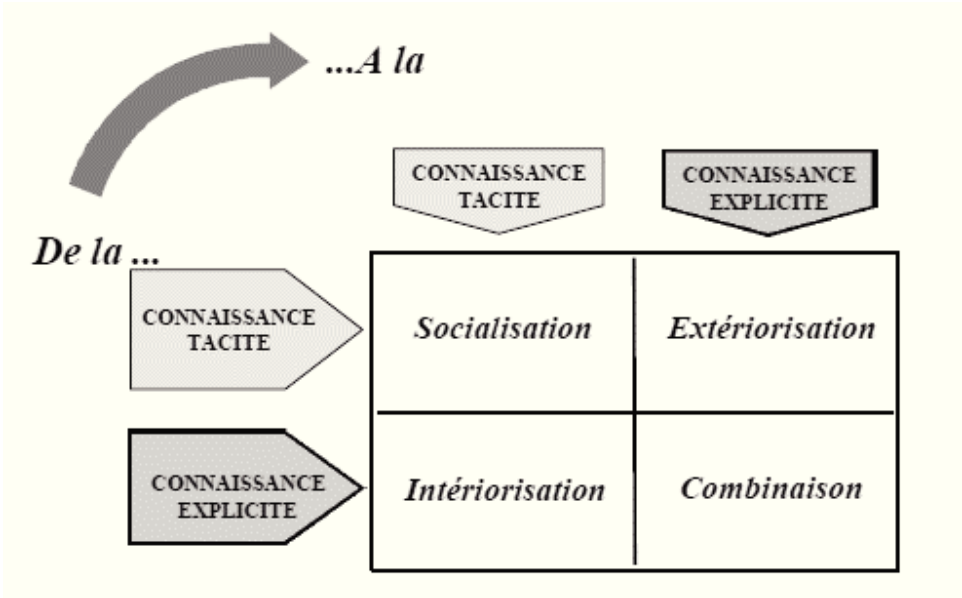


Figure 34. Processus de conversion des connaissances tacites et explicites (Nonaka & Takeuchi, 1995)

- Du tacite au tacite, c'est « la socialisation » où les connaissances tacites des uns sont transmises directement aux autres sous forme de connaissances tacites, par l'observation, l'imitation et la pratique. Au cours de ce processus aucun des protagonistes n'explicite son savoir pour le rendre directement accessible à tous. Ces connaissances ne pourront donc pas être exploitées au niveau collectif de l'organisation.
- Du tacite à l'explicite, c'est l'extériorisation où l'individu essaie d'expliquer son savoir et de convertir son expérience en connaissances explicites.
- De l'explicite à l'explicite, c'est la combinaison où l'individu combine divers éléments de connaissances explicitées pour constituer de nouvelles connaissances, explicites elles aussi.
- De l'explicite au tacite, c'est l'intériorisation où, peu à peu, les connaissances explicites diffusées dans l'organisation sont assimilées par le personnel. Ces nouvelles connaissances viennent compléter la somme des connaissances dont dispose l'individu. Elles sont intériorisées et deviennent partie intégrante de chacun. Les connaissances explicites deviennent tacites.

Baumard (1996) a complété les travaux de Nonaka et Takeuchi et mentionne dans ces travaux deux autres types de connaissances: les connaissances individuelles et les connaissances collectives. Les connaissances individuelles sont détenues par une personne. Il peut s'agir d'une « expertise », d'une « prise de note personnelle », d'une « intuition » etc. Les connaissances collectives sont détenues par plusieurs personnes, il ne s'agit donc pas de l'addition de connaissances individuelles. Il peut s'agir « d'ouvrage de référence », de « règles », de « pratiques sociales » etc. Le périmètre de ces connaissances (l'ensemble de personnes participant à leur création et leur exploitation) n'est pas connu des individus : « l'ensemble des individus, réunis en groupes, participe à la création d'une connaissance collective dont les contours leur sont totalement inconnus » (Baumard & Starbuck, 2002).

Ainsi, la connaissance peut être tacite ou explicite, individuelle ou collective.

3.4.3. La problématique de capitalisation sur les connaissances

Selon Grundstein (1995), la problématique de capitalisation sur les connaissances peut être abordée à travers cinq facettes (ci-dessous le modèle explicite) :

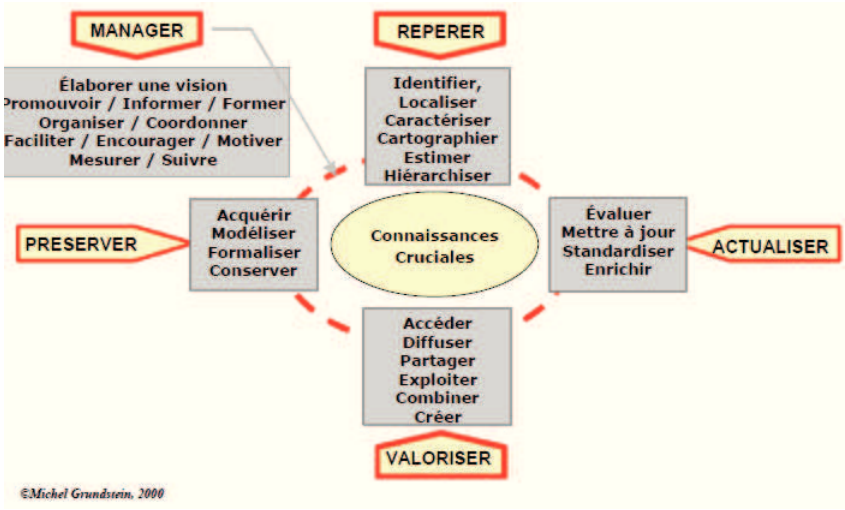


Figure 35. Les facettes de la problématique de capitalisation sur les connaissances (Grundstein, 2002)

La première facette de la problématique concerne les problèmes liés au **repérage des connaissances cruciales**, c'est-à-dire les savoirs (connaissances explicites) et les savoir-faire (connaissances tacites) qui sont nécessaires aux processus de décision et au déroulement des

processus essentiels qui constituent le cœur des activités de l'entreprise : il faut les identifier, les localiser, les caractériser, en faire des cartographies, estimer leur valeur économique et les hiérarchiser.

La deuxième facette de la problématique concerne les problèmes liés à **la préservation des connaissances** : lorsque les connaissances sont explicitables, il faut, les acquérir auprès des porteurs de connaissances, les modéliser, les formaliser et les conserver ; lorsque les connaissances ne sont pas explicitables, il faut encourager le transfert de connaissances de type « maître - apprenti » et les réseaux de communication entre les personnes par exemple.

La troisième facette de la problématique concerne les problèmes liés à **la valorisation des connaissances** : il faut les mettre au service du développement et de l'expansion de l'entreprise c'est-à-dire les rendre accessibles selon certaines règles de confidentialité et de sécurité, les diffuser, les partager, les exploiter, les combiner et créer des connaissances nouvelles. Cette facette lie la problématique de capitalisation sur les connaissances à la problématique d'innovation et de mise en place de dispositifs organisationnels physiques ou virtuels favorisant les interactions entre les personnes (Nonaka & Konno, 1998).

La quatrième facette de la problématique concerne les problèmes liés à **l'actualisation des connaissances** : il faut les évaluer, les mettre à jour, les standardiser et les enrichir au fur et à mesure des retours d'expériences, de la création de connaissances nouvelles et de l'apport de connaissances externes. C'est là que s'insèrent les problèmes liés à l'intelligence économique.

La cinquième facette de la problématique matérialise l'interaction qu'il existe entre l'ensemble des processus du **management de connaissances** et celui de capitalisation et partage : « C'est là que se positionne le management des activités et des processus destinés à amplifier l'utilisation et la création de connaissances dans l'entreprise que nous désignons, selon les cas, par les expressions «*Knowledge Management*», « Management tenant compte des Connaissances ».

La problématique de *Knowledge Management* comme évoquée ci-dessus répond à deux grandes finalités (Sabroux & Grunstein, 2009) : une finalité patrimoniale et une finalité d'innovation durable.

- **Finalité patrimoniale** : Plutôt statique, cette finalité pose le problème de la préservation des connaissances (Comment les acquérir, les modéliser, les formaliser et les conserver?), de leur réutilisation (Comment les accéder et les diffuser ?) et de leur actualisation (Comment les évaluer et les mettre à jour ?).
- **Finalité d'innovation durable** : Plus dynamique, cette finalité pose le problème de l'apprentissage organisationnel, c'est-à-dire de la création active de connaissances individuelles et de leur intégration au niveau collectif dans une organisation (comment promouvoir et mettre en place des activités et des processus qui amplifient les connaissances individuelles et les cristallisent au niveau collectif au travers des interactions, du travail en réseau, du partage d'expérience ?).

Le processus de capitalisation ne s'applique pas à l'ensemble du patrimoine de connaissances de l'entreprise mais à un sous-ensemble de ce patrimoine qu'elle considère comme cruciale (Grundstein & Rosenthal-Sabroux, 2009) Dans le contexte de notre recherche, nous nous focaliserons sur **la problématique de repérage des connaissances cruciales et leur valorisation** pour le développement d'un SIAD. Dans ce qui suit nous allons, dans un premier temps, dresser un panel de méthodes qui couvrent les problématiques de capitalisation sur les connaissances. Puis dans un deuxième temps nous expliquerons pourquoi nous avons choisi la méthode GAMETH® pour mener nos travaux de recherche.

3.4.4. Les méthodes de *Knowledge Management*

Le concept de *Knowledge Management* a été abordé dans de nombreux travaux. De manière générale, il existe deux grandes familles d'approche: les approches purement technologiques se concentrant sur les objets tangibles en tant que réification (ou matérialisation) des connaissances et celles, managériales et sociotechniques, se concentrant sur les individus en tant que détenteur de la connaissance. McMahon et *al.* synthétisent les différents termes relatifs à ces approches : « *commodity view* », « *codification* », « *object view* » pour les premières et « *community view* », « *personalization* », *« process view* » pour les secondes (McMahon & *al*., 2004). De notre point de vue, il semble clair que les approches de personnalisation présentent l'avantage de pouvoir prendre en compte les connaissances tacites et explicites (exprimées sous forme verbale) à travers des modes de travail incluant la pratique et l'interactivité des individus (avec ou sans

artefact numérique). Les approches de codification, s'attaquent, elles, uniquement aux connaissances explicites réifiées et aux mécanismes qui s'y rapportent à savoir : la combinaison (extension et appropriation), et l'internalisation (assimilation et intériorisation).

Dans la littérature le *Knowledge Management* a alors évolué selon deux approches épistémologiques de la connaissance : la première considère la connaissance comme un objet qu'on possède (*knowledge*) : c'est l'approche technique ; la seconde est centrée sur la connaissance qui se construit dans l'interaction (*knowing*) : c'est l'approche sociale (Perrin, 2007) ou sociotechnique (Sabroux & Grundstein, 2009)

Ces deux visions de la connaissance sont opposées et ont recours à des méthodes et outils de gestion très différents. Le but n'est pas de détailler toutes les méthodes existantes mais d'en analyser les caractéristiques générales selon l'approche entreprise (technique ou sociale) afin de positionner nos travaux de recherche.

3.4.4.1. L'approche technique : La connaissance comme objet

Inspirée de l'intelligence artificielle, dont l'objectif était d'informatiser la connaissance humaine et le raisonnement des experts, la gestion des connaissances a pris dès son origine une tournure très technologique à travers les systèmes experts (Hatchuel & Weil, 1992). Cette approche renvoie à un « *ensemble de moyens mis en œuvre, de concepts, d'instruments, de procédures et de modèles opératoires à portée cognitive dont le but est de résoudre des problèmes concrets d'organisations* » (Louart,1999). Elle vise ainsi à transformer les connaissances possédées par l'entreprise en un objet de gestion. Le but étant de codifier les connaissances individuelles et les placer sur un support. Dans une logique de codification, deux formes de connaissances sont à distinguer : celles qui sont verbalisables (par la parole ou l'écrit) qu'on appelle aussi connaissances explicites (Nonaka & Takeuchi, 1995) et celles qui ne le sont pas (connaissances tacites). Ainsi, seules les connaissances explicitées peuvent être placées sur un support.

L'enjeu principal des méthodes de gestion de connaissances qui partent d'une approche technologique est d'identifier les détenteurs de connaissances (les experts). Ensuite, codifier leurs connaissances et les rendre disponibles au moyen d'un outil informatisé pour effectuer des

tâches automatiques ou répétitives. Pour citer quelques exemples de méthodes qui débouchent de cette approche :

- La méthode **CommonKADS** (*Common Knowledge Acquisition and Design Support*). Issue des travaux des programmes européens ESPRIT (KADS-I puis KADSII) entamés en 1985 (Schreiber,1993; Caulier, 2001), elle vise le développement de systèmes à base de connaissances considérés comme une assistance intelligente au travail humain. La méthode CommonKADS semble avoir fait l'objet de nombreuses applications : « la définition du modèle conceptuel des connaissances CommonKADS est certainement la plus complète et la plus performante, sur le plan des formalismes de spécification des connaissances descriptives et opératoires et des primitives de modélisation, la plus répandues, la plus outillée et la plus utilisée dans la communauté européenne de l'ASC (Acquisition Structurée des Connaissances) » (Caulier, 2001). Nous citons deux exemples concrets que nous avons repérés. Zhou et al. (Zhou & *al*., 2007) ont utilisé la méthode CommonKADS afin de développer un système à base de connaissances permettant la génération automatique de fiches d'ordre de commutations pour les réseaux électriques en Chine. Sutton et Patkar (Sutton & Patkar, 2009) proposent une application plus récente dans le domaine médical. Le système à base de connaissances permet de réduire les coûts et le temps associés au diagnostic du cancer du sein en mettant en évidence le risque génétique encouru par le patient, en précisant les biopsies et imageries appropriées à mettre en œuvre, et finalement en assistant l'utilisateur sur les suites à donner en termes d'orientation du patient (consulter un généticien et/ou une équipe multidisciplinaire).
- La méthode **MOKA** (*Methodology and tools Oriented to Knowledge-based engineering Applications*) est issue d'un autre programme européen ESPRIT débuté en 1998 (Oldham & al., 1998). Elle a été développée dans le même esprit que la méthode KADS. Comparativement à la méthode CommonKADS, elle propose un niveau de généricité plus faible afin de permettre le développement plus rapide d'application à base de connaissances en conception de produit. Elle se focalise sur trois étapes de préservation des connaissances : collecter la connaissance, structurer la connaissance, formaliser la connaissance. Cette méthode a été testée sur quatre cas d'applications KBE dans le

secteur automobile et aéronautique. Elle a également fait l'objet d'une analyse de sa mise en œuvre avec le logiciel CATIA V5 (Skarka, 2007).

- La méthode **MASK** (*Methodology for Analysing and Structuring Knowledge* ou Méthode d'Analyse et de Structuration des connaissances ou encore Méthode d'Analyse de Systèmes de connaissances) regroupe de nombreux travaux depuis la méthode MOISE (Méthode Organisée pour l'Ingénierie des Systèmes Experts) en 1993 et la méthode MKSM (Method For Knowledge System Management) en 1996 (Ermine, 2001). Elle se veut encore aujourd'hui être en cours d'évolution vers un ensemble de démarches pour le management des connaissances (Ariès, 2011). Cette méthode se veut formelle, dans la mesure où le livrable obtenu « peut être suffisant en soi si l'on désire passer immédiatement à une application informatique précise (par exemple, un système d'automatisation des décisions, une base de données, etc.) ». La méthode MASK a fait l'objet de nombreuses applications et évaluations dans des entreprises variées (chez EDF, Cofinoga, DCN, etc.) depuis sa première application au CEA en 1993 (Ermine, 2001).

Pour conclure, nous pensons que ces méthodes ne suscitent pas un grand intérêt dans le cadre de nos travaux car elles ne permettent pas, selon nous, une capitalisation sur les connaissances au « fil de l'eau » du processus de développement de notre système informatiques. Nous cherchons un mode de capitalisation, assurant un « recueil d'information plus rapide et moins contraignant pour les développeurs» (Eynard, 2005). De plus nous avons un besoin de partage et de repérage de connaissances cruciales qui ne peuvent parfois être formalisées sur des supports numériques mais uniquement par une interaction humaines.

3.4.4.2. L'approche sociotechnique : La connaissance comme processus

Constatant les limites de l'approche technique, nous avons exploré une voie qui ne s'intéresse pas à la formalisation de savoirs mais sur la participation des acteurs à une pratique collective. Cette approche met l'accent sur le comportement des acteurs (Earl, 2001) et sur leurs interactions (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2009).

Gergen (1991) résume cette approche quand il écrit *« la connaissance n'est pas quelque chose que les individus possèdent mes plutôt quelque chose que les individus font ensemble* ». Ses

travaux mettent l'accent sur le caractère socialement construit des connaissances organisationnelles (Orilikowski, 2002 ; kostova, 1999, Gheradi & Nicolini, 2000). En effet, certaines connaissances ne sont tout simplement pas codifiables, car difficilement explicitables. Cela s'explique par le fait que « *nous savons plus de choses que nous pouvons en dire* » (Polanyi, 1966). L'acte de connaitre est inséparable de l'action selon Gheradi et Niclolini (2000). Ces auteurs rapprochent ici la notion de connaissance à celle de « pratique » définie comme « *un ensemble d'activités qui effectuent transformations, productions, performances, à partir d'une compétence* » (Morin, 1977). Les pratiques sont liées au contexte social : celui de la communauté et plus précisément de la communauté de pratique (Wenger, 1991).

Cook & Brown (1999) définissent ainsi les pratiques communes comme « des activités coordonnées des individus et des groupes d'individus dans leurs tâches quotidiennes selon un contexte particulier ». Cela signifie que les pratiques ne peuvent être codifiées et réduites à des objets de connaissance. En effet, si les pratiques sont définies comme des activités contextuelles récurrentes d'agents humains, alors elles ne peuvent pas être diffusées comme si elles étaient des objets stables et statiques (Orilikowski, 2002). Cependant dans le cas où le groupe d'individus pratiquent les mêmes activités dans un même contexte de travail alors la forte commensurabilité de leurs schémas d'interprétation leur permet d'expliciter ensemble leurs connaissances tacites individuelles qui deviennent ainsi une connaissance collective explicitée pouvant être codifiée (passage de connaissances tacites individuelles à des connaissances collectives explicitées) on parle alors d'une approche sociotechnique de *knowledge Management* (Coakes E. & *al.*, 2002).

L'enjeu principal des méthodes de gestion de connaissances qui partent d'une approche sociotechnique est d'utiliser un formalisme simple mettant l'accent sur des aspects de synthèse et d'accessibilité des connaissances collectives au plus grand nombre et ainsi permettre aux individus de construire des pratiques communes car « *la connaissance est la seule chose qui s'accroit lorsqu'on la partage»* (Nietzsche, 1971). Les deux méthodes les plus connues qui viennent de cette approche :

- La méthode **MEREX** (Corbel, 1997) utilisée par l'entreprise Renault qui incite les ouvriers à rédiger des fiches de retour d'expérience sur la chaîne de montage des voitures, qui décrivent le problème rencontré et les solutions qui ont été apportées par

l'employé en question. Les principes fondamentaux de cette méthode se veulent centrés sur l'opérationnalisation des connaissances capitalisées : une solution est acceptable dans la démarche MEREX si elle est : applicable, c'est-à-dire assez précise pour pouvoir être appliquée sans interprétation, rédigée, validée par des acteurs connus et reconnus, exploitée dans un projet et que toute non application fait l'objet d'une action pour valider un nouveau compromis et ainsi faire évoluer la solution. Cette méthode se concentre principalement sur la problématique de préservation de connaissances dans le but de les réutiliser. Elle permet la capitalisation de représentations relativement fixes des informations source de connaissances qui restent inchangées de projet en projet. Leur objectif principal est de permettre à un individu de construire sa connaissance sans l'assistance systématique des personnes qui disposent de cette connaissance. Cette méthode ne favorise pas l'interaction humaine et la collaboration mais elle a été mise en œuvre pour construire une base de connaissances explicitées pour les réutiliser à posteriori sans nouvelles interactions sociales. Pourtant l'environnement est en changement perpétuel, les projets sont différents, les parties prenantes ainsi que le contexte.

- La méthode **GAMETH®** (Grundstein, 2002) permet d'identifier les connaissances potentiellement cruciales d'une organisation. Selon l'auteur, la mise en œuvre de cette méthode implique les acteurs du processus étudié et ne nécessite pas d'analyse stratégique. Cela permet d'envisager son utilisation à tout niveau hiérarchique d'une organisation. GAMETH® conduit, notamment, à identifier les problèmes, à clarifier les besoins en connaissances, à définir et justifier les actions de capitalisation sur les connaissances à développer. Elle permet de répondre aux questions suivantes : le problème est-il bien posé ? Les objectifs sont-ils clairement définis ? Quelles connaissances doit-on capitaliser ? Qui détient ces connaissances ? A quel endroit ? Sous quelle forme ? Qui utilise ces connaissances ? Quand ? Comment ? Quels sont les enjeux et les risques associés ?

Cette méthode a fait l'objet d'applications à l'IFP (Industrie Française Pétrole, renommée en 2010 IFPN pour Industrie Française du Pétrole et des Energie Nouvelles) ainsi qu'au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) (Grundstein et Rosenthal-Sabroux, 2009).

Le tableau ci-dessous représente une synthèse des approches et méthodes présentées dans le paragraphe précédent :

		CommonKADS	MOKA	MASK	MEREX	GAMETH®
Approche	technologique	x	x	x		
	sociotechnique				x	x
La facette de la problématique de gestion de connaissance abordée	Repérage				x	x
	Actualisation		x	x		
	Valorisation			x		x
	Préservation	x	x	x	x	
Finalité de la gestion de connaissances	Patrimoniale	x	x	x	x	
	Innovation durable					x
Type de connaissances gérées	Connaissances explicites	x	x	x	x	x
	Connaissances tacite					x

Tableau VI.Tableau comparatif des méthodes de gestion de connaissances

3.4.4.3. Conclusion

Les méthodes technologiques de gestion des connaissances proposent des démarches particulièrement structurées pour des projets de développement informatiques (Sutton & Patkar, 2009 ; Caulier, 2001 ; Oldham & *al*., 1998).Ces méthodes ont la particularité d'avoir un caractère formel visant l'exploitation des connaissances explicitées par un système automatisé (logique d'ingénierie). Les méthodes technologiques qu'on a parcourues ont toutes une finalité patrimoniale qui pose le problème de la préservation des connaissances. La méthode MASK (Ermine, 2001) est la seule qui est définie par son auteur comme étant à la fois formelle et informelle. Formelle, dans la mesure où le livrable obtenu « peut être suffisant en soi si l'on désire passer immédiatement à la conception d'une application informatique précise ». Informelle dans la mesure où bien que MASK avait été initialement conçue dans cette optique elle s'est rapidement orientée vers un objectif de capitalisation des connaissances. Les modèles

graphiques ont été très vite agrémentés par des fiches descriptives synthétiques, puis par des synthèses de toutes sortes : scientifiques, conseils, retours d'expériences, références bibliographiques documentaires ou logicielles… rédigées par les experts, les documentalistes les équipes concernées (Ermine, 2001). Il est cependant à noter que si cette méthode aborde l'aspect de partage de connaissances, elle ne prend en considération que les connaissances explicitées sous formes numériques et ne favorise pas la création de nouvelles connaissances par l'interaction humaine (Lewkowicz & Zacklad, 2001). En codifiant les connaissances, une unité organisationnelle sera à même d'identifier et de réutiliser des pratiques développées ultérieurement. Mais, dans les faits, l'infime espoir qu'une entité puisse apprendre quelque chose d'utile à partir de l'expérience d'une autre est très souvent un espoir non réalisé (Porter, 1985). Toutes les expériences et projets sont différents d'où l'intérêt de repérer des connaissances dites « cruciales » adaptées à chaque contexte et à chaque projet de développement. Ces connaissances cruciales ne peuvent être identifiées sans une interaction sociale (Foray, 2000) et sans un partage de connaissance.

Constatant les limites inhérentes aux méthodes de l'approche technique, une autre voie a été explorée par de nombreux auteurs. Ces auteurs ont utilisé une approche sociale ou sociotechnique. On parle alors de *Knowledge Management* et non de gestion de connaissances dans un projet de développement produit. Les méthodes MEREX et GAMETH® sont les deux méthodes que nous avons étudiées. La méthode MEREX propose d'identifier les connaissances cruciales en analysant des informations dont dispose l'entreprise sur les « retours de conception », les « retours usine » et les « retours clients » récupérées auprès des acteurs connus et reconnus participant à la démarche. Par la suite, la préservation des connaissances se fait sur des fiches. Cette méthode est adaptée à des situations routinières et ne propose pas de mécanisme de valorisation des connaissances c'est-à-dire la création active de connaissances individuelles et leur intégration au niveau collectif pour favoriser l'innovation alors que ce processus nous parait nécessaire lors de la phase d'analyse des besoins et des exigences du système à développer et non à posteriori car chaque projet est différent. La méthode GAMETH® quant à elle vise en particulier la première facette de la problématique de capitalisation sur les connaissances. Elle permet de repérer des connaissances dites cruciales pour assurer la performance des processus métiers de l'entreprise. Elle a la particularité d'être la seule à gérer des connaissances à la fois

explicites et tacites. Elle conduit à préconiser un travail collaboratif de construction des connaissances entre différentes parties prenantes pour favoriser l'innovation durable.

3.4.5. La méthode GAMETH pour repérer et partager les connaissances cruciales pour le développement du SIAD

Dans un contexte de développement de systèmes d'information numérique, la gestion des connaissances se voit défiée par des facteurs multiples : Quelles sont les connaissances qui contribuent directement au succès de la réalisation du processus de développement d'un système d'information numérique? Quelle approche mettre en place pour les repérer et les expliciter? Dans quelle mesure les connaissances tacites sont-elles exploitées ? Quelles sont les activités qui nécessitent l'usage des connaissances tacites ? Quelles sont les personnes qui détiennent ces connaissances ? Dans quelle mesure peut-on les expliciter et les partager? GAMETH® constitue un cadre directeur pour répondre à ces questions dans le cadre de développement de notre SIAD. La méthode repose sur trois postulats et propose trois principes détaillés ci-dessous.

3.4.5.1. Les postulats

GAMETH® repose sur les postulats suivants :

Postulat 1 : La connaissance n'est pas un objet

La connaissance n'est pas un objet, elle résulte de la rencontre d'une donnée avec un sujet, et s'inscrit au travers du système d'interprétation de l'individu dans sa mémoire. Ce postulat est fondé sur les théories du professeur Tsuchiya concernant la formation de la connaissance tacite (Tsuchiya, 93). Selon ses études, la connaissance tacite qui réside au sein de notre cerveau résulte du sens que nous donnons - au travers de nos schémas d'interprétation - aux données que nous percevons à partir des informations qui nous sont transmises.

En d'autre terme, nous considérons que les connaissances n'existent que dans la rencontre d'un sujet avec une donnée. Ces connaissances individuelles sont des connaissances tacites, explicitables ou non, et peuvent être transformées ultérieurement en des connaissances collectives, car partagées avec d'autres personnes.

Postulat 2 : La connaissance est reliée à l'action

Du point de vue de l'entreprise, la connaissance est créée par l'action et est essentielle à son déroulement. Elle est finalisée par l'action. Cela conduit à s'intéresser aux connaissances liées

aux activités des acteurs-décideurs, engagés dans les processus finalisés de l'entreprise (processus de production et de fonctionnement).

Notre point de vue se situe très largement dans une acception du terme connaissance qui ne dissocie pas la personne placée au sein des processus de l'entreprise, des actions qu'elle mène, des décisions qu'elle prend, des relations qu'elle a avec son système environnant (personnes et artefacts).

Postulat 3. Il existe deux grandes catégories de connaissances de l'entreprise

Les connaissances de l'entreprise sont constituées d'une part, d'éléments tangibles, les connaissances formalisées sur des supports physiques (les bases de données, les procédures, les plans, les modèles, les algorithmes, les documents d'analyse et de synthèse) ou encapsulées dans les systèmes de gestion, de production et les produits ; et d'autre part, d'éléments intangibles, les connaissances incarnées par les personnes (les habilités, les tours de mains, les « secrets de métiers », les « routines » logiques d'action individuelles et collectives non-écrites (Nelson & Winter, 82), les connaissances de l'historique et des contextes décisionnels, les connaissances de l'environnement clients, concurrents, technologies, facteurs d'influence socio-économiques).

3.4.5.2. Les principes directeurs

GAMETH® propose trois principes directeurs : un principe de modélisation de l'entreprise, un principe d'analyse des connaissances centrée sur les processus, un principe d'action constructiviste pour la modélisation des processus.

- **Principe de modélisation de l'entreprise**

L'entreprise, perçue sous l'angle des connaissances qu'elle utilise et qu'elle produit, peut se représenter comme un ensemble d'activités qui contribuent à des processus organisationnels et des processus de production dont les finalités sont de produire des biens et des services, conformes aux attentes d'un client (interne ou externe à l'entreprise), dans les meilleures conditions de coûts, de délais et de qualité.

Par activités, il faut comprendre les activités, individuelles et collectives, des personnes de l'entreprise dans l'acception du terme telle que définie par Philippe Lorino et que nous reprenons ici : « *Les activités c'est tout ce que les hommes de l'entreprise font, heure après heure et jours après jours : en définitive, tout ce qui fait la substance de l'entreprise, tous ces travaux*

accomplis par les salariés parce qu'ils savent les accomplir et parce qu'ils pensent devoir les accomplir, tous ces "faire" qui font appel à des "savoir-faire" spécifiques, aussi simples soient-ils » (Lorino, 1992) . Ces activités permettent la réalisation des fonctions de l'entreprise qui assurent son fonctionnement et la mise en œuvre de ses processus organisationnels et de ses processus de production. Elles s'effectuent dans le cadre d'une structure organisationnelle qui regroupe les organes et les fonctions transverses constitutifs de l'entreprise (unités, services, départements,...).

- **Principe d'analyse des connaissances centrée sur les processus finalisés de l'entreprise**

Ce principe conduit à analyser les connaissances utilisées et produites au sein même des processus. Selon les biens ou les services produits, les activités s'accomplissent séquentiellement ou simultanément. Elles se combinent en ensemble homogènes, dotés d'objectifs communs, dont les enchaînements définissent les processus finalisés par les missions de l'entreprise (réalisation d'un produit ou d'un service qui répondent aux attentes d'un client).

Les processus sensibles

Un processus sensible est un processus qui présente un enjeu reconnu collectivement : faiblesses du processus présentant le risque de ne pouvoir atteindre les objectifs de coût, de délai, de qualité requis pour la production des biens ou des services produits ; obstacles importants à surmonter; challenges difficiles à atteindre ; biens ou services produits stratégiques pour l'entreprise.

Les activités

Une activité est un ensemble de tâches effectives élémentaires. Ces tâches correspondent au travail réel réalisé par un individu, un groupe ou des machines (les acteurs). D'une façon générale, les activités utilisent et produisent des connaissances (savoirs et savoir-faire) spécifiques. Elles sont soumises à des contraintes. Les contraintes peuvent être externes à l'activité, ce sont les conditions imposées (exigences de coût, délai, qualité, spécifications à respecter, ressources financières techniques et humaines disponibles, aléas de livraison et de qualité des flux de matériaux transformables).

Les activités peuvent présenter des dysfonctionnements, c'est-à-dire des écarts entre les résultats attendus et les résultats obtenus. Ces dysfonctionnements sont les symptômes de problèmes qui peuvent être internes à l'activité (directives, procédures, procédés, logiques d'action spécifiques à l'activité et mal adaptés à la situation) ou provenir des contraintes, de matériau non conformes, de données peu fiables, de ressources mal adaptées, de connaissances insuffisantes ou erronées.

Les activités critiques, les problèmes déterminants et les connaissances cruciales

Les problèmes et les contraintes qui pèsent sur les activités peuvent fragiliser ces activités et, par là même, mettre en danger les processus auxquels elles apportent leur contribution.

Une évaluation des risques, pratiquée pour les « processus sensibles », permet de déterminer les « activités critiques ». Les problèmes liés à ces activités sont dits « problèmes déterminants ». La levée de certaines contraintes peut amener à les résorber rapidement. L'identification des problèmes déterminants restants conduit à repérer les connaissances nécessaires à leur résolution. Selon la valeur de ces connaissances, mesurée en termes de vulnérabilité (rareté, accessibilité, coût et délai d'acquisition), et des influences de ce facteur sur la vie de l'entreprise, ses marchés, sa stratégie, ces connaissances sont dites « connaissances cruciales ».

- **Principe d'action constructiviste**

La démarche de modélisation des processus, induite par GAMETH, est comparable à la démarche de construction des systèmes à base de connaissances envisagée comme «un effort de collaboratif pour construire en commun un objet inconnu » (Grundstein, 1994). Elle est issue du constat que les processus décrits dans les nombreuses procédures définissant les règles d'action et les modes opératoires, diffèrent fréquemment des processus réels vécus par les acteurs. De même, on constate que, le plus souvent, si chaque acteur connaît la part du processus qui le concerne, il a peu conscience du processus global dans lequel il est embarqué. La démarche consiste à construire la représentation des processus à partir des connaissances partielles qu'en ont les acteurs au travers des activités réelles qu'ils sont amenés à exercer. Tout au long du déroulement de l'étude, les problèmes rencontrés donnent lieu à l'identification des liens informels de communication entre acteurs, non décrits dans les documents, et au repérage des connaissances nécessaires à la résolution de ces problèmes.

L'avantage de cette approche constructiviste est qu'elle permet d'obtenir un engagement collectif, ce qui est primordial pour mener à bien une opération de partage dans le cadre de développement de SIAD.

3.4.6. Conclusion des méthodes de *Knowledge Management*

Notre volonté de créer et partager des connaissances collectives pour favoriser l'innovation et développer un SIAD efficace et de façon efficiente, nous a amené à prioriser l'étude des approches dites sociotechniques de gestion de connaissances. Nous nous sommes donc orientés essentiellement vers la recherche de moyens (méthodes et outils) favorisant le mécanisme d'externalisation du modèle SECI de Nonaka & Takeuchi (1995) pour le repérage et la valorisation de connaissances cruciales dans un contexte de développement logiciels en particulier à la phase d'analyse des besoins et des exigences. La méthode GAMETH® présente un cadre directeur adapté pour répondre à cette problématique.

3.5. Conclusion et synthèse de la partie état de l'art

Afin d'élaborer une démarche efficiente de développement d'un SIAD orienté données (application Analytics), le moyen qui apparaît comme le plus efficace consiste en une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes.

La figure ci-dessous présente les résultats et le résumé des quatre chapitres de cette partie Ce cheminement permet de comprendre notre positionnement ainsi que notre proposition d'approche.

Etat de l'art	Résultats	Positionnement/proposition
SIAD	La multiplication des dimensions de classification de SIAD nous semble avant tout exprimer les limites de l'exercice de classement des SIAD. Les SIAD ne s'appuient pas sur des technologies propres, et toute classification basée sur les aspects techniques risque d'être peu éclairante car beaucoup de SIAD peuvent intégrer plusieurs technologies à la fois.	Un processus de décision est un processus de résolution de problèmes. Le décideur a un problème qui nécessite une aide par le biais d'un artefact numérique (une Application Analytics). Nous proposons alors une nouvelle classification de solution Analytics (dirigée par les problèmes de décision) : Descritpive Analytics, Explicative Analytics, Diagnostic Analytics, Predictive Analytics, Prescriptive Analytics. Chaque typologie comprend un ensemble d'artefacts numériques permettant de collecter stocker et analyser des données afin d'aider l'utilisateur/ décideur à résoudre ses problèmes de décision identifiés.

Démarche de développement de SIAD orientés données	**Processus de développement de SIAD** Dans la littérature nous n'avons pas trouvé de processus ou modèle spécifique au développement de SIAD orientés données. Nous avons ainsi étudié les spécificités des domaines auxquels ces systèmes peuvent appartenir en fonction de leur prise en compte du facteur humain : -Les processus classiques de génie logiciel (en cascade, en V et en spirale) semblent bien trop souvent orientés vers la partie technique (le code) et non vers l'utilisateur. Ces aspects sont laissés à l'appréciation du développeur en particulier. Les méthodes agiles proposent des processus itératifs. Cependant, même si les utilisateurs sont mentionnés pour les étapes d'analyse et de validation de prototype, les processus s'accompagnent le plus souvent de peu d'explications relatives à la prise en compte des utilisateurs. -les processus enrichis sous l'angle de l'IHM sont très orientés utilisateurs mais ne présentent pas clairement l'aspect itératif et incrémental indispensable au développement du système interactif. - Les processus de développement issus de l'ingénierie des connaissances présentent quant à eux certains avantages tels que la prise en compte des connaissances des utilisateurs et de leurs problèmes de décision, cependant le but reste une extraction de connaissances pour automatiser les décisions (système décisionnel plutôt qu'un système d'aide à la décision).	**Processus de développement de SIAD** Dans aucun des domaines étudiés nous n'avons trouvé un processus de développement de SIAD permettant de guider les développeurs en visant trois objectifs à la fois : centré sur les utilisateurs, leurs connaissances et leurs problèmes de décision. Nous proposons ainsi un processus de développement de SIAD qui doit être à la fois : - itératif, incrémental et participatif (Agile) ; - centré utilisateurs (IHM) ; - Dirigé par les problèmes de décision des utilisateurs décideurs (ISC) ; - Collaboratif. Notre proposition concerne en particulier la phase amont du processus de développement : la phase d'analyse et des besoins et des exigences.
	Les méthodes de conception de SIAD Nous avons constaté que les différentes méthodes proposées pour concevoir les SIAD orientés données avaient une focalisation quasi totale sur les aspects techniques. Ces méthodes sont aussi très spécifiques à des outils : entrepôts de données, cubes, etc. Elles sont aussi très centrées sur les phases aval de conception et occultent la phase d'analyse des besoins et des exigences du processus de développement.	**Les méthodes de conception de SIAD** Les SIAD orientés données ne se limitent pas aux caractéristiques de leur architecture technique et les données manipulées mais comprennent aussi la finalité de leur utilisation et leur impact à différents niveaux de décision et domaines de l'organisation. Plusieurs études ont pu démontrer que la cause principale d'échec des méthodes de conception de SIAD était relative à la phase d'analyse des besoins, c'est pourquoi nous avons concentré nos efforts à cette phase-là

Approches d'analyse des besoins et des exigences	Les approches existantes d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de SIAD orienté données ne permettent pas d'aboutir à une adéquation entre ce qui est voulu par les utilisateurs finaux et la réalisation proposée par les développeurs. Les approches dirigées par les données sont focalisées sur les exigences du système seulement et il n' y a aucune interaction entre les utilisateurs et les développeurs. Les approches dirigées par les besoins et par les but quant à elles partent des demandes des utilisateurs finaux en terme de besoins ou buts. Cependant, les utilisateurs ont du mal à exprimer leurs besoins ou buts en aide à la décision. De plus, les besoins et les buts sont volatiles et par conséquent instable (Hacka, 93) et il est difficile de prendre compte de leur évolution par les développeurs lors du projet de développement du SIAD. Aucune des approches d'analyse des besoins et des exigences ne délimite le champ d'analyse. Les données, les besoins et les buts sont collectés de façon générale sans cibler une activité précise ou un processus métier particulier. Dans toutes les approches, le type d'artefact est connu avant la phase d'analyse.	Aucune des approches existantes ne spécifie les liens entre les problèmes de décision auxquels font face les différents utilisateurs finaux et celles du SIAD développé en aval. Pourtant, le terme même de « décision » renvoie aux actions et processus de résolution de problèmes. Soulignons aussi que si, dans la majorité des approches, les problèmes sont regardés comme préexistant au processus d'analyse des besoins et des exigences, ils ne sont cependant pas considérés comme devant être élicités. Or, «*un problème bien posé est un problème dont le caractère crucial vient d'une estimation produite collectivement et d'une formulation estimée acceptable par toutes les parties* ». Dans notre approche ce sont les problèmes de décision qui déterminent le moyen et le type d'artefact à développer pour les résoudre et non le contraire (l'artefact reste inconnu avant la phase d'analyse).
Les méthodes de gestion de connaissances	- Les méthodes dites technologiques de gestion des connaissances (CommonKads, MOKA, MASK) ont une finalité patrimoniale qui pose le problème de la préservation des connaissances. En codifiant les connaissances, une unité organisationnelle sera à même d'identifier et de réutiliser des pratiques développées ultérieurement. Mais, dans les faits, toutes les expériences et projets sont différents d'où l'intérêt de repérer des connaissances dites « cruciales » adaptées à chaque contexte et à chaque projet de développement de système d'information numérique. - Les méthodes sociales ou sociotechniques (MEREX, GAMETH) partent du postulat que les connaissances cruciales ne peuvent être identifiées sans une interaction sociale et sans un partage de connaissances. Ces méthodes ne s'intéressent pas à la formalisation de savoirs mais sur la participation des acteurs à une pratique collective.	Les méthodes sociales ou sociotechnique s'avèrent plus adaptées à notre contexte. -La méthode MEREX est adaptée à des situations routinières et ne propose pas de mécanisme de valorisation des connaissances c'est-à-dire la création active de connaissances individuelles et leur intégration au niveau collectif pour favoriser l'innovation. -La méthode GAMETH quant à elle, permet de repérer des connaissances cruciales. Elle a la particularité d'être la seule à gérer des connaissances à la fois explicites et tacites. Elle conduit à préconiser un travail collaboratif de construction des connaissances entre différentes parties prenantes pour favoriser l'innovation durable.

Tableau VII. Résumé de l'état de l'art et de notre positionnement

Dans cette partie nous avons fait un état de l'art concernant le produit à développer, les démarches existantes pour son développement, un focus sur la phase d'analyse des besoins et des exigences et enfin, nous avons analysé les différentes méthodes de gestion de connaissances pour mener à bien cette phase.

L'état de l'art nous a permis de proposer une nouvelle approche d'analyse des besoins et des exigences. Nous visons, à travers cette approche, à :

- Réunir les conditions favorables pour permettre aux utilisateurs finaux et décideurs d'expliciter leurs problèmes de décision communs ;
- Délimiter le contexte d'utilisation par processus métier afin de favoriser la bonne gestion des problèmes de décision. D'abord, leur identification par les utilisateurs/décideurs, puis leur compréhension par les développeurs pour concevoir l'artefact le plus approprié à leur résolution;
- Favoriser la coopération et le dialogue entre les développeurs et les utilisateurs ;
- Assurer la clarté des spécifications techniques, fonctionnelles et ergonomiques afin que les utilisateurs finaux puissent valider l'adéquation entre les problèmes soulignés et la solution proposée pour les aider à les résoudre.

L'ensemble des éléments de notre approche est détaillé dans la partie suivante.

IV. P© : Approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes pour le développement de SIAD

L'étude bibliographique, ayant fait l'objet de la deuxième partie , a montré que les approches d'analyse des besoins et des exigences existantes pour le développement de SIAD présentaient certains avantages mais aussi des inconvénients qui sont la source d'échec de nombreux projet de développement de SIAD. Dans cette partie nous présenterons notre approche en passant dans un premier temps en revue ses caractéristiques et principes puis dans un second temps, nous détaillerons les étapes de son processus tout en balayant les outils, techniques et modèles utilisés à chaque étape.

4.1. Présentation générale de l'approche

4.1.1. Les caractéristiques de l'approche P©

A notre connaissance, aucune approche, à la fois dirigée par les problèmes et collaborative, n'a été proposée dans la littérature pour le développement des systèmes interactif d'aide à la décision. Cette section aborde ces deux caractéristiques :

4.1.1.1. Une approche dirigée par les problèmes

Au sens de Simon (1977) la prise de décision est un processus de résolution de problèmes. Le processus débute par une phase d'identification du problème et finit lorsque celui-ci est résolu. Une décision est donc associée à un problème que se pose le(s) décideur(s) et qui nécessite un effort important pour en formaliser la résolution. Lorsque le problème s'avère complexe et la rationalité du décideur limitée, nous faisons appel à des artefacts permettant d'aider à le résoudre : les SIAD. Ces outils apportent et structurent les informations nécessaires aux décideurs pour résoudre certains problèmes de décisions complexes. Pour développer un SIAD, il nous parait primordial d'identifier les problèmes de décision auxquels font face les décideurs et utilisateurs finaux. Ces problèmes seront traduits en besoins informationnels car la résolution d'un problème nécessite un ensemble d'informations qui peut servir à la compréhension et la

résolution du problème. Les besoins informationnels déterminent le type de système à développer. Ils constituent un support à l'utilisateur, lui permettant de mesurer les conséquences de ses décisions tout en essayant de ne pas l'induire en erreur ; c'est donc au décideur de faire des choix et non pas au système.

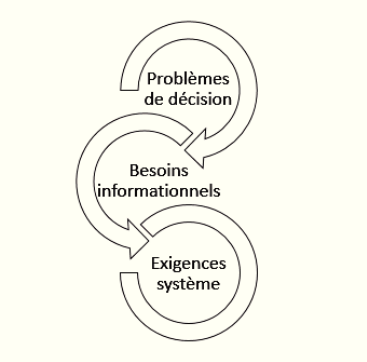


Figure 36. L'approche P©, du problème à sa solution

Le développement de notre SIAD est appréhendée comme un ensemble d'activités de *« Problem Solving »*. Dans le contexte de l'ingénierie système, Dobre (2010) spécifie l'existence de deux domaines : le domaine problème et le domaine solution. En ce sens, il considère le domaine du problème et de solution comme le processus de définition des besoins et des exigences avec comme entrée les besoins des utilisateurs du futur système et en sortie les exigences du système. Nous empruntons cette représentation des domaines d'ingénierie système pour la réadapter à notre contexte. En effet, cette séparation nous semble importante dans le cadre de nos travaux de développement de SIAD. Elle permet d'éviter toute confusion entre les parties prenantes qui subissent les problèmes de décision et celles responsables de développer l'artefact permettant d'aider à résoudre ces problèmes.

Notre processus d'analyse des besoins et des exigences est vu comme une relation logique de description-prescription (Bjørner, 2009) entre le domaine problème et le domaine solution. La spécification en tant que résultat de ce processus est une solution vérifiée et prescrite par l'espace solution et validée par l'espace problème en réponse à un problème décrit par ce même espace. Dans nos travaux, nous interprétons la description comme un échange de problèmes depuis un espace-problème vers un espace-solution. La prescription est vue comme la relation inverse de la description et correspond à un échange d'une solution depuis un espace-solution vers un espace-problème.

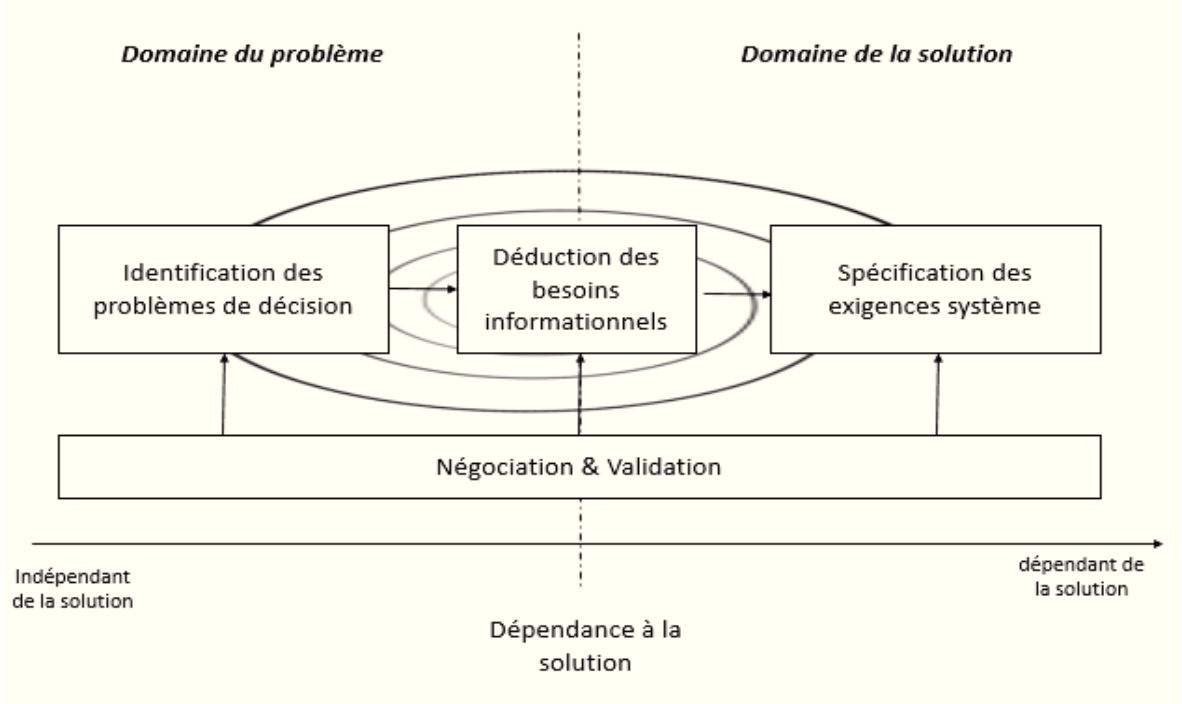


Figure 37. Du problème de décision à sa résolution

4.1.1.2. Une approche collaborative

Nous parlons de collaboration lorsqu'il y a au moins deux personnes qui visent le même objectif. La collaboration se réfère ainsi à une large sphère d'activités, elle peut être définie de différentes façons. Nous retiendrons la définition de Briggs & *al.* (2003) : « *La collaboration est un effort conjoint vers la réalisation d'un but commun* ».

La motivation que suscite l'étude de la collaboration tient à l'hypothèse implicite suivante : La contribution résultant de la collaboration des individus est supérieure à la somme de leurs contributions individuelles sans collaboration. Cette hypothèse est une transposition de la théorie de l'émergence qui repose sur la constatation selon laquelle dans un ensemble formé de parties différentes, le tout est davantage que la somme des parties (Laughlin, 1997). Par exemple, un organe du corps comme le cœur est plus que la somme des cellules qui le compose. Il n'y a qu'à observer le fonctionnement de l'organe pour s'en convaincre. Par analogie, nous considérons que l'ensemble des personnes collaborant à la réalisation d'un travail peut être vu comme un système complexe lorsque le nombre croît et pour lequel chaque individu constitue le sous-système élémentaire.

Dans la littérature, la notion de collaboration est surtout évoquée avec les notions de coopération, de coordination et de communication. La distinction entre ces notions est essentielle.

La coopération est *« le processus de raisonnement et/ou de mise en commun des connaissances dans le cadre de la résolution de problèmes* » (Soubie *&* *al*., 1996) . De Terssac et Maggi disent que la coopération est un moyen pour dépasser les limites individuelles (De Tessac & Maggi, 1996). D'autres définitions sont données par Schmidt & Bannon (1992) et Soubie (1998) entre autres.

La coordination est définie par Maggi comme le complément indispensable de l'activité de coopération (Maggi, 1997). En effet, elle est l'ensemble des règles d'actions qui structure la coopération. Ainsi, « *la coopération et la coordination constituent les deux dimensions de l'action sociale et collective : l'une étant la finalisation et l'autre la régulation »* (Gronier & *al.,* 2000). Dans le cadre du travail coopératif, il y aura une répartition claire du travail entre les participants. Concrètement, il sera affecté à chacun une tâche claire et précise dont il est responsable, puis les travaux individuels seront rassemblés pour former le travail final (Rebetez, 2007 ; Potin, 2009). Cependant, tous interagissent pour la cohérence du travail final.

Enfin, la collaboration « *est un effort conjoint vers un but commun* » (Briggs, 2003). Elle est aussi présentée par Gray comme un processus dans lequel les parties qui voient différents aspects d'un problème peuvent l'explorer de manière constructive et peuvent chercher les solutions qui vont au-delà de leurs visions limitées (Gray, 2001). Contrairement au cas de la coopération, il n'y a pas de répartition du travail entre les participants dans un contexte de collaboration. Tous travaillent ensemble à chaque étape de l'exécution du travail de sorte que le travail individuel ne soit pas identifiable (Potin, 2009). Chaque étape est entièrement réalisée ensemble, le travail peut être divisé mais une représentation commune est maintenue tout au long des interactions (Rebetez, 2007). La collaboration est donc une co-construction et les rapports inter-participants y sont souvent qualifiés d'horizontaux.

La communication représente un élément essentiel de la coopération, de la collaboration et de la coordination. Cependant, la particularité de la communication est qu'elle n'a pas nécessairement un but et elle est utilisée comme moyen pour coopérer, collaborer et coordonner. Ainsi, la communication *n'est pas une finalité en soi, mais un moyen pour atteindre un but*

(Gronier & Sagot, 2004). La communication dans la collaboration est plutôt synchrone même si la communication asynchrone n'est pas impossible. Nous avons l'inverse dans la coopération (Potin, 2009).

De ces définitions, il ressort que la collaboration se prête bien à notre contexte d'étude (Analyse des besoins et des exigences) compte tenu du nombre des participants (quelques dizaines) et aussi de l'environnement et de l'esprit de travail qui ne seront pas soumis à une hiérarchie quelconque, mais plutôt d'une complémentarité entre participants (développeurs, clients, différents profils d'utilisateurs finaux et autres parties prenantes).

4.1.2. Les principes de l'approche P©

Notre approche comporte les principes suivants :

- L'intégration d'une étape de délimitation du domaine et d'identification collective des problèmes de décision au processus d'ingénierie des besoins et des exigences ;
- La classification et la formalisation des problèmes de décision ;
- La détermination des spécifications fonctionnelles et techniques du SIAD en fonction des problèmes de décision identifiés.

4.1.2.1. L'intégration d'une étape de délimitation du domaine et d'identification collective des problèmes de décision au processus d'ingénierie des besoins et des exigences

Pour ce faire nous avons interrogé la méthode GAMETH® (Grundstein & *al.*, 2001), dont les principes nous semblent fondamentaux pour le déroulement de notre approche :
- Une démarche, "dirigée par les problèmes", indépendante de toute anticipation de solution. On repère les problèmes, on clarifie les besoins en informations nécessaires en fonction du problème puis on détermine les solutions les plus adaptées.
- Une démarche, centrée sur les processus sensibles et leurs activités critiques : la démarche est centrée sur les activités qui contribuent au déroulement des processus sensibles de l'entreprise, c'est-à-dire les processus qui présentent un enjeu reconnu collectivement. Cette démarche

constructiviste de modélisation et de représentation des processus s'avère impérative pour l'identification des problèmes de décision qui s'y posent.

- Une démarche collective centrée sur la commensurabilité des schémas d'interprétation des décideurs : communiquer et interagir, c'est mettre en commun et partager un minimum de représentations. Cette observation issue des travaux de recherches sur l'articulation entre le Système d'Information, le *Knowledge Management* et l'Aide à la Décision par Michel Grundstein et Camille Rosenthal-Sabroux (2009) met l'accent sur l'importance du dialogue pour créer une connaissance collective. Pour qu'il y ait création de connaissance collective, indispensable à la décision et l'action, il est nécessaire que les schémas d'interprétation de chacun des membres possèdent un minimum de représentations communes appelé «commensurabilité» (Tsuchiya S., 1993). Nous pouvons considérer que, lorsque la commensurabilité des schémas d'interprétation est importante, la représentation des processus métiers, les activités ainsi que les problèmes de décision peuvent être pensés et gérés en tant qu'« objet » car nous visons une population de spécialistes dont le champ de connaissances est spécifique.

4.1.2.2. La classification et la formalisation des problèmes de décision

Bouaka (2004) a fait valoir l'intérêt d'expliciter les problèmes de décision. Cette action aide à bien définir puis déduire les besoins informationnels nécessaires au décideurs demandeurs d'information contribuant à l'aide à la décision pour un problème complexe.

La classification des problèmes de décision consiste à organiser ces derniers suivant des règles de raffinement, de spécialisation et de généralisation. Cette classification va nous permettre de maintenir une analyse simple et systématique des problèmes de décision, d'expliciter les liens entre les problèmes dans un processus métier donné et d'en déduire les besoins informationnels afin de faciliter la mise en place du schéma conceptuel du SIAD.

4.1.2.3. La détermination des spécifications fonctionnelles, techniques et ergonomique du SIAD en fonction des problèmes de décision identifiés

Les spécifications techniques et fonctionnelles ainsi que le type de SIAD à développer sont guidés par les catégories de problèmes de décision identifiés. Après avoir identifié et classé les problèmes de décision pour chaque processus métier, on clarifie les besoins en informations

nécessaires en fonction du problème puis on détermine les données nécessaires à modéliser. Les caractéristiques des données à modéliser vont déterminer l'architecture technique et fonctionnelle de la solutions Analytics (SIAD orienté données).

4.2. Description détaillée du processus d'analyse des besoins et des exigences de l'approche P©

4.2.1. Présentation générale de notre approche

Comme nous l'avons vu précédemment, nous partons de l'hypothèse qu'un processus de développement de SIAD doit être à la fois centré utilisateurs, sur leurs connaissances et leurs problèmes de décision communs. Il doit être aussi itératif participatif et collaboratif. De la même manière la phase d'analyse des besoins et des exigences doit comprendre ces mêmes caractéristiques.

Rappelons qu'en général le processus d'analyse des besoins et des exigences comprend quatre étapes comme défini par Salles (2013) :

« 1) L'élicitation des exigences : reconnue comme étant une activité d'apprentissage et de compréhension des exigences, des désirs et attentes des utilisateurs et des clients, dans le but ultime de les communiquer à toutes les parties prenantes du système ;

2) La formalisation des exigences : se focalise sur l'examen, la compréhension des exigences et leur vérification pour la qualité en termes d'exactitude, de complétude, de clarté et de consistance ;

3) La spécification des exigences et des caractéristiques du système à construire comprenant sa documentation, réalisée avec un degré de formalisation qui peut être très variable ;

4) La vérification et la validation ultimes des exigences, pour produire les exigences consolidées » ;

Il est important de noter que dans ce processus la notion de « besoins » est employée sous le terme « exigences » à la première et deuxième étape.

Le tableau ci-dessous souligne notre contribution à chaque étape du processus.

Etapes du processus d'analyse des besoins et des exigences	***Contribution***
L'élicitation des besoins	- Délimiter le périmètre d'intervention par processus métier - Identifier les parties prenantes impliquées dans le projet y compris les utilisateurs finaux - Identifier les problèmes de décision communs qui se posent aux utilisateurs finaux dans le processus - Introduire un management tenant compte des connaissances des utilisateurs et décideurs afin de parvenir à un meilleur travail collaboratif d'identification des problèmes de décision
La formalisation des besoins	- Formaliser et hiérarchiser les problèmes de décision identifiés pour en déduire les besoins informationnels - Valider les problèmes de décision et leurs besoins par les utilisateurs finaux
La spécification des exigences	- Traduire les besoins informationnels en spécifications fonctionnelles, techniques et ergonomiques par l'équipe de développement
La vérification des spécifications et la validation ultimes des exigences	- Valider et vérifier l'adéquation des spécifications du système pour répondre aux problèmes de décisions identifiés.

Tableau VIII.Notre contribution à chaque étape du processus d'analyse des besoins et des exigences

Notre processus d'analyse des besoins et des exigences dirigé par les problèmes comprend alors les étapes suivantes :

1) L'élicitation des problèmes : consiste en l'identification, la découverte et la collecte des problèmes de décision auxquelles font face les utilisateurs finaux;
2) La classification et la formalisation des problèmes de décision : est une étape qui consiste à hiérarchiser et formaliser les problèmes de décision commun et ainsi en déduire les besoins informationnels;
3) La spécification des exigences système : consiste en la traduction des besoins informationnels en spécifications techniques, fonctionnelles et ergonomiques de l'artefact;
4) La vérification et la validation ultime des exigences : cette étape est une étape de confirmation de la qualité des exigences et de leur conformité aux attentes des

utilisateurs finaux. Elle permet d'analyser l'utilité et l'usabilité de la solution selon la Norme ISO 9241.

5) La négociation est une étape transverse dans notre processus d'analyse des besoins et des exigences. En effet, le passage d'une étape à une autre exige une négociation entre différentes parties prenantes du projet.

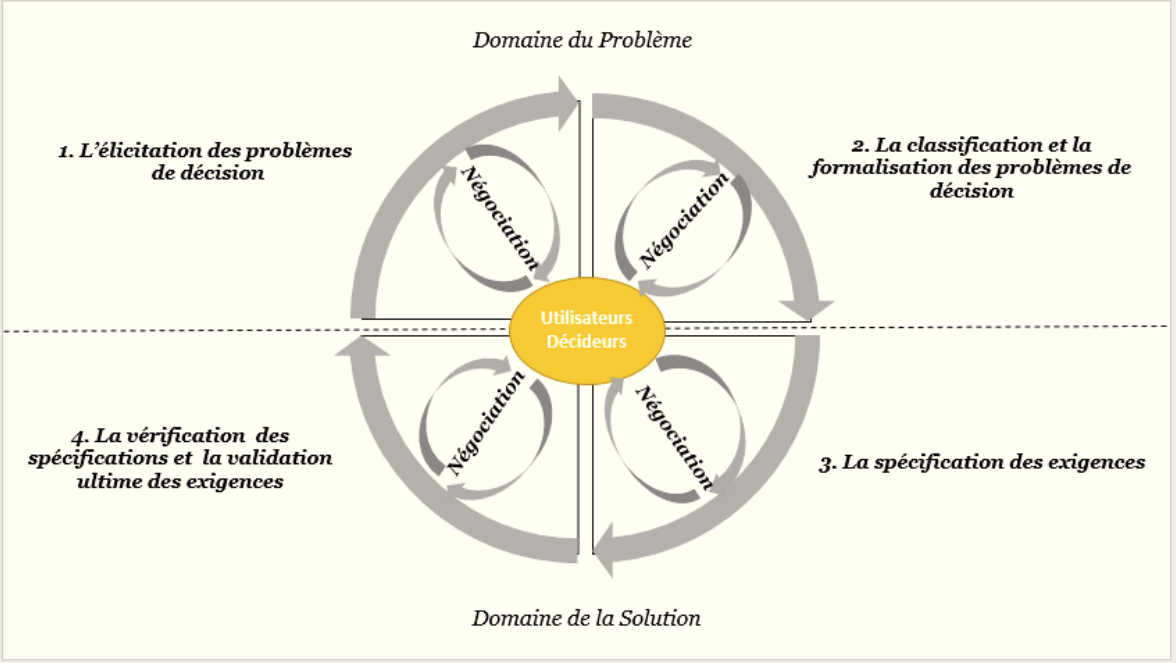


Figure 38. Les étapes d'analyse des besoins et des exigences de l'approche « P© »

4.2.2. Présentation détaillée de chaque étape du processus P©

4.2.2.1. L'élicitation des problèmes de décision

L'élicitation des problèmes de décision est la première étape du processus d'analyse des besoins et des exigences. Il peut donc être soutenu que l'élicitation des problèmes de décision est en fait la première étape du cycle de développement du SIAD, et par conséquent une condition préalable pour toutes les autres activités de développement. L'originalité de notre approche est surtout visible à cette étape. Elle comprend :

- La délimitation du périmètre de l'intervention comprenant la compréhension du contexte du projet et l'identification des acteurs impliqués ;

- l'identification des processus sensibles. Il s'agit ici d'identifier les processus sensibles, c'est-à-dire processus qui représentent des enjeux reconnus collectivement. Cette approche heuristique, selon laquelle les utilisateurs finaux et décideurs sont les plus à même de savoir quels sont les processus qui doivent faire l'objet d'une étude approfondie ;
- Identifier les activités critiques. Les activités critiques sont les activités qui peuvent mettre en danger les processus sensibles à cause, par exemple, des dysfonctionnements qu'elles présentent ou des contraintes qu'elles subissent. Ce sont une nouvelle fois les acteurs qui identifient ces activités critiques;
- Identifier les problèmes de décision déterminants. Les problèmes déterminants sont les problèmes qui fragilisent les activités critiques et qui se caractérisent notamment par une mauvaise prise de décision. Ce sont les utilisateurs finaux et décideurs qui identifient ces problèmes de décision.

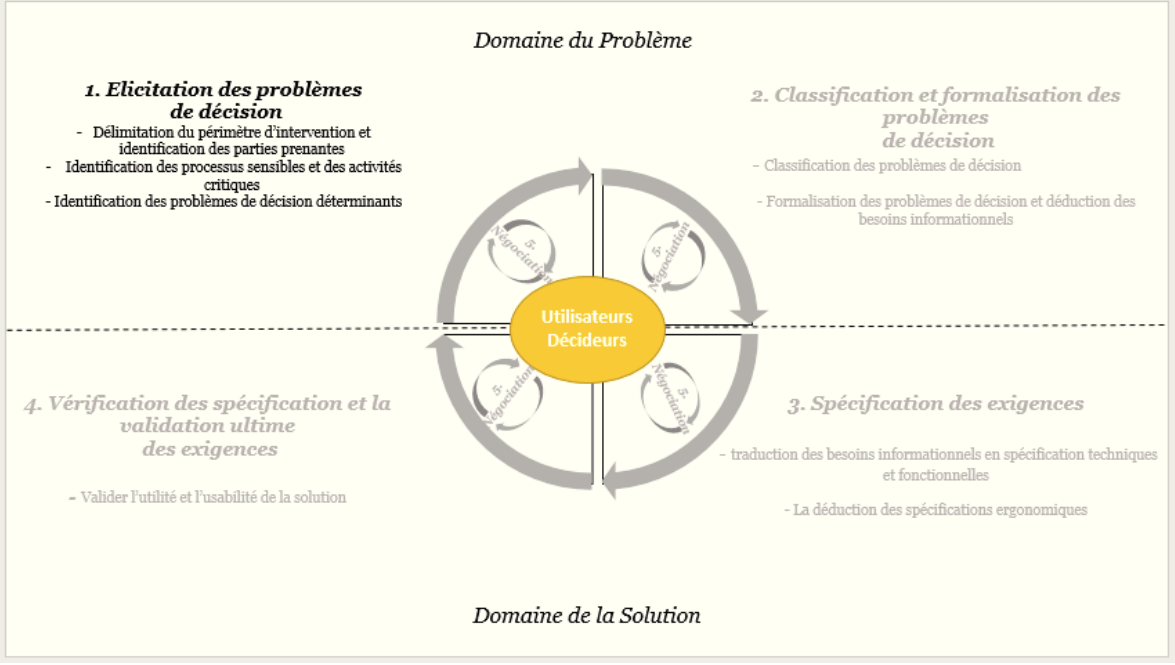


Figure 39. L'étape d'élicitation des problèmes de décision

a) Délimitation du périmètre d'intervention et identification des parties prenantes

Le processus d'élicitation peut avoir plusieurs points de départ. Il peut s'agir d'un besoin, une opportunité ou une idée (Gause & Weinberg, 1989). Cependant, il s'agit généralement d'un problème à résoudre. Avant d'identifier les problèmes à résoudre, il est important de délimiter le périmètre d'intervention. Nous proposons le modèle suivant qui explicite les liens entre le décideur, ses problèmes de décision, ses activités par processus métier de l'organisation :

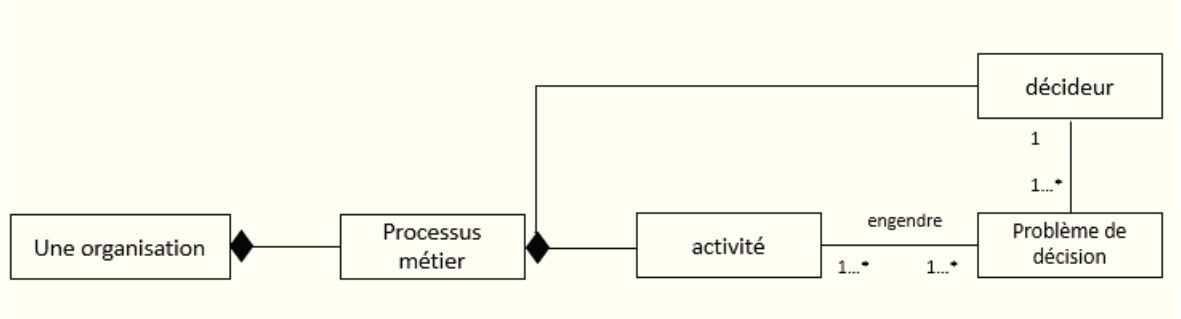


Figure 40. modélisation du périmètre d'intervention

Une organisation est composée d'un ensemble de processus métier. Ces processus métiers font référence à un ensemble d'activités effectuées par des acteurs. Certains de ces acteurs sont aussi des décideurs et leurs activités critiques engendrent des problèmes de décision. Dans notre approche nous proposons de délimiter le champ d'intervention par processus métier sensible afin de développer le SIAD.

Les acteurs décideurs et futurs utilisateurs du SIAD sont ainsi regroupés par profil décideurs[12], du même processus métier. Le professeur Shigehisa Tsuchiya (1993) a mis l'accent sur la façon dont les connaissances tacites pouvaient se transformer au travers du dialogue en connaissances organisationnelles (connaissances collectives) utiles pour favoriser le processus d'innovation et de développement d'un SIAD efficace.

[12] Nombreuses sont les définitions d'un décideur, nous retenons celle d'Amos David (2001) qui va avec notre problématique. L'auteur a donné une définition basée sur le rôle du décideur dans l'environnement interne et externe de l'entreprise « *celui qui est apte à identifier et à poser le problème à résoudre en terme d'enjeu, de risque ou de menace qui pèse sur l'entreprise* ».

Pour qu'il y ait création des connaissances organisationnelles, indispensables à la décision et l'action, il est nécessaire que les schémas d'interprétation de chacun des membres du projet possèdent un minimum de représentation commune appelé «commensurabilité ». Tsuchiya cite à ce propos que « *La connaissance des personnes composant l'organisation doit être articulée, partagée et légitimée avant de devenir une connaissance organisationnelle. La connaissance individuelle est partagée au travers du dialogue. Étant donné que la connaissance est surtout tacite, elle doit d'abord être articulée et exprimée dans un langage commun. Ensuite, la connaissance individuelle articulée, qui est de l'information pour les autres personnes, a besoin d'être communiquée parmi les membres de l'organisation. Il est important de distinguer clairement entre le partage d'informations et le partage de connaissances. L'information ne devient connaissance que lorsqu'elle est comprise par le schéma d'interprétation du receveur qui lui donne un sens (sense-read). Toute information inconsistante avec ce schéma d'interprétation n'est pas perçue dans la plupart des cas. Ainsi, la «commensurabilité » des schémas d'interprétations des membres de l'organisation est indispensable pour que les connaissances tacites individuelles soient partagées*. » (Tsuchiya, 1993).

Partons de ce principe, nous proposons dans notre approche d'utiliser deux modes de transfert de connaissances du modèle SECI de Nonaka & Takeuchi (1995) : l'externalisation d'abord et l'internalisation ensuite.

Le mécanisme d'externalisation en délimitant le contexte par domaine et processus métier et en sélectionnant des individus en fonction de leurs compétences spécifiques dans ce domaine, ce qui se traduit par une forte commensurabilité de leurs schémas d'interprétation. Ceci va permettre au travers du dialogue de transformer leurs connaissances tacites individuelles en connaissance collective. Ces acteurs sont les futurs utilisateurs et décideurs, qui, grâce à leur forte commensurabilité de schémas d'interprétation vont identifier les problèmes de décisions communs qui se posent à eux et les formaliser. Le SIAD qui va être développé par la suite va les aider à résoudre ces problèmes.

Dans un second temps, le mécanisme d'internalisation intervient une fois les problèmes de décision identifiés et formalisés par les utilisateurs. En effet, il faut un transfert de connaissances concernant ces problèmes aux développeurs de l'artefact. Ces derniers doivent les comprendre pour qu'ils puissent aider à les résoudre en proposant une solution efficace. Le processus de

résolution de problèmes est plus efficient quand le problème est identifié et formalisé collectivement et surtout compris par toutes les parties prenantes (utilisateurs et développeurs).

Ainsi, dans notre approche, les parties prenante du projet de développement du SIAD comprennent :

- D'une part, les utilisateurs regroupés par profil décideurs, du même domaine et processus métier, ceux qui vont interagir directement avec le futur artefact ;
- D'autre part, l'équipe en charge du développement de l'artefact qui comprend le porteur du produit, le concepteur d'interface utilisateurs (expert UX), l'équipe de concepteurs techniques et le comité de pilotage.

Pour rappel, notre processus de développement de façon générale ainsi que sa phase d'analyse des besoins et des exigences de façon plus spécifique sont à la fois itératifs, collaboratifs et centrés utilisateurs et décideurs porteurs de connaissances. Ces caractéristiques émanent des trois domaines d'étude abordés dans la partie « état de l'art » : les méthodes agiles en génie logiciel, l'IHM et l'ISC. Par conséquent la constitution de l'équipe dans notre approche est à la croisée des trois domaines aussi. On compte les acteurs suivant :

- **Les utilisateurs finaux « UF** » : Ce sont les décideurs les plus à même d'identifier les problèmes de décision qui se posent à eux dans chaque processus métier dont ils font intégralement partie. Leurs connaissances et compétences ont été acquises grâce à leur expérience. Ils sont aussi les utilisateurs finaux du futur artefact. Ils sont impliqués fortement dans le projet de développement du SIAD et sont en charge de la validation de chaque étape du processus de développement.
- Nous avons regroupé les utilisateurs par profil décideur et par processus métier de l'organisation. Nous pouvons représenter ceci comme suit :

-

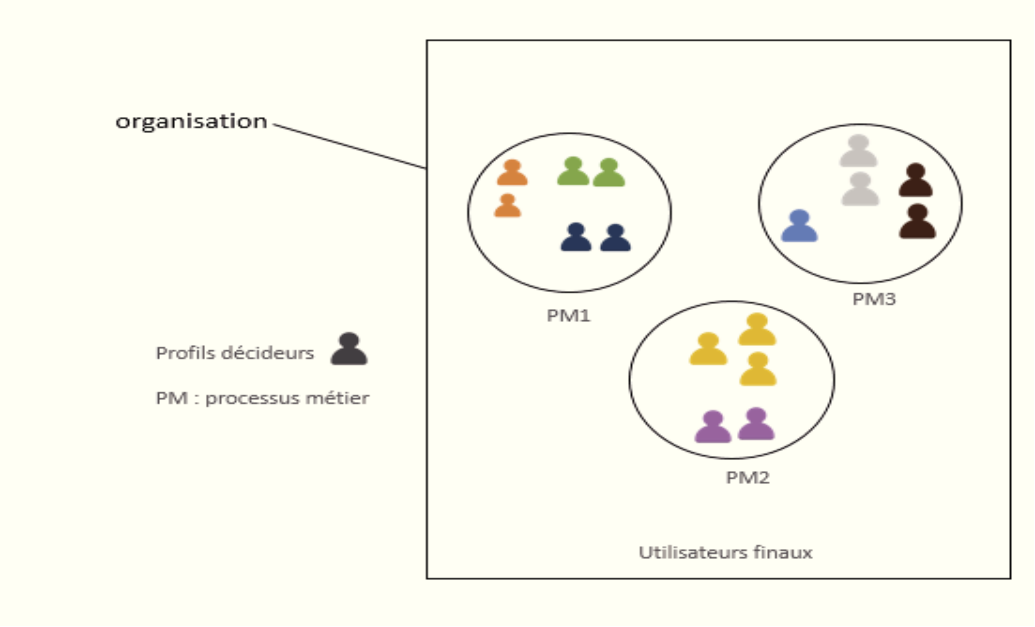


Figure 41. Catégorisation des utilisateurs par profils décideurs et par processus métiers organisationnel

Les utilisateurs finaux (UF) sont l'ensemble des décideurs de l'organisation. Ils sont présents dans chaque processus métier (PM) de l'organisation. Pour développer le SIAD nous avons regroupé les mêmes profils décideurs (PD) représentés de la même couleurs sur le schéma précédent dans chaque processus métier afin d'identifier les problèmes de décision communs qui se posent à eux et que le futur artefact va aider à résoudre.

	Les utilisateurs finaux (UF)
PM1	{PD1…PDn}
…	…
PMn	{PD1…PDn}

Figure 42. Modèle de catégorisation des utilisateurs finaux du SIAD

- **Le porteur du produit « PP »** est à la fois le product owner «PO » comme présenté dans les méthodes agiles (Schwaber, 2001) et ergonome comme présenté dans l'IHM (ISO, 2010) c'est-à-dire qu'il est le commanditaire du produit pour lequel il fournit une vision qui est partagée avec l'ensemble de l'équipe. Il est responsable de la définition

des spécifications du produit en terme de problèmes de décision à résoudre. Les problèmes de décision sont identifiés par les utilisateurs finaux et le porteur du produit a comme rôle de les analyser et les formaliser pour en déduire les spécifications fonctionnelles de l'artefact à développer. Par conséquent, il a aussi un rôle d'analyste et de cogniticien, dont les compétences sont proches des sciences humaines, comme présenté dans le domaine de l'ingénierie des systèmes de connaissances (Caulier, 1997). Le cogniticien dans le domaine de l'ISC a pour rôle de recueillir et analyser les connaissances expertes et élaborer ensuite des modèles pour les formaliser. Le seul point divergeant avec le domaine de l'ISC concerne l'utilisation des connaissances expertes. En effet, dans notre cas, les connaissances des experts (décideurs et futurs utilisateurs) sont recueillies non pas dans le but de les formaliser et codifier pour « automatiser les décisions » mais pour aider au « développement du système interactif d'aide à la décision ». Enfin, comme pour l'ergonome dans le domaine de l'IHM, le porteur du produit est le plus compétent pour avoir un dialogue structuré avec l'utilisateur. Ce dialogue lui permet d'émettre des recommandations fonctionnelles du système sous l'angle de son interaction avec l'utilisateur. Il peut aussi contribuer aux évaluations du système tout au long du projet. Le PP maintient ainsi le lien entre les utilisateurs et l'équipe de développeurs, il est à la fois dans le domaine du problème et de la solution.

- **Un concepteur interface utilisateur (CIU) :** appelé aussi l'expert UX (User eXperience) , le CIU a une place très importante dans le projet de développement d'un SIAD. Il aide ainsi en amont le PP pour mener à bien des recherches sur les utilisateurs et leurs contexte. De ce fait, il a une vision globale du projet et des objectifs fonctionnels sur la base de données issus d'utilisateurs réels. Le CIU travaille aussi en collaboration avec les concepteurs techniques, il s'assure du bon maintien des spécifications relatives aux utilisateurs d'un point de vue global (Najafi M., 2008). Le CIU doit se conformer à toutes les règles et au rythme des concepteurs techniques pour livrer un produit en temps et lieu au commanditaire.
- **L'équipe de concepteurs techniques (ECT)** est constituée d'informaticiens en charge de la réalisation technique de l'artefact. Elle comprend un leader technique et les ingénieurs développeurs. Le leader technique est le chef d'équipe responsable de la

planification des sprints (des itérations) du projet informatique. Il est en charge de définir et de répartir les tâches entre les ingénieurs informaticiens. L'équipe s'organise elle-même dans le but d'optimiser sa productivité, sa flexibilité et d'accroître ses compétences pour y parvenir.

- **Le comité de pilotage ou comité directeur (CP)** : oriente, définit les finalités et arrête des stratégies pour l'ensemble des aspects du projet. Ce groupe a une fonction de contrôle de projet d'un point de vue stratégique et commercial.

Le tableau ci-dessous montre le degré d'implication de chaque partie prenante, à chaque étape de notre processus d'analyse des besoins et des exigences :

Acteurs / **Etapes du processus**	*Utilisateurs finaux*	*Porteur du produit*	*Concepteur d'interface utilisateur*	*L'équipe de concepteurs techniques*	*Le comité de pilotage*
Elicitation des problèmes de décision	●	●	●	○	●
Evaluation des problèmes de décision et des besoins informationnels	●	●	◉	○	○
Spécification des exigences	◉	●	●	●	○
Validation ultime des exigences	●	●	●	◉	●

● Contribution majeure (rôle moteur)
◉ Contribution mineure (rôle participatif)
○ Se tient informé

Tableau IX. Le niveau d'implication des acteurs à chaque étape du processus d'analyse des besoins et des exigences

En terme d'acteurs intervenant lors du processus d'analyse des besoins et des exigences, les utilisateurs finaux sont des acteurs fortement impliqués avec le porteur du produit, ils valident le passage d'une étape à une autre. Dans les approches qu'on a vues dans l'état de l'art, l'utilisateur n'intervient pas de façon régulière pour évaluer l'avancement du processus ou les produits partiels fonctionnels à l'issue de chaque itération. Ces évaluations par les utilisateurs ne sont pas clairement décrites ni en fréquence, ni en gestion de l'organisation de ces retours utilisateurs. Pourtant comme le souligne Ambler (2008), les méthodes agiles garantissent d'avoir un produit fonctionnel qu'il est possible d'utiliser pour faire passer des tests à des utilisateurs pour la validation ultime des exigences, c'est pourquoi nous faisons appel aux concepteurs informaticiens et au CIU lors de la phase de spécification des exigences afin de construire une vision globale du système. D'un autre côté, on a la participation du concepteur d'interface utilisateur ou l'expert UX du début à la fin du processus d'analyse des besoins et des exigences, cela renvoie à l'importance de porter un regard sur l'utilisateur et son interaction avec l'artefact. Le comité de pilotage quant à lui intervient pour valider les grandes trajectoires stratégiques à l'amont puis à la fin du processus d'analyse des besoins et des exigences.

Pour résumer, les personnes concernées, activement ou passivement, directement ou indirectement, par l'élaboration et la mise en œuvre du futur SIAD devraient être considérées comme des parties prenantes (Sharp & *al*., 1999). Par conséquent, les intervenants peuvent comprendre différents clients dans le cas d'un éditeur informatique. Nous aborderons cette spécificité dans la partie « application terrain ».

b) Identification des processus sensibles et des activités critiques

Une organisation est caractérisée par un ensemble d'activités qui contribuent à des processus finalisés par sa mission. Les acteurs décideurs qui font intégralement partie de ces processus ont des problèmes de décision. Pour comprendre ces problèmes, il nous est paru important d'avoir une vision détaillée des activités critiques qui favorisent leur apparition dans chaque processus métier sensible. Pour ce faire, nous intégrons la méthode GAMETH® dans une démarche de conception de systèmes d'information numériques « le SIAD ».

La méthode GAMETH® constitue un cadre méthodologique structuré dans la mesure où elle permet de clarifier les problèmes déterminants de l'entreprise et favorise la construction d'une

vision commune de ces problèmes par les différents acteurs impliqués dans chaque processus métier (Damart S., Pachulski A., 2002).

Selon Jean-Louis Peaucelle, la phase d'analyse des besoins et des exigences correspond à ce qu'il appelle « *la découverte progressive du problème* » (Peaucelle , 1999), qui se produit en phase de conception de système d'information et qu'il décrit ainsi : « *En travaillant sur un problème, on découvre progressivement toute son étendue. Le projet se découvre en se faisant. Le problème s'élargit et s'approfondit au fur et à mesure qu'on y consacre des moyens et qu'on dispose de temps. Il faut hiérarchiser les fonctions demandées au système, distinguer ce qui est important, ce qui permettra de gagner de l'argent, ce qui est plus stable, plus répétitif* ». Bien que l'application de GAMETH® ne soit pas nécessairement finalisée par la conception d'un système d'information numérique, son intégration dans une phase d'analyse des besoins et des exigences doit permettre de repérer des connaissances nécessaires à l'identification et la résolution des problèmes de décision déterminants, auxquels sont confrontés les acteurs de l'entreprise dans leurs activités. Le SIAD développé par la suite permettra à l'acteur décideur d'accéder aux connaissances nécessaires à la résolution des problèmes de décision rencontrés dans l'exercice de ses activités.

La démarche de modélisation des processus de GAMETH® est issue du constat que les processus décrits dans les nombreuses procédures définissant les règles d'action et les modes opératoires, diffèrent fréquemment des processus réels vécus par les acteurs. La démarche consiste à construire la représentation des processus à partir des connaissances partielles qu'en ont les acteurs au travers des activités réelles qu'ils sont amenés à exercer. La granularité de la représentation des activités s'arrête lorsque toutes les parties prenantes en ont la même compréhension. Dans ce sens les représentations des processus et activités sont les résultats d'une co-construction, menée par les acteurs décideurs impliqués dans les processus. L'avantage de cette approche constructiviste est qu'elle permet d'obtenir un engagement collectif, un consensus fondé sur une représentation des processus induisant une grande commensurabilité des schémas d'interprétation des acteurs. Cela est primordial pour identifier les problèmes de décision et décider de la validité des solutions permettant leur résolution.

Pour conclure, la méthode GAMETH® permet de faciliter l'identification des problèmes de décision en modélisant et décortiquant les processus sensibles et les activités critiques reconnues collectivement comme génératrices de problèmes de décision.

c) L'identification des problèmes de décision

Une fois les processus sensibles et les activités critiques identifiés, il est plus facile d'identifier les problèmes de décision déterminants auxquels font face les utilisateurs et décideurs. Ces problèmes de décision sont les problèmes qui fragilisent leurs activités critiques dans chaque processus métier.

Comme nous l'avons précisé auparavant, dans chaque processus métier il existe plusieurs profils de décideurs. Un groupe de même profil décideurs est constitué de personnes ayant des compétences et des rôles spécifiques dans le processus. Ces personnes ont la particularité d'avoir une forte commensurabilité de schémas d'interprétation. Ceci va leur permettre au travers du dialogue d'identifier et de formaliser collectivement leurs problèmes de décisions grâce au mécanisme d'externalisation du modèle SECI de Nonaka & Takeuchi. Nous proposons le modèle suivant pour systématiser l'identification et la formalisation des problèmes de décision présent dans chaque processus métier de l'organisation. Il s'agit du modèle d' « identification des problèmes de décision » :

<table>
<tr><td colspan="4">Domaine métier :</td></tr>
<tr><td colspan="2">Processus métier 1</td><td>……</td><td>Processus métier n</td></tr>
<tr><td>Profil décideurs 1</td><td>……</td><td>Profil décideurs n</td><td></td></tr>
<tr><td>Liste des problèmes de décision</td><td></td><td>Liste des problèmes de décision</td><td></td></tr>
</table>

Figure 43. modèle d'identification des problèmes de décision

Les techniques d'élicitation des problèmes de décision

Dans notre approche nous proposons des techniques d'élicitation pour comprendre le contexte d'apparition des problèmes de décision puis pour aider les utilisateurs finaux à bien les identifier et ainsi les valider collectivement. Ces techniques sont choisies en fonction des facteurs

organisationnels, contraintes humaines, du niveau de détails attendu et enfin du domaine métier. De façon générale, une technique est une manière de faire quelque chose ou une méthode pratique appliquée à une tâche particulière (Farlex, 2006).

- ***Les techniques de compréhension du contexte***

Afin de comprendre le contexte et délimiter le domaine d'intervention nous avons utilisé des techniques conversationnelle, observationnelles et d'enquête.

- Les techniques conversationnelles telles que l'interview (Agarwal & Tanniru, 1990) sont des techniques d'évaluation très répandue durant laquelle une ou plusieurs personnes posent des questions à un ou plusieurs acteurs et/ou experts afin de rassembler de l'information et des connaissances sur un sujet particulier. Dans notre cas le porteur du produit doit avoir une forte capacité à gérer une discussion et à l'entretenir avec les différents utilisateurs finaux afin de comprendre leurs activités et leur processus métier;
- Les techniques observationnelles (Wixon & Ramey, 1996) fournissent un moyen pour enrichir et développer la compréhension du domaine. Elles sont utilisées ici pour comprendre les activités critiques des futurs utilisateurs qu'ils ont exprimé un besoin d'aide à la décision dans leur processus métier. Ce sont des techniques bien adaptées lorsque les utilisateurs ne sont pas en mesure de formuler leur besoin d'aide à la décision ou qui n'en sont pas conscients. Le porteur du produit découvre par la pratique comme dans le cadre d'un stage d'apprentissage le rôle et les activités de chaque profil décideur et utilisateur final du futur artefact. Il peut aussi s'appuyer sur la documentation des processus ;
- Les techniques d'enquête (Zheying, 2007) sont des sondages réalisés grâce à des questionnaires ou des formulaires préétablis. Elles permettent dans notre cas de prioriser les processus sensibles à étudier et par conséquent délimiter notre domaine d'intervention selon le résultat obtenu et cela, toujours en partant du postulat que ce sont les clients et utilisateurs finaux qui sont les plus à même de définir l'ordre de priorité.

- ***Les techniques d'identification des problèmes de décision***

Afin d'aider les utilisateurs finaux à identifier leurs problèmes de décision, nous nous sommes inspiré des techniques d'explicitation des modèles mentaux issues des sciences de la psychologie cognitive, l'anthropologie, la sociologie et la linguistique (Nuseibeh & Easterbrook, 2000). Jones & *al*. (2011) ont démontré que les modèles mentaux pouvaient être explicités pour les raisons suivantes :

- étudier les similarités et différences de compréhension entre différents individus et améliorer la communication ;
- améliorer la compréhension globale d'un système ;
- créer une représentation collective d'un système afin d'améliorer les processus de prise de décision ;
- développer des connaissances plus robustes socialement pour supporter les négociations;
- etc.

Nous avons noté que la recherche en gestion organisationnelle (Langan-Fax & *al*., 2001) s'est intéressée au degré de compréhension partagée parmi un groupe d'individu: l'existence d'un modèle mental partagé entre les membres d'un groupe étant nécessaire pour assumer l'efficacité de son fonctionnement. Le modèle mental est construit et partagé par des individus qui interagissent ensemble dans un groupe, c'est pourquoi nous avons choisi d'adopter la construction d'une histoire collective et le « *focus group* » comme techniques pour expliciter les problèmes de décision.

Construction d'une histoire collective (Acosta & Guerrero, 2006)

Il s'agit d'une activité collective de construction d'une histoire à laquelle participent plusieurs personnes qui contribuent, avec leurs souvenirs et interprétations, aux expériences vécues. Un contexte partagé d'une tâche exécutée ou une activité par un groupe peut être "élicitée" et représentée à travers cette technique car elle aide à identifier, représenter et rendre explicites les éléments contextuels liés aux événements de la tâche décrite dans l'histoire, et cela, dans le but d'établir les bonnes relations entre les éléments (Santoro & Brezillon, 2005). Pendant que les membres d'une équipe contribuent à créer une histoire concernant un travail ou une situation

expérimentée par eux, ils peuvent progressivement en rajouter, poser des questions, faire des corrections et des commentaires et aussi faire des objections. Une phase de négociation peut être envisagée, si cela est nécessaire, pour faire des contre-propositions, les accepter ou les rejeter. Cette technique exige des participants de même profil (c'est-à-dire exerçant les mêmes activités au sein d'un même processus métier). Cette technique a pour objectif d'expliciter les activités critiques communes aux utilisateurs finaux dans le but d'identifier plus facilement les problèmes de décision qui s'y posent.

Le focus groupe

Un focus group (groupe de convergence) (Krueger, 1994) désigne une discussion de groupe structurée en plusieurs phases et selon un script assez précis, défini par un modérateur en collaboration avec l'équipe responsable du projet. Dans notre cas le modérateur est le porteur du produit qui est le lien entre les utilisateurs finaux et les concepteurs du système.

Un focus group rassemble différentes personnes sélectionnées selon des critères établis par l'équipe de projet. Dans notre cas ce sont les groupes de décideurs de mêmes profils. Ces participants sont invités à faire part de leurs réflexions à propos des problèmes de décision qui se posent dans leur processus métier, sur la base de leur opinion et expérience personnelle.

Le principe du *focus group* est d'amener chaque participant à se situer et à réagir par rapport aux opinions et aux affirmations des autres. Cela permet d'aller plus en profondeur qu'avec des *interviews.*

Le *focus group* est une technique de négociation de groupe qui va nous permettre de découvrir non seulement les problèmes de décisions nécessaire à traiter, mais aussi pourquoi il est nécessaire de les résoudre » (Graham, 1998).

En effet, c'est grâce à l'interaction propre aux *focus groups* que chacun peut expliciter sa vision et son opinion selon son propre langage. Les spécificités de vocabulaire propres à un groupe d'acteurs peuvent d'ailleurs avoir leur utilité et méritent d'être recueillies.

Généralement, plusieurs *focus groups* (le plus souvent entre 3 et 10) sont menés jusqu'à ce que l'on atteigne un point où l'information recueillie s'avère redondante, c'est-à-dire qu'elle ne livre plus rien de substantiellement nouveau par rapport à ce qui a déjà été dit.

Par rapport aux *interviews,* les *focus groups* sont donc utiles pour :

- Prendre connaissance et évaluer la diversité des vues et opinions sur un sujet (dans notre cas les problèmes de décision communs) ;
- Donner aux participants la possibilité d'exposer et d'expliquer leurs problèmes ;
- Déterminer le degré de consensus existant sur tous les problèmes de décision.

D'autres techniques supports à l'élicitation des problèmes de décision

Il existe d'autres techniques qui peuvent être utilisées comme support aux techniques d'élicitation présentées ci-dessus. Parmi celles-ci, nous avons :

- La liste de contrôle (*check-list*)
  - Vérification de la liste des parties prenantes ;
  - Liste de contrôles spécifiques au domaine pour les exigences existantes (normes, etc.)
- L'enregistrement audio et vidéo
  - Les enregistrement audio et vidéo sont utilisés lorsque les parties prenantes ne sont pas toujours disponibles ou lorsque le budget est réduit.
- Les cartes heuristiques (*mind mapping*)
  - Utilisées pour organiser et structurer des informations de façon simple
  - Souvent en préparation d'atelier collaboratif

Une fois les problèmes de décision identifiés collectivement par les utilisateurs finaux et décideurs (mécanisme d'externalisation), ils sont explicités et formalisés puis diffusés et assimilés par le reste des parties prenantes (mécanisme d'internalisation) selon le modèle SECI de Nonaka et Takeuchi (1995)

4.2.2.2. La classification et la formalisation des problèmes de décision

"*Formaliser pour permettre d'améliorer la communication dans un groupe et augmenter la commensurabilité de leur schéma d'interprétation*" (Arduin, 2013) est une hypothèse qu'on cherche à valider.

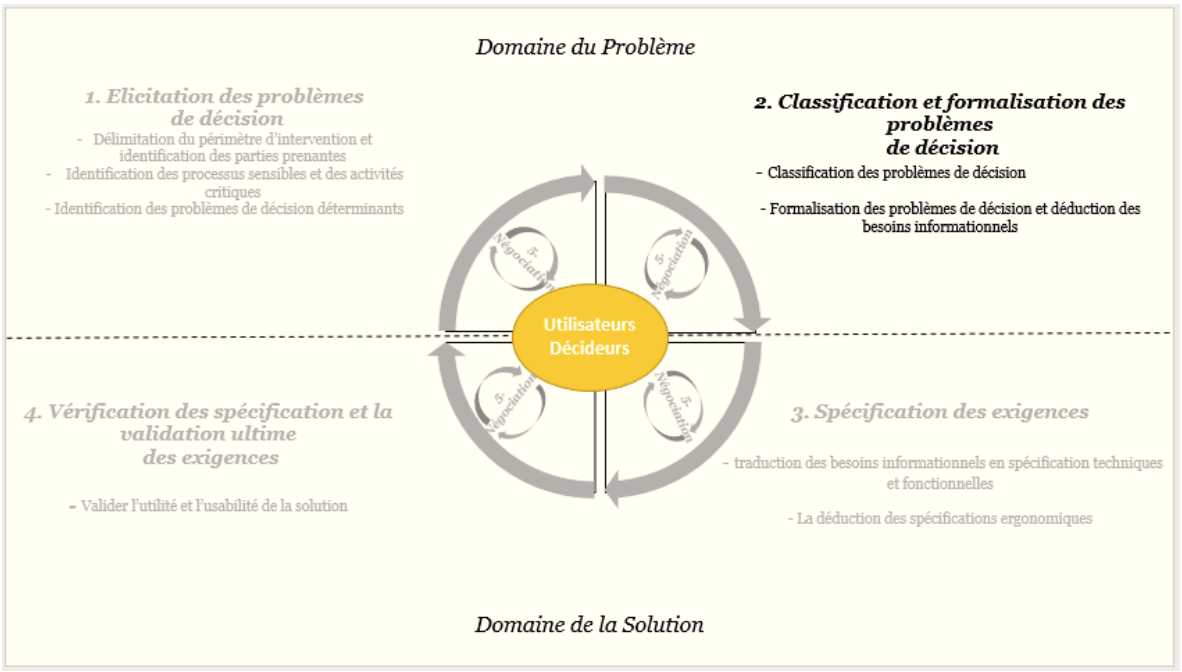


Figure 44. L'étape de classification et de formalisation des problèmes de décision

La classification et la formalisation des problèmes de décision est une activité complexe qui a besoin d'être explicitée et développée pour simplifier la tâche d'analyse aux concepteurs de SIAD.

La classification des problèmes de décision consiste à organiser ces derniers suivant des règles de raffinement, de spécialisation et de généralisation. Cette classification va nous permettre de maintenir une analyse simple et systématique des problèmes de décision, d'expliciter les liens entre les problèmes dans un contexte donné et d'en déduire les besoins informationnels afin de faciliter la mise en place du schéma conceptuel du SIAD.

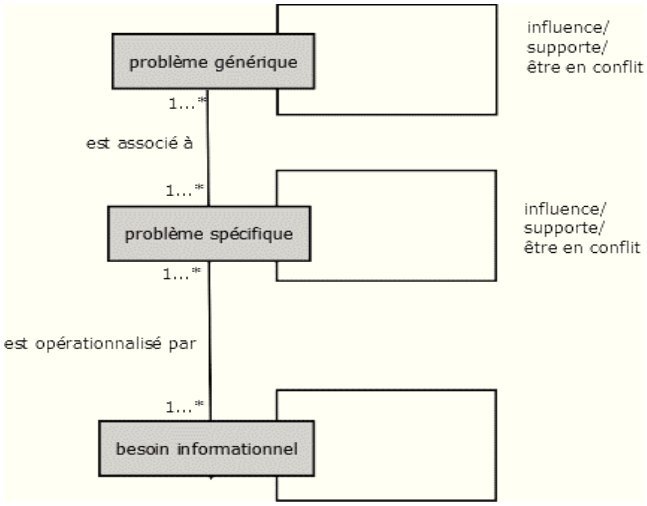


Figure 45. Modèle de classification des problèmes de décision pour le développement de SIAD

Le processus de classification des problèmes de décision s'articule autour de trois niveaux : d'abord, la répartition des problèmes de décision identifiés en problèmes génériques ; ensuite, l'association de chaque problème générique à un ensemble de problèmes spécifiques ; enfin, l'association de chaque problème spécifique à un ensemble de besoins informationnels. Un besoin informationnel est un besoin formulé par des décideurs en termes d'informations recherchées. Ces besoins informationnels sont porteurs d'indicateurs fondamentaux pour la construction de l'architecture technique de notre SIAD. Dans ce qui suit, nous décrivons chacun de ces niveaux.

a) Classification des problèmes de décision identifiés sous forme de problèmes génériques

Une fois que les utilisateurs ont identifié leurs problèmes de décision communs, on procède à leur classification en se référant aux travaux de Longueville (2003). Comme évoqué précédemment, il existe selon l'auteur cinq types de problèmes de décision génériques distincts : de description; d'explication, de diagnostic, de prédiction et de prescription.

Domaine métier				
Processus métier				
Liste des problèmes de description	Liste des problèmes d'explication	Liste des problèmes de diagnostic	Liste des problèmes de prédiction	Liste des problèmes de prescription

Figure 46. Modèle de classification des problèmes de décision sous forme de problèmes génériques

b) Association de problèmes génériques à des problèmes spécifiques

Après la classification des problèmes de décision en cinq types génériques (de description, d'explication, de diagnostic, de prédiction et de prescription), nous procédons à l'association à chaque problème générique, de l'ensemble des problèmes spécifiques qui lui sont attachés. Cette association se réalise selon le modèle suivant:

Domaine métier				
Processus métier				
Problème de description	Problème d'explication	Problème de diagnostic	Problème de prédiction	Problème de prescription
Liste des problèmes spécifiques	Liste des problèmes spécifiques	Liste des problèmes spécifiques	Liste des problèmes spécifiques	Liste des problèmes spécifiques

Figure 48 : Modèle d'association des problèmes de décision génériques aux problèmes de décision spécifiques

c) Modèle d'association des problèmes spécifiques aux besoins informationnels

Après l'établissement des modèles d'association des problèmes génériques aux problèmes spécifiques, nous procédons de la même manière en associant chaque problème spécifique à l'ensemble des besoins informationnels qui lui sont attachés selon le processus sensible.

Cette association s'effectue selon le modèle suivant :

Domaine métier				
Processus métier				
Problème générique				
Problème spécifique 1	Problème spécifique 2	Problème spécifique 3	…	Problème spécifique n
Liste des besoins informationnels	Liste des besoins informationnels	Liste des besoins informationnels	Liste des besoins informationnels	Liste des besoins informationnels

Figure 47. Modèle d'association des problèmes de décision spécifiques aux besoins informationnels

Le modèle, établi ci-dessus sert comme base de collecte des besoins informationnels associés à un problème spécifique. L'ajout d'un nouveau besoin informationnel s'effectue d'une manière itérative. De plus, les besoins informationnels sont exprimés en langage naturel suivant un modèle linguistique.

4.2.2.3. La spécification des exigences du système

«*Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement et les mots pour le dire arrivent aisément* ». Boileau (1674), Il illustre bien ce que l'on attend d'une bonne spécification des exigences.

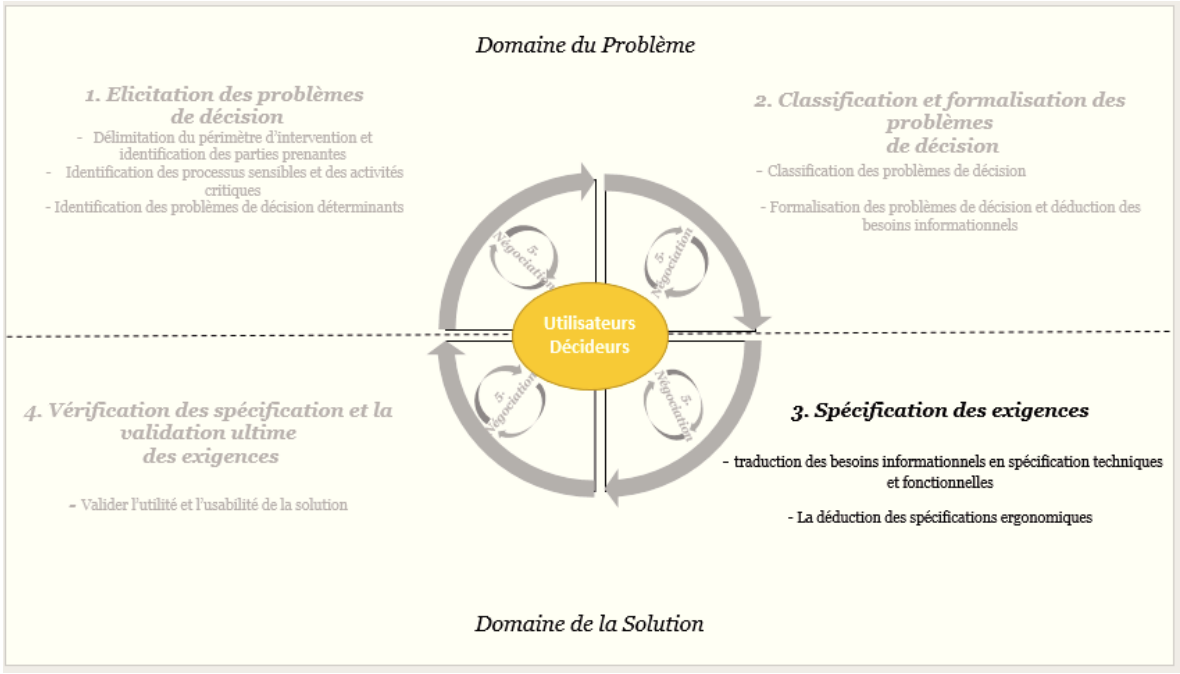


Figure 48. L'étape de spécification des exigences

A cette étape, le porteur du produit travaille en collaboration avec le concepteur de l'interface utilisateurs et l'équipe technique pour définir les composants du système. Le SIAD qu'on prévoit de développer a pour but de résoudre les problèmes de décision identifiés à l'étape précédente par les futurs utilisateurs de l'artefact et décideurs. Les composants techniques fonctionnels et ergonomiques sont alors spécifiés à partir des besoins informationnels .

Les besoins informationnels une fois déduits, sont traduits en exigences système. Une même exigence peut être déduite à partir d'un ou de plusieurs besoins informationnels.

Les exigences du système représentent ses spécifications fonctionnelles et techniques mais aussi ses spécifications ergonomiques.

a) La déduction des spécifications fonctionnelles et techniques

L'écriture d'un besoin informationnel nécessite une formulation restant compréhensible par toutes les parties prenantes du SIAD.

Dans ce sens, un besoin informationnel est formulé en langage naturel suivant une approche linguistique initialement développée par (Prat, 1999). Suivant cette approche, le besoin est formulé par un verbe, suivi d'une cible et d'un ou de plusieurs paramètres. Ainsi, la figure suivante représente la structure d'un besoin informationnel :

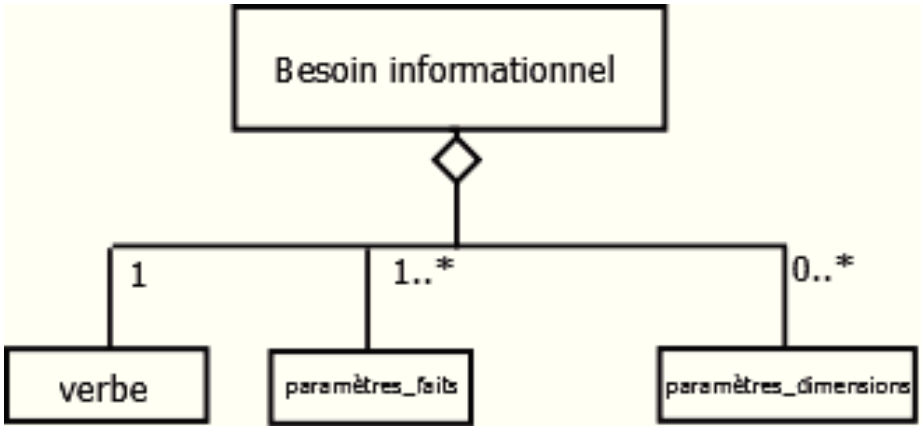


Figure 49. Modèle sémantique proposé pour représenter un besoin informationnel (adapté de « Prat, 1999 »)

Pour aider à la découverte des indicateurs d'aide à la décision et permettre la déduction de l'architecture technique de l'artefact et son schéma multidimensionnel, nous proposons de

simplifier et d'expliciter clairement les paramètres des besoins informationnels formulés. Ainsi, nous avons redéfini la structure de besoin informationnel en introduisant la notion des paramètres_faits et paramètres_dimensions.

Une table de fait est un ensemble de données structurées, composé de champs de type mesure (les faits). Les dimensions quant à elles correspondent aux axes d'analyse.

Chaque besoin informationnel sera formulé avec un «verbe», une section nommée «Paramètres_faits» qui contient les paramètres composant la table des faits et une deuxième section nommée «Paramètres_dimensions» qui comporte les paramètres des tables des dimensions.

Afin de faciliter la tâche aux développeurs, nous proposons le modèle de formalisation suivant qui permet d'extraire facilement les données utiles à modéliser :

Domaine métier		
Processus métier		
Problème générique		
Problème spécifique		
Verbe	Paramètres_faits	Paramètres_dimensions
V1	PF1	PD1
V2	PF2	PD2
V3	PF3	PD3

Figure 50. Modèle de formalisation des besoins informationnels

Une fois la déduction des spécifications techniques et fonctionnelles à partir des besoins informationnels, il est important de spécifier les exigences ergonomiques car par définition le système que nous allons développer est interactif et son efficacité va dépendre aussi de l'interaction de l'homme avec la machine.

b) La déduction des spécifications ergonomiques

Suite à la déduction des spécifications fonctionnelles et techniques, une étape de déduction des spécifications ergonomiques sous forme de scénarios de résolution de problèmes de décision est mise en place. De façon générale, un scénario permet de fournir :

- Une simplicité et accessibilité aux acteurs (Carroll, 1995) ;
- Un langage commun pour tous les participants facilitant la coopération ;
- Une intégration de points de vue multiples ;
- Un Catalyseur de la participation des acteurs, de leur créativité et des implications dans le choix de conception (Ackoff, 1979) ;
- Une concrétisation du produit et flexibilité. (Carroll, 1995).

Les spécifications ergonomiques permettent de définir la structure de l'interface que souhaite rencontrer l'utilisateur.

Notre fragment d'exigence représente un couple «problème-scénario » dans lequel le problème de décision est explicité par l'usager tandis que le scénario décrit un comportement possible du système pour le résoudre. Le scénario est représenté sous forme de maquettes.

Les scénarios sont perçus comme étant des approches faciles à utiliser. Une enquête a montré que les scénarios sont utiles en particulier là où la modélisation abstraite n'aboutit pas à des résultats satisfaisants : 90% des entreprises interrogées ayant choisi d'appliquer des approches à base de scénarios l'ont fait pour échapper aux difficultés rencontrées dans la pratique des approches conventionnelles et au rejet par les utilisateurs des techniques formelles ou semi-formelles de modélisation conceptuelle (Rolland & *al*., 1999a). Les scénarios aident à raisonner sur des systèmes complexes à partir d'exemples et d'illustrations.

A cette étape une réunion est organisée afin de formaliser, prioriser ou abandonner la spécification d'une ou plusieurs exigences ergonomiques collectivement. Cette réunion va permettre au porteur du produit, qui, avec l'aide du concepteur de l'interface utilisateur, va présenter son travail aux clients et aux développeurs (maquettes). Son travail a consisté à expliciter les problèmes de décision identifiés puis à les formaliser en spécification fonctionnelles et techniques et enfin à les représenter visuellement sous forme de spécifications ergonomiques.

Grâce à cette réunion l'équipe de conception technique peut immédiatement indiquer si les propositions faites par le porteur du produit (PP) et/ou le concepteur d'interface utilisateur (CIU) sont réalisables ou non avec la technologie utilisée et le degré de difficulté de leur réalisation.

Les utilisateurs finaux peuvent aussi demander la réalisation ou l'abandon de l'exigence et lui attribuer une priorité en fonction des besoins et de la difficulté de réalisation.

Les techniques de spécifications des exigences utilisées

Afin de partager et de valider collectivement si les spécifications fonctionnelles, techniques et ergonomiques du futur système sont en adéquation avec les problèmes de décision identifiés en amont par les utilisateurs finaux, des techniques de prototypage, de maquettage et simulation ont été utilisées.

Nous utilisons les deux degrés de prototypage de Nielsen (1993). Ce dernier les distingue selon le niveau d'interaction offert par le prototype:

Le prototype horizontal (ou maquette): correspond au développement de la partie graphique de l'interface homme-machine (IHM) et c'est parfois un simple dessin sur papier.

Le prototype vertical met en œuvre certaines fonctionnalités de l'application afin que l'utilisateur puisse réaliser complètement un scénario typique d'utilisation du logiciel.

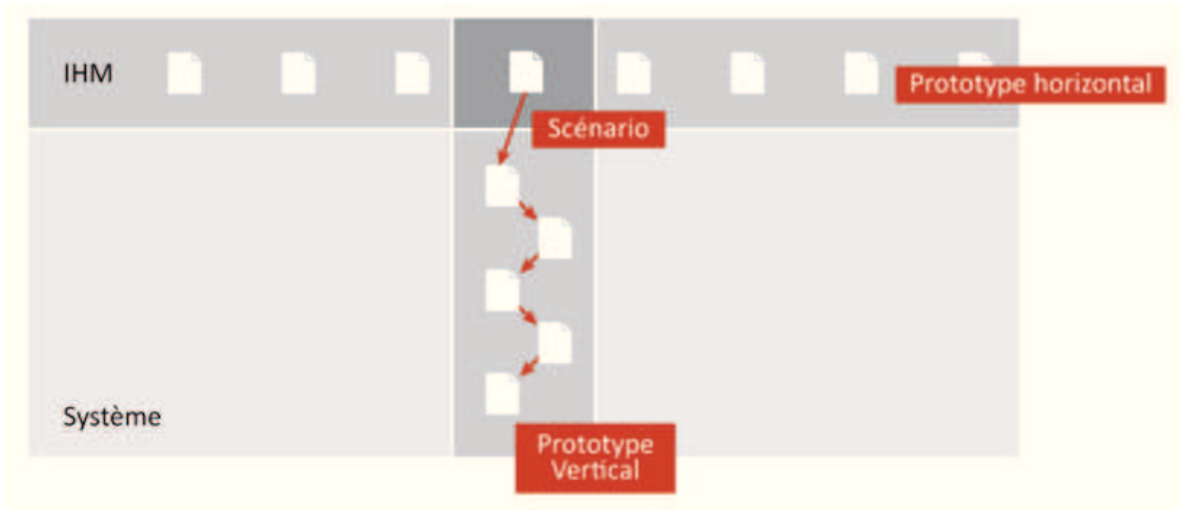


Figure 51. Prototypage et maquettage, adapté de Nielsen (1993)

Une maquette (prototype horizontal) est une première modélisation très simplifiée du problème. la maquette vise à modéliser certains aspects du problème à résoudre de façon plus ou moins précise.

un prototype vertical peut-être statique (on cherche à modéliser les interactions entre différents éléments dont les acteurs), mais il peut être aussi dynamique (on modélisera des comportements simplifiés il sera alors possible de dérouler des scenarios)

La maquette et le Prototype sont un moyen de confronter la vision des différents intervenants et les comportements attendus (figure 52).

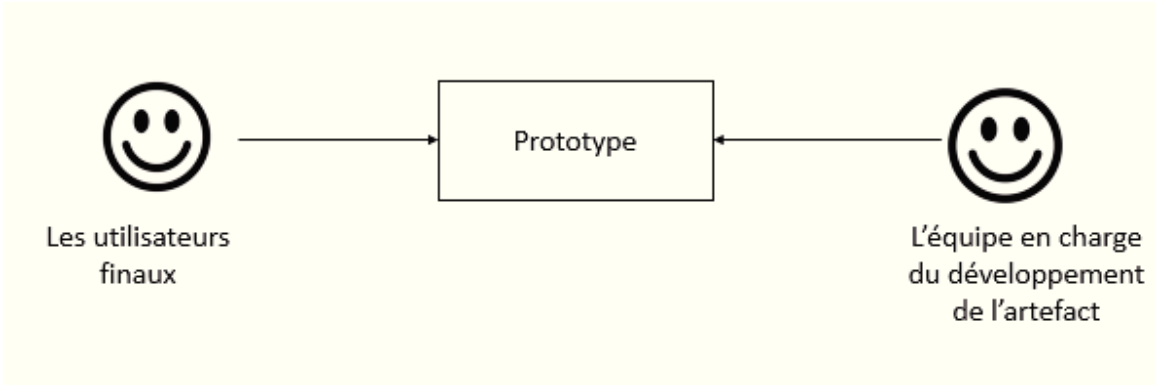


Figure 52. Prototypage pour la spécification des exigences

Les différentes parties prenantes du projet doivent valider collectivement les spécifications une fois représentées sous forme de prototype et de maquette.

4.2.2.4. Vérification des spécifications et validation ultime des exigences

L'activité de vérification des spécifications et de validation ultime des exigences est une étape importante en ingénierie des exigences. La vérification porte sur les qualités intrinsèques des exigences, la validation quant à elle, sur les exigences afin de faire en sorte que plus aucun conflit ne soit présent sur les exigences.

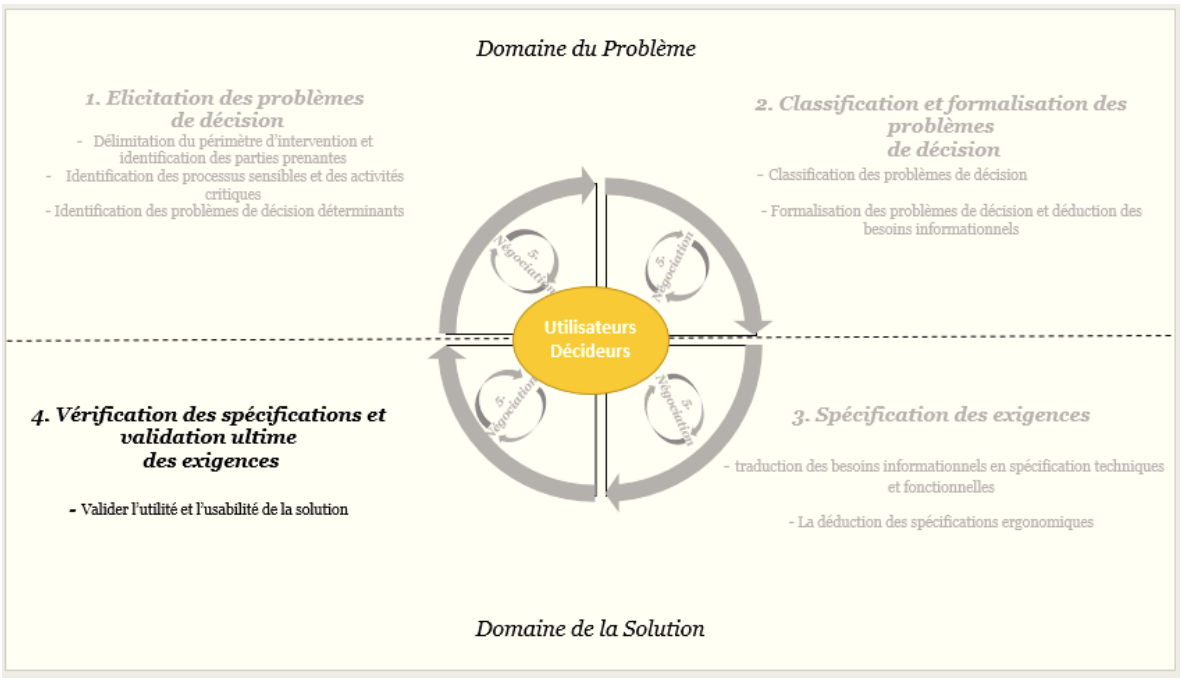


Figure 53. Etape de vérification des spécifications et validation ultime des exigences

L'objectif de cette étape est de s'assurer que le système, tel qu'il sera réalisé à partir des exigences satisfera les utilisateurs finaux en construisant le « bon système ». Ce que nous entendp,s par « bon système » est un système qui réponde à la fois aux attentes d'utilité et d'utilisabilité (ISO, 2010) :

- L'utilité : c'est-à-dire la possibilité d'atteindre le but. L'utilité des exigences spécifiés recouvrent les questions relatives au "quoi" et ''pourquoi'', cela renvoie à la vérification et la validation des aspects techniques et fonctionnels du système ;

- L'utilisabilité : c'est-à-dire la possibilité de mettre en œuvre les moyens, elle est aussi fonction de l'adéquation entre les objectifs des développeurs et ceux des utilisateurs (Spool, 1999). L'utilisabilité recouvre les questions relatives au ''comment'', cela renvoie aux aspects non fonctionnels et ergonomique du système. La vérification et la validation de l'utilisabilité de notre SIAD consiste en une observation du comportement de l'utilisateur en interaction avec le système, puis la mesure de l'efficacité du système suite à une tâche prescrite (Nielsen, 1993).

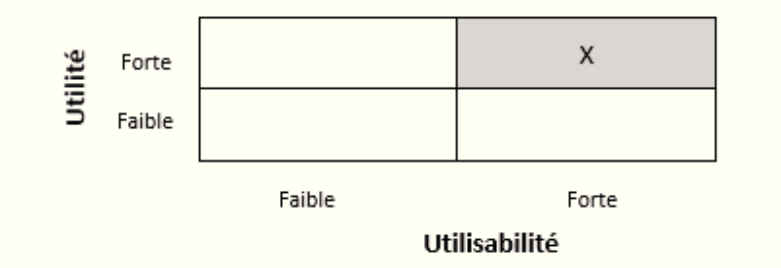


Figure 54. Le degré d'utilité et d'utilisabilité de notre SIAD

Pour résumer, l'utilité et l'utilisabilité renvoient au degré selon lequel notre SIAD peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié (ISO, 2010).

La réalisation d'un système (sous-système/équipement/application) doit prendre en compte les activités permettant de démontrer que le système atteint un certain niveau de qualité. L'atteinte d'un niveau de qualité passe par la démonstration qu'aucun défaut n'a été introduit pendant le développement du produit et que ce dernier apporte des solutions aux problèmes de décision qui ont été identifiés.

Dans le cadre des exigences et de l'étape de vérification de la spécification des exigences, il est nécessaire dans un premier temps de montrer que la spécification des exigences ne contient pas de défauts et que les exigences respectent les critères de qualité. La figure suivante montre la nécessité de vérifier les exigences suite à l'activité de spécification :

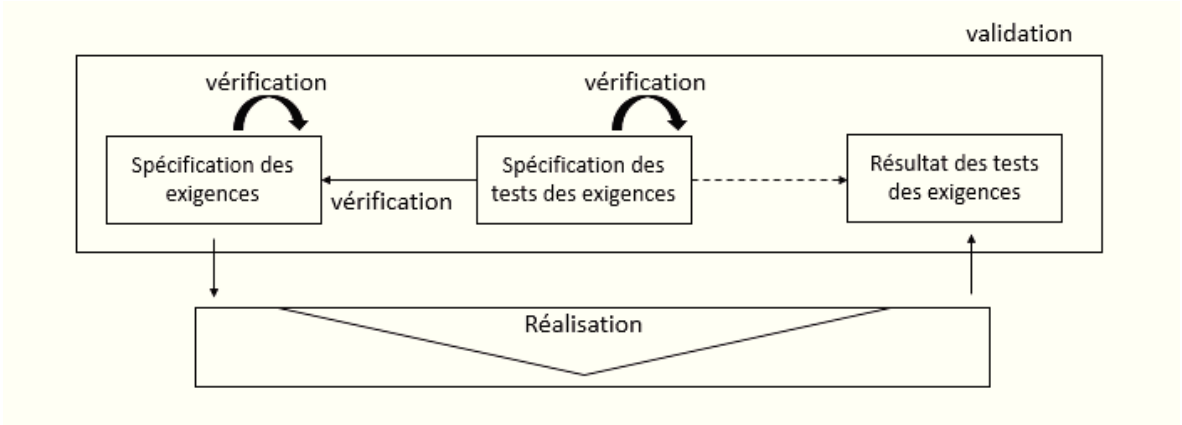


Figure 55. Vérification et validation des exigences

Les exigences identifiées et spécifiées avec les utilisateurs finaux seront la source de tests de validation (fonctionnels et utilisateurs). Ces tests ont pour objectif de progresser dans la compréhension des problèmes de décision auxquels font face les utilisateurs et de vérifier la conformité des solutions pour y répondre; ainsi les points d'amélioration identifiés lors de la vérification vont servir pour la validation ultime des exigences (ISO, 2010).

La vérification et la validation de l'utilité et l'utilisabilité des exigences passent par la mise en place de tests de qualification fonctionnelle et de tests utilisateurs :

- Les tests de qualification fonctionnelle visent à mettre en place les actions permettant de vérifier que le produit ou le système répondent aux performances demandées en terme d'utilité et fonctionnent correctement dans l'environnement cible prévu ;
- Les tests utilisateurs sont des techniques utilisées dans le domaine de l'IHM ; cette technique est essentielle pour valider les aspects ergonomiques car elle permet d'évaluer l'utilisabilité du dispositif et de mettre en présence concrètement les utilisateurs finaux face à ce dispositif. Ce sont ces tests qui nous intéressent tout particulièrement car notre approche d'analyse des besoins et des exigences est centrée multi-utilisateurs. De plus l'artefact qu'on prévoit de développer est un système « interactif » par définition.

La vérification des exigences peut se faire sur la base de simples esquisses d'écrans. elle permet de repérer les premiers écueils et d'obtenir un feedback sur les premiers choix de conception. Puis au fur et à mesure les prototypes seront de plus en plus fonctionnels et ergonomiques. l'objectif consistera alors davantage à vérifier l'utilisabilité de la solution et par conséquent valider si elle permet de répondre aux problèmes de décision identifiés en amont par les utilisateurs finaux. Les tests fonctionnels doivent être réalisés du point de vue des utilisateurs et du porteur du produit (au niveau des intitulés et des contenus) et ne pas comporter de bugs de façon à ce que les utilisateurs puissent se projeter dans l'utilisation. Les tests utilisateurs quant à eux consistent à mettre les utilisateurs en situation d'utilisation du dispositif via la réalisation de scénarios réalistes c'est-à-dire proche de l'utilisation réelle. Nous proposons dans notre approche 3 cérémonies ou réunions de *testing* avec 5 utilisateurs finaux. Nous avons choisis cette fréquence et ce nombre de testeurs en nous basant sur les travaux de Nielsen & Landauer (1993). Selon ces deux auteurs, 5 utilisateurs suffisent pour identifier 85 % des problèmes

d'utilisabilité. De plus, ils précisent qu'une fréquence de 3 tests utilisateurs de 5 personnes apportent plus de valeur qu'un test utilisateurs de 15 personnes. En effet, plus il y a de tests utilisateurs effectués sur un produit, plus la vérification de la structure du produit est approfondie. Le chiffre de 5 utilisateurs pourra cependant être évalué en fonction de l'hétérogénéité des utilisateurs, de la complexité des tâches, et du degré de rigueur du protocole de test. Nous ajoutons aux principes de Nielsen & Landauer notre hypothèse concernant l'importance du travail collaboratif d'identification des problèmes et de validation des solutions et ce, dans le but d'améliorer le produit final. Ainsi, les deux premières cérémonies ou réunions de testing sont collaboratives et la dernière individuelle. Cette dernière réunion de *testing* permettra d'évaluer l'utilité et l'utilisabilité du système pour chaque utilisateur, selon son contexte d'utilisation et son environnement propre. Pour résumer, l'étape de vérification et de validation des exigences doit se faire de façon générale et collaborative puis de façon plus spécifique, dans l'usage du système dans chaque environnement utilisateur.

Une bonne pratique est d'effectuer les tests au plus tôt et de façon itérative, par différentes techniques que nous allons détailler.

Les techniques de vérification et de validation des exigences

Pendant le déroulement des tests le porteur du produit (PP) utilise des techniques conversationnelles ou d'observation pour identifier les problèmes d'utilisabilité auxquels font face les utilisateurs finaux et testeurs :

- L'observation va permettre au porteur du produit de collecter des données objectives sur le comportement des utilisateurs face à l'artefact, les performances de l'outil, les problèmes rencontrés et les chemins empruntés durant la session de test. Ainsi les indicateurs de performance qui en résulte sont : le temps passé à réaliser une tâche, le nombre d'erreurs détectés par les utilisateurs, le nombre d'abandons (pour des raisons de complexité ou d'incompréhension) et le nombre d'améliorations (fonctionnelles ou ergonomiques) suggérées.
- La communication et la technique du "penser à voix haute" consiste à amener les utilisateurs et testeurs à verbaliser soit pendant la réalisation du test soit une fois celui-ci terminé et ainsi interagir d'entrée avec l'équipe de développement pendant la réunion

ou la cérémonie de brainstorming[13]. L'objectif étant d'obtenir des informations sur les processus mentaux à l'œuvre et ainsi de mieux comprendre ce qui est ou a été observé.

L'analyse des résultats des tests fonctionnels et utilisateurs permet d'identifier les problèmes d'utilité et d'utilisabilité, de les interpréter et de proposer ensuite des pistes d'amélioration. Dans notre approche nous voulons donner de l'importance au travail d'équipe. Pour cela nous souhaitons que le travail proposé à chaque étape du processus d'analyse des besoins et des exigences, soit le travail de l'ensemble des parties prenantes du projet (l'équipe en charge du développement du système mais aussi les utilisateurs finaux). C'est pourquoi une phase de négociation intervient à chaque étape de notre processus d'analyse des besoins et des exigences et sera décrite dans le paragraphe suivant.

4.2.2.5. La négociation

Notre processus d'analyse des besoins et des exigences comprend un ensemble de négociations entre les parties prenantes à chaque étape du process. De la revue de littérature de Daoudi (2010), il apparaît que la négociation entre les différentes parties prenantes est une composante de la collaboration et un facteur décisif pour un bon pilotage des projets innovants. La forme la plus aboutie de cette collaboration constitue une résolution collective des problèmes à travers une intelligence collective (Boughzala, 2007).

[13] *Le brainstorming* (remue-méninges) (Osborn, 1979) consiste à rassembler un groupe de personnes choisies à qui l'on demande d'exprimer librement leurs idées, pensées et intuitions sur un ou plusieurs thèmes. Un animateur gère la rencontre et prend note des idées émises, qui seront, par la suite, analysées, classées et éventuellement approfondies.

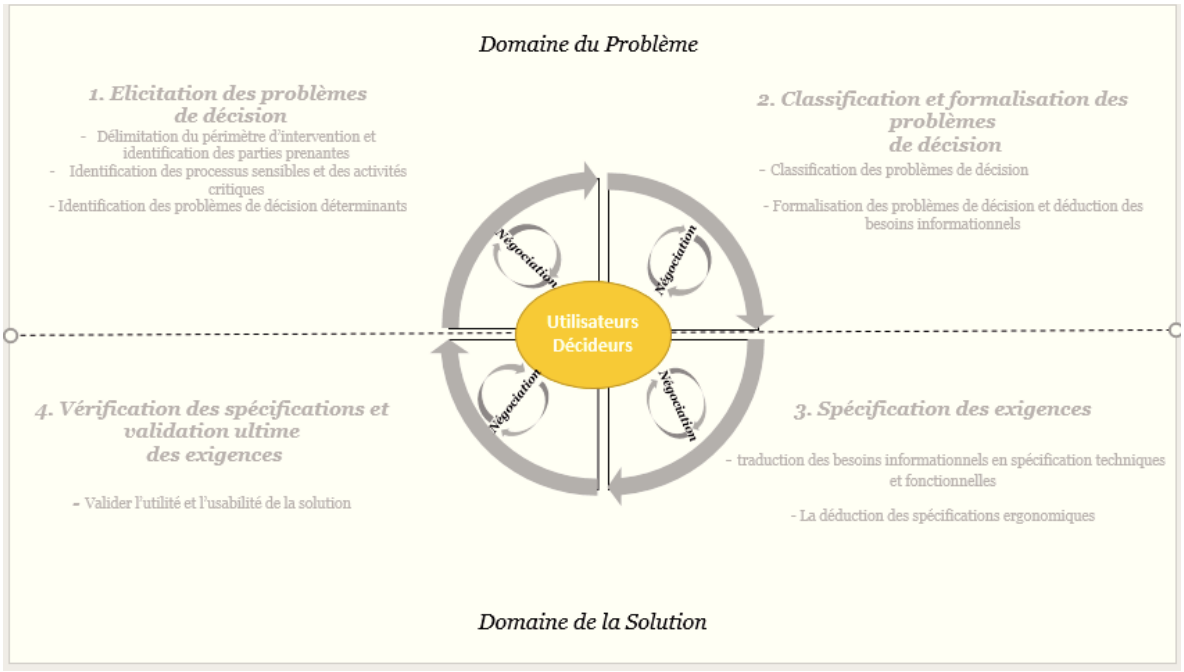


Figure 56. L'étape de négociation

Le but de la négociation dans le processus d'analyse des besoins et des exigences est d'arriver à un accord sur une compréhension partagée des problèmes puis envisager des solutions innovantes pour les résoudre ensemble.

Les techniques de négociation utilisées

Lorsque les problèmes de décision des utilisateurs finaux sont incompatibles avec les spécifications du système on se retrouve face à un conflit. Pour éviter que cela n'arrive, le porteur du produit met en place des techniques de négociation. D'abord, pour identifier et formaliser les problèmes de décision lorsqu'on se retrouve dans le "domaine du problème" ensuite pour valider les spécifications du système lorsqu'on se retrouve dans le "domaine solution".

Les techniques utilisées sont qualifiées de « techniques de groupe » : ces techniques cherchent à favoriser l'accord des parties prenantes tout en favorisant la dynamique de groupe (Nuseibeh & Easterbrook, 2000). Nous citons comme exemple *le focus group*, la construction d'une histoire

collective et le *brainstorming*. Ces techniques peuvent se faire de façon informelle mais aussi en utilisant un outil support de groupe communément appelé *GSS (Group Support System*).

Nous avons présenté dans les chapitres précédents les techniques « focus group » et la construction d'une histoire collective. Dans ce qui suit nous présenterons la technique du brainstorming et les systèmes supports de groupe (Boehm & *al*., 2001).

Le brainstorming

Le *brainstorming* est une technique pour la génération d'idées en groupe qui a été proposée par Osborn (1948). Osborn a remarqué que la génération d'idées pouvait être améliorée si les gens suivaient un protocole à quatre règles (Briggs, 2006) :

- "*ne pas critiquer les idées des autres",*
- *"être ouvert aux idées absurdes et inutiles",*
- *"générer beaucoup d'idées autant que faire se peut",*
- *"bâtir sur et étendre les idées des autres*".

La technique de *brainstorming* implique plusieurs participants de diverses origines et ayant différentes perspectives. Dans un premier temps, un grand nombre d'idées sont produites, puis on passe à une étape de consolidation durant laquelle le nombre d'idées décroît. Un des grands avantages de cette technique est qu'elle permet la réflexion et l'expression libre qui favorisent l'émergence d'idées nouvelles, créatives et innovatrices.

Pour résumer, le *brainstorming* provoque une levée des inhibitions de chacun des participants pour réussir à créer une dynamique de groupe. Chacun est amené à ressentir les idées émises comme étant celles du groupe et non d'une personne en particulier, et à s'appuyer sur les idées des autres pour en formuler de nouvelles. L'organisation d'un *brainstorming* peut être envisagée à divers moments du processus d'analyse des besoins et des exigences .

Les Systèmes Supports de Groupe

Un Système Support de Groupe (GSS) supporte la réflexion collective. Il est une sorte de collection d'outils de messagerie instantanée et de vote pour relever des mesures. Tout utilisateur peut faire une contribution à une liste partagée à tout moment, et toute contribution d'un participant apparaît instantanément sur les écrans des autres participants. Un GSS permet

le partage de fenêtres où les utilisateurs peuvent contribuer en même temps, sans que l'un soit bloqué par l'autre.

Les GSS incluent une variété d'outils pour le vote tels que les échelles, la répartition des voix et le vote multicritère. Les utilisateurs peuvent entrer leurs idées dans l'outil de vote, l'évaluer, et voir instantanément les résultats en ligne.

Les GSS sont le plus souvent basés sur un réseau (*Web*), les membres de l'équipe peuvent interagir indépendamment de toute localisation géographique. Cependant, ils ne sont pas appropriés pour toutes les interactions de groupes. En effet, il est important de garder des réunions de *focus group* de *brainstorming* où les parties prenantes doivent interagir d'une manière traditionnelle (c'est-à-dire les réunions plénières) pour résoudre certains problèmes (Boehm & *al.*, 2001).

Les recherches ont montré que sous certaines conditions, les équipes utilisant un GSS peuvent réduire leurs temps de travail de 50 % et réduire le cycle de leur projet de 60 % à 90 % (Fruhling & *al*., 2007 ; Denis & *al*., 1990) De telles équipes obtiennent de meilleurs résultats qu'elles n'auraient pas pu obtenir sans l'utilisation d'un GSS (Fjermestad & Hiltz, 2001).

4.3. Conclusion

Dans cette partie, nous avons présenté l'ensemble des phases et des activités de notre approche d'analyse des besoins et des exigences que nous avons appelée « P© » . Notre approche est à la fois collaborative et dirigée par les problèmes pour le développement d'un SIAD orienté données (ou application Analytics).
Selon nous, un système interactif d'aide à la décision est avant tout un système interactif d'aide à la résolution de problèmes. Le développement de ce type d'artefact ne peut donc se faire sans identifier en amont les problèmes de décision auxquels font face les utilisateurs décideurs pour en déduire ensuite les exigences et le type de SIAD à spécifier.

Notre processus d'analyse des besoins et des exigences part de l'identification et la catégorisation des problèmes que se posent les utilisateurs finaux à l'amont du processus puis

la spécification et le développement en miroir de la solution Analytics et ce de façon collaborative et itérative du début à la fin.

Désormais, avant de conclure, il nous reste à exposer les moyens que nous avons pu mettre en œuvre pour la phase applicative et expérimentale de nos travaux. C'est pourquoi dans la partie suivante, nous allons tout d'abord nous rapporter au contexte expérimental de notre travail et à ses caractéristiques. Ensuite, nous aborderons l'application de notre approche pour le développement du SIAD de l'éditeur informatique Talentsoft.

V. Mise en place de l'approche P© pour le développement d'un SIAD orienté données : le cas de l'Application HR Analytics de Talentsoft

Talentsoft , reconnue comme une industrie du logiciel, recouvre des activités industrielles et des activités de services. Cet éditeur informatique de solutions RH prône à la fois l'innovation produit et l'innovation dans les processus de développement de ses solutions. Nous cherchons au travers de nos travaux à contribuer à ces deux aspects et ce en développant un produit innovant et efficace au moyen d'une approche innovante et efficiente.

Le progiciel de Talentsoft est un ensemble complet et documenté de programmes conçu pour être fourni à plusieurs clients et leurs différents utilisateurs en vue d'une même application . Ainsi, le processus de développement de notre application Analytics doit prendre en considération cette particularité.

Dans cette partie, nous présentons les résultats de l'expérience que nous avons menée sur le terrain et l'application de notre approche d'analyse des besoins et des exigences présentée pour le développement du SIAD orienté données ou Application Analytics.

5.1. Développement du produit « Application HR Analytics » de Talentsoft

Ce produit a été développé en complément au progiciel de Talentsoft. Le progiciel de Talentsoft est un système d'information de gestion des ressources humaines. Il sert à effectuer des transactions permettant la gestion des différents processus RH. Cependant, il n'a pas été conçu pour effectuer des analyses complexes de données pour aider les différents profils d'utilisateurs RH à améliorer leur processus de prise de décision. Dans cette partie nous détaillerons les spécificités liées à ce type d'artefact et les spécificités de son processus de développement.

5.1.1. Les spécificités liées au produit « Application HR Analytics »

L'application HR Analytics est un SIAD orienté données développé pour aider les décideurs et utilisateurs RH à résoudre leurs problèmes de décision en interagissant avec le système.

Place du SIAD dans le SIRH

Le système d'information des ressources humaines « SIRH » est défini comme *« un système utilisé pour acquérir, stocker, manipuler, analyser, trier, distribuer des informations pertinentes concernant les ressources humaines dans une organisation »*. (Kovach & Cathcart, 1999).

Les SIRH ne se limitent pas au matériel informatique et aux applications logiciels mais regroupe aussi les procédures et politiques, les individus et leurs connaissances ainsi que les données requises pour gérer les différents processus de la fonction RH (Hendrickson, 2003). On parle alors de système sociotechnique d'information et de connaissance le «SICO» (Rosenthal-Sabroux & Grundstein, 2004) pour les ressources humaines.

Le SICO RH d'une entreprise est un ensemble qui repose sur un tissu sociotechnique (des acteurs décideurs RH en interaction entre eux, avec des machines, et avec le système lui-même). Il comprend :

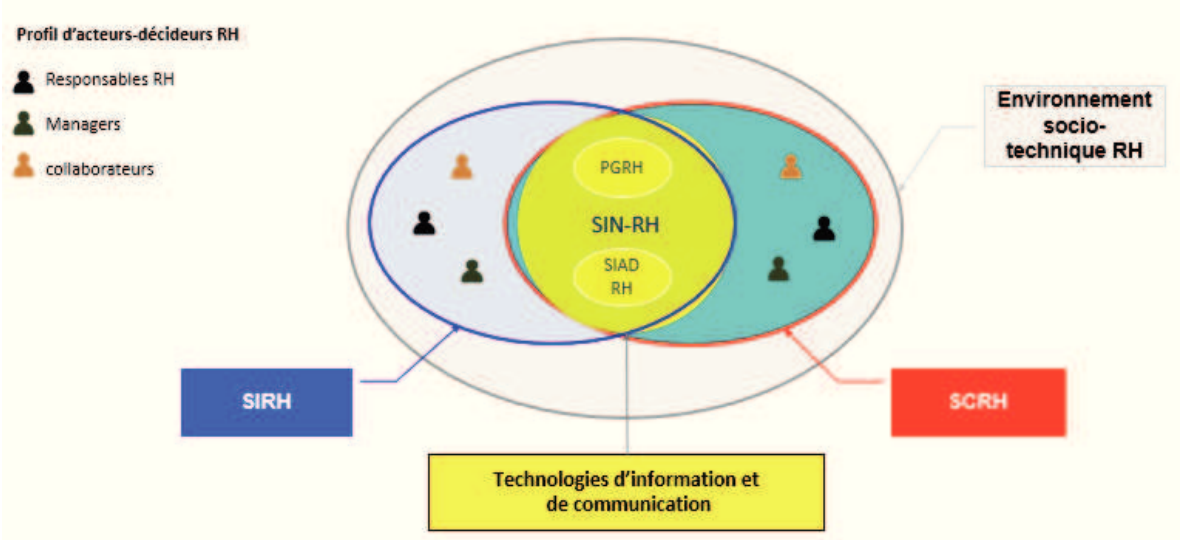


Figure 57. Le SICO RH de l'entreprise

- Un système d'information des ressources humaines, constitué d'acteurs décideurs RH qui, dans un contexte donné, sont des processeurs de données auxquelles ils donnent un sens sous forme d'informations ;
- Un système de connaissance des ressources humaines, constitué de connaissances tacites incarnées par les acteurs décideurs RH et de connaissances explicites formalisées et codifiées sur toute forme de supports (documents, vidéo, etc.). Les connaissances explicitées, codifiées sont susceptibles d'être transmises et mémorisées, traitées et diffusées par un système d'information numérique (que nous abrégeons ici en SIN). Ces connaissances sont alors assimilables à des informations ;
- Un système d'information numérique de ressources humaines (SIN RH) comprend des systèmes informatiques de gestion (exemple : progiciel de gestion des ressources humaines « PGRH ») et des systèmes interactifs d'aide à la décision RH « SIAD RH ». Ces systèmes interviennent sur l'ensemble des domaines et processus fonctionnels des Ressources Humaines. Ils sont considérés comme des outils supports de la politique RH d'une organisation.

Le progiciel de gestion des ressources humaines de Talentsoft constitue un sous-ensemble du SIN RH. Il permet d'assurer de façon cohérente différentes transactions et opérations de gestion appliquées aux RH au travers ces différents processus (Merck B., 1999).

Les progiciels RH fournissent aux acteurs RH les informations requises pour la prise de décisions courantes et relativement structurées, leur permettant ainsi de situer les réalisations d'une activité par rapport aux prévisions en termes d'objectifs opérationnels (O'Brien & *al.*, 1995). Ces systèmes ont ainsi pour objectif de traiter les informations extraites des bases de données dans le but de répondre à des besoins courants et préalablement définis par les acteurs RH. Ces systèmes sont dédiés aux tâches opérationnelles et sont centrés sur les décisions structurées. Ces décisions sont réduites au contrôle opérationnel (Anthony, 1965).

Partant du constat que les décisions non structurées et de niveau plus élevé ne sont pas assurées par les SIN de gestion car ils manquent de flexibilité et d'interactivité ce qui affecte leur capacité analytique (Laudon & Laudon, 2006), des systèmes complémentaires ont ainsi été créés afin de

combler les insuffisances des progiciels de GRH. Il s'agit des systèmes interactifs d'aide à la décision RH. Ces systèmes sont composés de trois principaux types de ressources :

- Les ressources logicielles : allant des plus simples tableurs aux générateurs de systèmes interactifs d'aide à la décision les plus évolués ;
- Les ressources en données : les éléments contenus dans les bases de données des systèmes d'aide à la décision sont généralement des données abrégées provenant des bases de données du progiciel de gestion des ressources humaines de l'organisation mais aussi des données externes. Ces données peuvent être structurées ou non structurées ;
- Les ressources humaines : Il s'agit des utilisateurs finaux des systèmes d'aide à la décision que sont les gestionnaires RH qui bénéficient de ce type de systèmes pour les aider à résoudre leurs problèmes de décision (O'Brien & *al*., 1995).

Les SIAD RH doivent donc rassembler un ensemble d'outils, de techniques et de méthodes sophistiqués permettant aux acteurs RH de prendre de meilleures décisions.

5.1.2. Les spécificités liées au processus de développement de l'application HR Analytics (SIAD orienté données) de Talentsoft

Talentsoft a décidé de développer un SIAD orienté données (application Analytics) comme complément à son progiciel de GRH et comme solution de résolution de problèmes de décision qui se posaient à chaque acteur RH de chaque entreprise cliente.

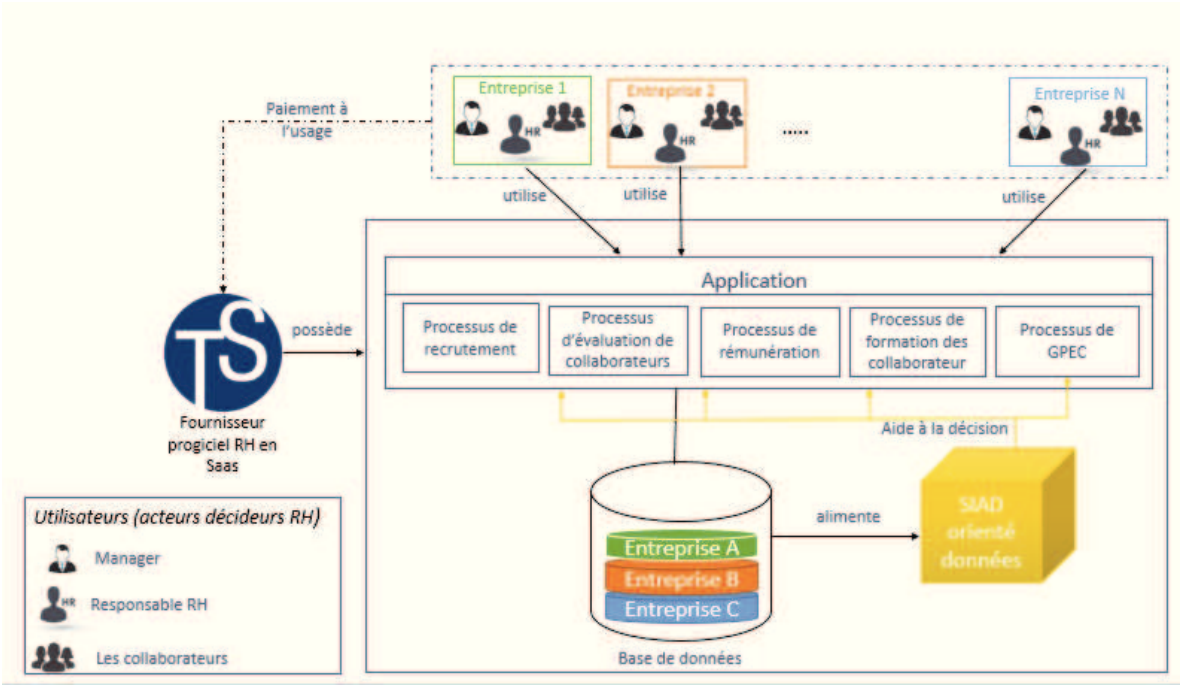


Figure 58. L'intégration de l'application HR Analytics de Talentsoft

Talentsoft utilise les méthodes agiles pour l'organisation des équipes internes et le développement des briques fonctionnelles de son progiciel de gestion des ressources humaines. Cependant, suite à notre état de l'art nous avons constaté que pour le développement d'outils d'aide à la décision, le processus de développement ainsi que l'organisation de l'équipe doivent intégrer les spécificités de plusieurs domaines en plus de celles des méthodes agiles. On a ainsi emprunté au domaine de l'interaction homme-machine (IHM) et celui de l'ingénierie des systèmes de connaissances (ISC) certaines notions importantes pour arriver à une solution efficace et acceptable par tous.

Notre processus de développement de SIAD est donc à la fois :

- Itératif, incrémental et participatif (méthodes agiles) ;
- Centré utilisateurs, c'est-à-dire centré sur le contexte d'utilisation et l'interaction de l'utilisateur avec la machine (domaine de l'IHM) ;
- Dirigé par les problèmes (domaine de l'ISC) ;
- Collaboratif.

L'originalité de nos travaux est surtout visible à la phase amont de développement du SIAD : la phase d'analyse des besoins et des exigences. De plus , notre étude sur les méthodes de

conception des SIAD orientés données, a révélé que les causes de leurs échecs étaient relatives à cette phase occultée (Barone & *al*., 2010). Cela nous a conforté sur l'intérêt porté à cette phase. Les spécificités du projet de développement d'un SIAD ont été soulignées par de nombreux auteurs du domaine (List & *al*., 2000 ; Giorgini & *al*., 2008). Plus que de simples différences entre les systèmes informatiques transactionnels et les systèmes interactifs d'aide à la décision, ce sont les difficultés propres à l'aide à la décision qui sont relevées. Les raisons sont liées :

- D'une part au système lui-même : long à construire, basé sur les données numériques stockées et les traitements pouvant être complexes,
- D'autre part à des aspects intrinsèques à la décision : besoins difficiles à anticiper, processus de décision instable, difficulté et/ou résistance des décideurs à expliquer leur processus ou leurs besoins. Compte tenu de l'orientation de nos travaux, c'est ce deuxième point qui nous intéresse tout particulièrement. De plus, le contexte industriel de Talentsoft ne facilite pas les choses : La multiplicité d'entreprises clientes avec leur multiplicité d'acteurs décideurs RH rend le développement du SIAD plus complexe. En effet, lorsque plusieurs entreprises partagent la même instance de l'application, le développement des nouvelles fonctionnalités suivant leurs besoins propres et différents à la fois constitue un véritable problème.

Tous ces constats confirment l'intérêt porté à la phase d'analyse des besoins et des exigences pour le développement de ce type d'artefact. Notre fonction de porteur de produit au sein de Talentsoft est ainsi alignée avec cette idée. Le but étant d'identifier les problèmes de décision auxquels font face les décideurs RH et futurs utilisateurs de l'application Analytics et ce, à l'amont du processus de développement c'est-à-dire à la phase d'analyse des besoins et des exigences. Comme le montre le schéma ci- dessous, les problèmes de décision déterminent le choix de la solution Analytics qui permettrait d'aider à les résoudre. Ces problèmes de décision sont subis par un ou plusieurs décideurs et ne peuvent être identifiés que par eux.

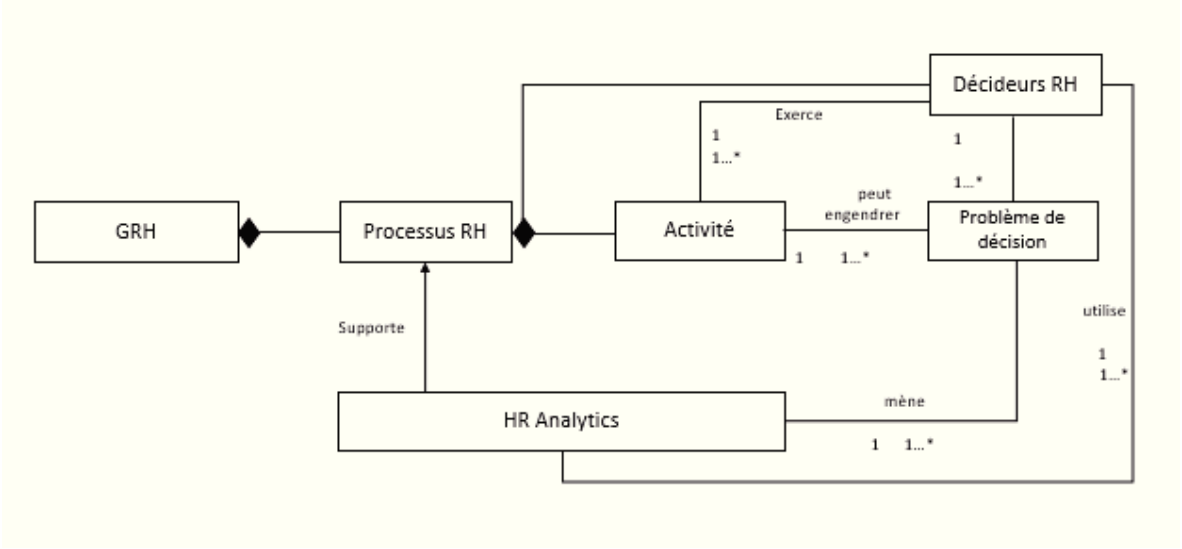


Figure 59. L'Application HR Analytics, outil support pour la résolution de problèmes de décision

Pour résumer, l'application HR Analytics serait un support pour la résolution des problèmes de décision dans chaque processus RH. L'approche entreprise pour développer cette Application pour l'éditeur informatique Talentsoft sera présentée dans la partie suivante. Notre approche « P© » se présente comme une approche collaborative et dirigée par les problèmes d'analyse des besoins et des exigences.

5.2. Mise en application de l'approche P© : Le cas du développement de l'application HR Analytics de Talentsoft

Pour rappel notre processus collaboratif d'analyse des besoins et des exigences dirigé par les problèmes comprend les étapes suivantes :

1. **L'élicitation des problèmes** : consiste en l'identification, la découverte et la collecte des problèmes de décision auxquels font face les utilisateurs finaux.

2. La classification et la formalisation des problèmes de décision : est une étape qui consiste à hiérarchiser et formaliser les problèmes de décision communs et ainsi en déduire les besoins informationnels.

3. La spécification des exigences système : consiste en la traduction des besoins informationnels en spécifications techniques, fonctionnelles et ergonomiques de l'artefact.

4. La vérification et la validation ultime des exigences : cette étape est une étape de confirmation de la qualité des exigences et de leur conformité aux attentes des utilisateurs finaux. Elle permet d'analyser l'utilité et l'usabilité de la solution selon la Norme ISO 9241.

5. La négociation est une étape transverse dans notre processus d'analyse des besoins et des exigences. En effet, le passage d'une étape à une autre exige une négociation entre différentes parties prenante du projet.

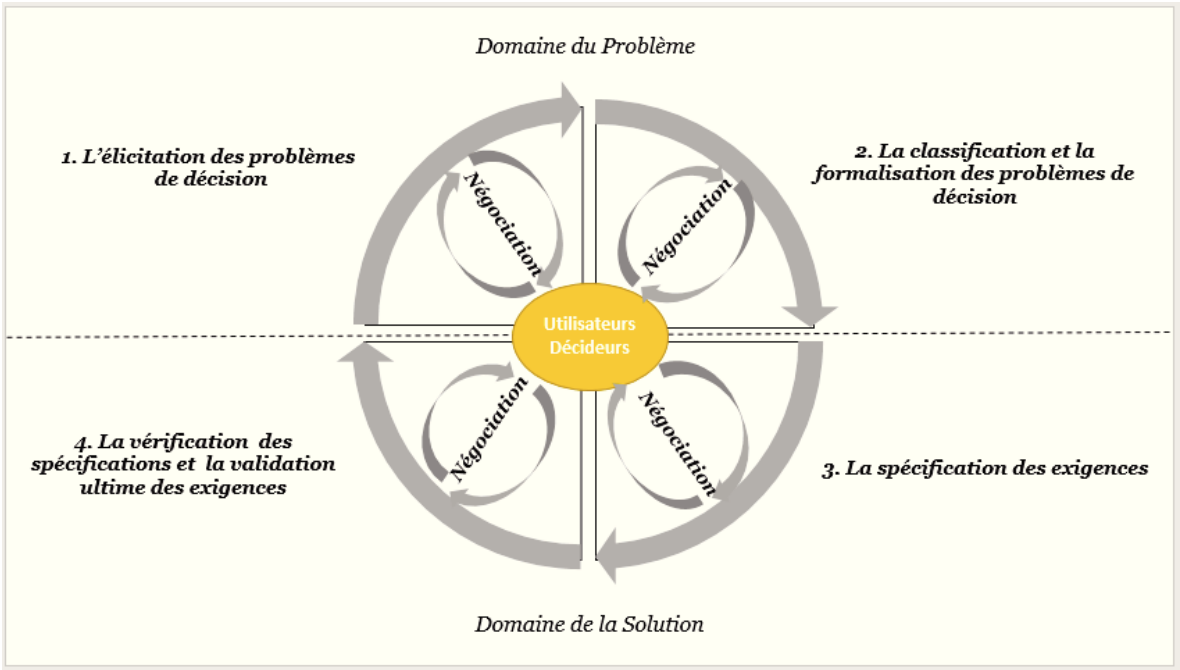


Figure 60. Processus d'analyse des besoins et des exigences de l'approche « P© »

5.2.1. L'élicitation des problèmes

5.2.1.1. Délimitation du périmètre d'intervention

La gestion des ressources humaine regroupe un ensemble de processus RH. Chaque processus RH fait référence à un ensemble d'activités effectuées par ses acteurs. Certains de ces acteurs sont aussi des décideurs et leurs activités critiques engendrent des problèmes de décision.

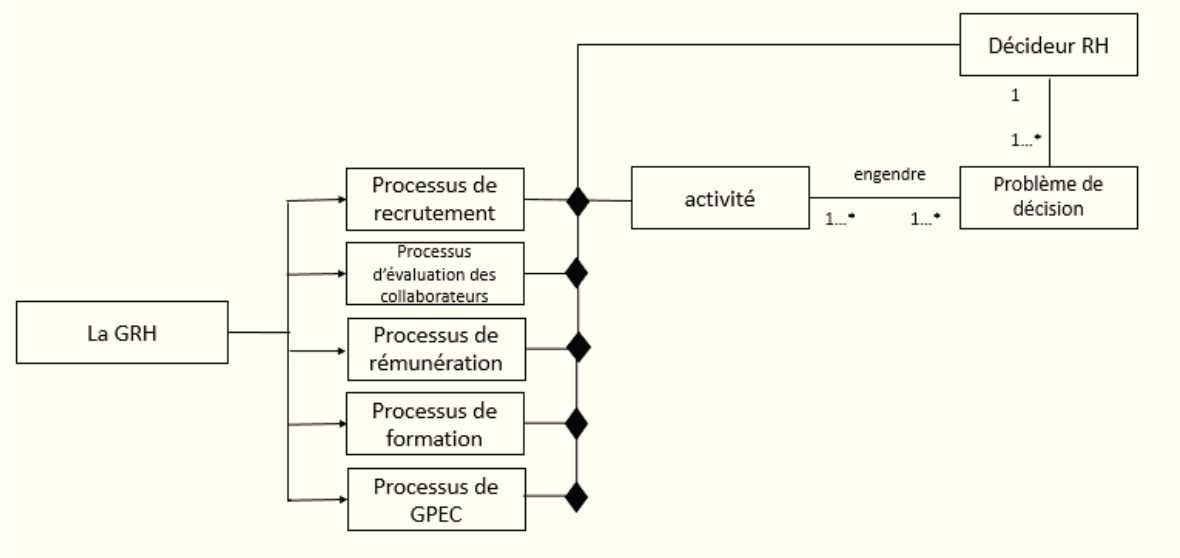


Figure 61 : Modèle regroupant le domaine d'intervention

Suivant les principes de la méthode GAMETH® (Grundstein & *al*., 2000), nous avons délimité le champ d'intervention par processus sensible pour le développement de notre système interactif d'aide à la décision. Dans notre cas on considère que tous les processus de gestion des ressources humaines supportés par le progiciel de Talentsoft sont sensibles. Cependant, nous étions contraint de les traiter par ordre de priorité car n'ayant pas la possibilité de traiter toutes les problématiques en parallèle. Cela s'explique par une question de stratégie, de méthodologie mais aussi par manque d'effectifs en interne.

Pour décider quel processus RH implémenter en premier du SIAD orienté données (de l'application Analytics), nous avons fait une enquête auprès des clients utilisateurs du progiciel de Talentsoft. Nous leur avons demandé de voter par ordre de priorité pour :

- Le processus de recrutement ;
- Le processus d'évaluation des collaborateurs ;
- Le processus de formation et de développement ;
- Le processus de rémunération ;
- Le processus de GPEC.

L'enquête auprès des clients lors d'un évènement de lancement des nouvelles fonctionnalités qui a eu lieu en Juin 2015 a révélé que le premier processus à traiter en priorité concernait le processus « d'évaluation des collaborateurs ».

Nous avons utilisé un système de vote interactif lors de l'évènement. L'interactivité permet d'engager l'audience d'une façon nouvelle, elle permet au public interrogé (clients) de devenir acteur de l'événement auquel il participe.

Sur les 459 votes effectués 40% des votants ont opté pour le processus d'évaluation des collaborateurs :

Développement de la solution Analytics par ordre de priorité	Résultats des retours clients
Processus d'évaluation des collaborateurs	40%
Processus de recrutement	37%
Processus de formation et développement	9%
Processus de rémunération	6%
Processus de gestion de carrière	5%
Pas de préférence	3%

Le module « Evaluation des collaborateur » du progiciel Talentsoft regroupe un ensemble de fonctionnalités permettant de gérer les différentes activités liées au processus d'évaluation des collaborateurs.

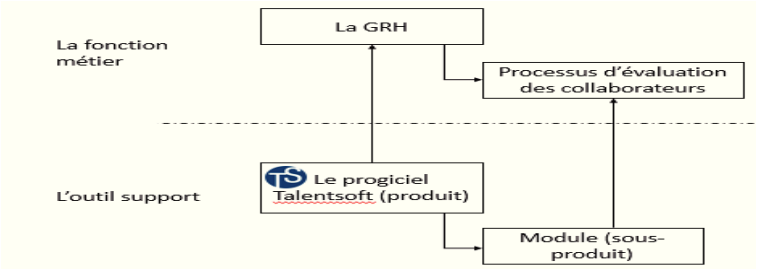


Figure 61. Progiciel Talentsoft , support à la GRH

Les trois profils d'acteurs RH : managers, collaborateurs et responsables RH utilisent ce module pour gérer les activités liées aux campagnes d'évaluation. Cependant, il existe uniquement un seul profil d'acteur décideur RH dans ce processus : les responsables RH. En effet, le processus d'évaluation concerne les activités liées aux campagnes d'entretiens d'évaluation des collaborateurs par leurs managers. Les responsables RH sont en charge de la gestion et la

planification des campagnes d'entretiens, dans le contrôle de leurs bons déroulement mais aussi dans le suivi des plans d'action issus de ces entretiens.
Une campagne d'évaluation comprend un ensemble d'entretien d'évaluation. L'entretien d'évaluation est une analyse objective des résultats obtenus. Il s'agit de confronter la vision qu'a le collaborateur du travail qu'il a accompli à celle de son manager. Cet entretien permet aussi de donner du sens au travail individuel : chacune des parties se met d'accord sur les résultats tant sur le plan des missions effectuées et à venir, les responsabilités et les objectifs de l'année à venir que les moyens nécessaires pour les atteindre. Les responsables RH observent ainsi l'avancement de la campagne en suivant les actions menées par les managers (les évaluateurs) et les résultats de l'évaluation des collaborateurs (les évalués).

5.2.1.2. Identification des parties prenantes

Une fois le premier processus RH identifié nous avons sélectionné cinq entreprises clientes de tailles et de secteurs différents pour nous aider dans le projet de développement de l'application Analytics dans le processus d'«évaluation des collaborateurs ». Faire appel aux clients et leurs acteurs décideurs permettrait de mieux identifier et comprendre leurs problèmes de décision communs et enfin spécifier avec eux la solution la plus appropriée pour les résoudre.

Nous avons choisi ce nombre de clients en nous basant sur les travaux de Nielsen & Landauer (1993). Selon ces deux auteurs, 5 utilisateurs suffisent pour identifier 85 % des problèmes d'utilité et d'utilisabilité d'une application informatique.

Nous sommes dans un contexte d'éditeur informatique. Toutes les entreprises clientes vont partager la même instance de l'application Analytics selon le profil d'utilisateur et décideur RH. Concernant ce processus, seul, le responsable RH a le profil de décision.
Nous avons contacté les responsables RH du processus d'évaluation des collaborateurs des cinq entreprises clientes pour faire partie de l'équipe de développement de l'application Analytics.

Environnement 1	Environnement 2	Environnement 3	Environnement 4	Environnement5
Client 1	Client 2	Client 3	Client 4	Client 5
Profil décideur 1 Responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs	***Profil décideur 1*** Responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs	***Profil décideur 1*** Responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs	***Profil décideur 1*** Responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs	***Profil décideur 1*** Responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs

Figure 62. Modèle de représentation des utilisateurs finaux décideurs de même profil

Ainsi les parties prenantes du projet de développement sont :

- D'une part, les utilisateurs finaux regroupés par profil décideurs du même processus (dans ce processus seuls les responsables RH sont impliqués). Nous avons fait appel aux responsables RH des cinq entreprises sélectionnées ;
- D'autre part, l'équipe en charge du développement de l'artefact qui comprend le porteur du produit (moi-même), le concepteur d'interface utilisateurs (expert UX), l'équipe de concepteurs techniques et le comité de pilotage (comprenant les directeurs et fondateurs de Talentsoft).

5.2.1.3. L'identification des problèmes de décision

Une fois le premier processus RH déterminé. Nous avons réuni les cinq représentants des entreprises clientes (les responsables RH du processus d'évaluation des collaborateurs). Ces personnes sont en charge d'identifier collectivement leurs problèmes de décision qui se posent à eux. Ces problèmes de décision fragilisent leurs activités critiques.

Les responsables RH des cinq entreprises clientes ont la particularité d'avoir une forte commensurabilité de schémas d'interprétation. Ceci va leur permettre au travers du dialogue de transformer leurs connaissances tacites individuelles en connaissance collective pour déterminer leurs activités critiques puis identifier et formaliser collectivement leurs problèmes de décisions grâce au mécanisme d'externalisation de Nonaka & Takeuchi (1995).

Lors de cette première réunion de deux heures qui a eu lieu le 22 septembre 2015, quatre responsables RH étaient en présentiel et une en vidéoconférence car elle est basée à l'étranger. Lors de cette réunion, les responsables RH ont explicité ensemble leurs activités critiques qui génèrent des problèmes de décision. Ces activités étaient :

- D'abord, la planification et la gestion de campagnes d'évaluation : que ce soit dans une PME, dans une grande entreprise, ou même dans une enseigne disséminée sur tout le territoire, les responsables RH doivent mettre en place des campagnes d'évaluation des collaborateurs (au moins une fois par an) ;
- Ensuite, l'analyse des résultats de la campagne d'évaluation concernant la performance et les compétences. Il faut bien définir ces deux points : L'analyse de la performance c'est la mesure de l'écart entre les objectifs définis par les managers et les résultats atteints par ses collaborateurs. L'analyse des compétences consiste quant à elle à vérifier l'adéquation des savoirs, savoir-faire et savoir-être détenus par les collaborateurs et les compétences attendues par leurs métiers. Les résultats de la campagne peuvent aussi prendre compte les souhaits exprimés par les collaborateurs à leurs managers lors de l'entretien (souhait de mobilité géographique ou fonctionnelle ou souhait de formation).

Nous avons utilisé un outil de *mind maping* (XMIND) pour restituer et représenter leurs activités critiques pendant la réunion. De la même manière nous avons restitué les informations concernant les problèmes de décision.

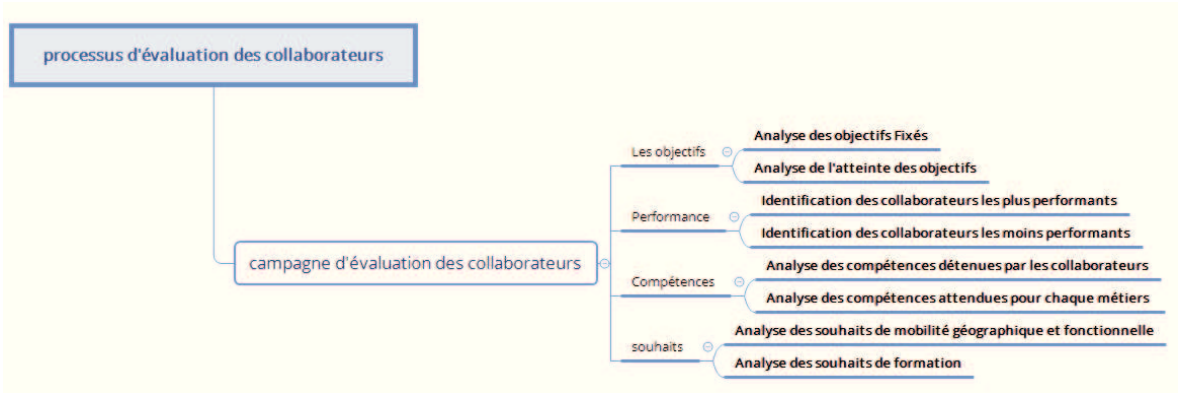


Figure 63. Restitution des activités critiques communes aux responsables RH sur XMIND

Une phase suivante de négociation a été envisagée pour ensuite valider, rejeter et prioriser chaque problème identifié par les cinq responsable RH des entreprises clientes. Pour ce faire, nous leur avons demandé de voter en projetant chaque problème de décision sous forme de questions avec un code vote pour chaque question comme suit :

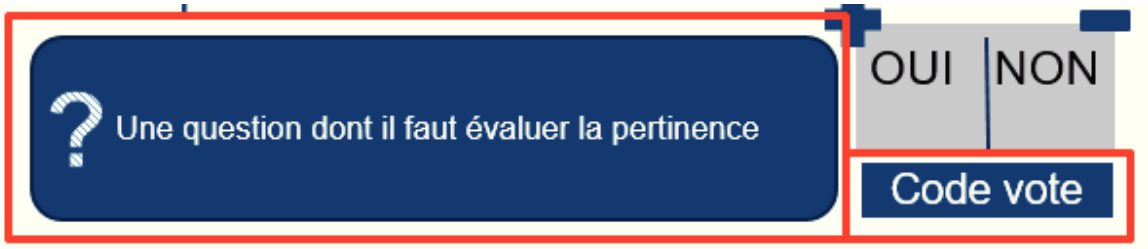


Figure 64. Projection des problèmes de décision identifiés afin d'évaluer collectivement leur pertinence

A fin de la réunion nous avons listé uniquement les questions et problèmes de décision communs. Comme présenté dans le tableau suivant :

Domaine métier : gestion des ressources humaines
Processus RH : Evaluation des collaborateurs
Profil décideurs : Responsables RH
Liste des problèmes de décision - Le suivi des objectifs fixés - Le suivi de l'atteinte des objectifs - La répartition des collaborateurs selon leurs potentiels - L'analyse des compétences - L'analyse des souhaits de mobilité - L'analyse des souhaits de formation

Figure 65. Les problèmes de décision identifiés dans le processus d'évaluation des collaborateurs

5.2.2. Classification et formalisation des problèmes de décision du processus « évaluation des collaborateurs »

Une fois les problèmes de décision identifiés collectivement par les responsables RH (mécanisme d'externalisation), ils sont explicités puis assimilés par le porteur du produit en utilisant le mécanisme d'internalisation (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Le porteur du produit procède à la classification et la formalisation de ces problèmes pour en déduire les besoins informationnels afin de faciliter la mise en place du schéma conceptuel du SIAD (application Analytics).

Le porteur du produit a la particularité d'être à la fois dans le monde du problème et dans le monde de la solution ; il est l'interlocuteur entre les deux et veille à améliorer la communication et la compréhension entre l'équipe en charge de développer l'application Analytics et ses utilisateurs finaux.

Le processus de classification des problèmes de décision s'articule autour de trois niveaux : d'abord, leur catégorisation en cinq problèmes génériques. Ensuite, l'association de chaque problème générique à un ensemble de problèmes spécifiques et enfin, l'association de chaque problème spécifique à un ensemble de besoins informationnels.

5.2.2.1. Classification des problèmes de décision RH identifiés sous forme de problèmes génériques

Pour rappel, on entend par problèmes de décision génériques des problèmes de : description, d'explication, de diagnostic, de prédiction ou de prescription (Longueville, 2003).

Un type de problème générique comprend un ensemble de problèmes spécifiques au processus d'évaluation des collaborateurs. Les problèmes identifiés par les responsables RH ont été classés selon la classification de Longueville (2003). Ces problèmes étaient de types descriptifs et explicatifs.

Domaine métier : Gestion des ressources humaines	
Processus RH : évaluation des collaborateurs	
Liste des problèmes de description	**Liste des problèmes d'explication**
- Suivi des objectifs fixés lors d'une campagne d'évaluation - Suivi de l'atteinte des objectifs	- L'analyse des compétences - L'analyse des souhaits de mobilité - L'analyse des souhaits de formation - La répartition des collaborateurs selon leurs potentiels

Figure 66. Modèle de classification des problèmes de décision du processus « d'évaluation des collaborateurs » sous forme de problèmes génériques

Tous les problèmes identifiés étaient de types descriptifs et explicatifs. Nous avons alors développé en miroir l'application Analytics qui permettrait d'aider à résoudre ces deux types de problèmes de décision : une solution « *descriptive Analytics* » et la seconde « *explicative Analytics* ». Ceci a permis de porter notre choix sur une seule et même solution: *SQL Server Analysis Services – SSAS*. Cette solution de Microsoft permet non seulement de générer des cubes *OLAP* avec des données agrégées et multidimensionnelles mais aussi, d'implémenter des algorithmes de *Data Mining*. Les fonctionnalités de cette solution, par exemple, le « *Drill down* » et le « *Drill through* » vont permettre d'aider à la résolution de ces deux catégories de problèmes identifiés.

- Le *Drill Down* offre la possibilité de « zoomer » sur une dimension (par exemple d'éclater les années en 4 trimestres pour avoir une vision plus fine, ou de passer du pays aux différentes régions) ;
- le *Drill Through* offre la possibilité d'accéder au détail élémentaire des informations (par exemple chaque évaluation de chaque collaborateur à chaque campagne dans chaque service).

A cette étape nous avons pu déterminer la solution à développer mais pas encore le schéma multidimensionnel des données à modéliser. En effet, pour définir les données à modéliser il a fallu traduire ces problèmes en besoins informationnels. Ces derniers sont porteurs des indicateurs qui sont fondamentaux dans la construction de l'architecture technique de notre application Analytics.

5.2.2.2. Association des problèmes de décision spécifiques aux besoins informationnels

Après l'établissement des modèles d'association des problèmes génériques aux problèmes spécifiques, nous avons procédé de la même manière en associant chaque problème spécifique à l'ensemble des besoins informationnels qui lui sont attachés.

Si on prend l'exemple des problèmes génériques « de description », les responsables RH ont identifié deux problèmes de décision descriptifs spécifiques au processus d'évaluation des

collaborateurs, ces problèmes spécifiques étant «le suivi des objectifs fixés » et le « suivi de l'atteinte des objectifs » . Ainsi, nous avons associé chaque problème spécifique à l'ensemble des besoins informationnels qui lui sont rattachés :

Domaine métier : Gestion des ressources humaines	
Processus RH : évaluation des collaborateurs	
Problèmes de description	
Problème spécifique 1 : Suivi des objectifs fixés	Problème spécifique 2 : Suivi de l'atteinte des objectifs
Liste des besoins informationnels : - Les objectifs fixés par région - Les objectifs fixés par famille de métiers - Les objectifs fixés dans le temps - Les objectifs fixés par nature d'objectif	Liste des besoins informationnels : - Les objectifs atteints par région - Les objectifs atteints par famille de métiers - Les objectifs atteints dans le temps - Les objectifs atteints par nature d'objectif

Figure 67. Modèle d'association des problèmes spécifiques aux besoins informationnels

Nous considérons par exemple le problème spécifique «Suivi des objectifs fixés». Pour pouvoir opérationnaliser et résoudre ce problème spécifique, il faut passer par une analyse des objectifs fixés par région, par famille de métiers, par nature et dans le temps.

Les besoins informationnels ont été formulés en langage naturel par les cinq responsables RH. Par la suite, nous avons utilisé un modèle linguistique pour traduire ces besoins informationnels en table de dimensions et de faits afin d'établir le modèle des données à analyser.
La section suivante décrit la formalisation des besoins informationnels pour l'extraction des faits et des dimensions concernant le problème descriptif spécifique « suivi des objectifs fixés ».

5.2.3. La spécification des exigences du système (application Analytics)

A cette étape, le porteur du produit a travaillé en collaboration avec le concepteur de l'interface utilisateurs et l'équipe technique pour définir les composants du système. L'application Analytics a pour but de résoudre les problèmes de décision identifiés à l'étape précédente par les responsables RH.

5.2.3.1. La déduction des spécifications fonctionnelles et techniques de l'application Analytics

Comme évoqué précédemment, l'écriture d'un besoin informationnel nécessite une formulation exprimant la sémantique et restant compréhensible par toutes les parties prenantes du SIAD. Dans ce sens, le porteur du produit a formulé les besoins informationnels en langage naturel suivant une approche linguistique initialement développée par Prat (1999). Ainsi chaque besoin informationnel est formulé par un verbe, suivi d'une cible et d'un ou de plusieurs paramètres. La structure du besoin informationnel est redéfinie en introduisant la notion des « paramètres_faits » et « paramètres_dimensions ».

Chaque besoin informationnel sera formulé avec un «verbe», une section nommée «Paramètres_faits» qui contient les paramètres composant la table des faits et une deuxième section nommée « Paramètres_dimensions » qui comporte les paramètres des tables des dimensions.

Le porteur du produit a proposé un modèle de formalisation qui permet de faciliter la compréhension des données utiles à modéliser et des exigences fonctionnelles et techniques du système à développer par l'équipe de concepteurs techniques.

Considérons les besoins informationnels associés au problème spécifique «suivi des objectifs fixés». Ce problème est formulé suivant la structure proposée. Ainsi, le schéma suivant illustre la structuration de ce problème pour en extraire les faits et les dimensions :

Domaine métier : Gestion des ressources humaines		
Processus RH : évaluation des collaborateurs		
Problème de description		
Problème spécifique : Suivi des objectifs fixés		
Verbe	Paramètres_faits	Paramètres_dimensions
Analyser	Les objectifs fixés	Région
Analyser	Les objectifs fixés	Famille de métiers
Analyser	Les objectifs fixés	Année (campagne d'évaluation)
Répartir	Les objectif fixés	Nature d'objectifs

Figure 68. Exemple de Modèle de formalisation des besoins informationnels

Le modèle ci-dessus explicite la structuration des besoins informationnels liés au problème de décision «suivi des objectifs fixés». Ce modèle encapsule les faits «Objectifs fixés» et les

dimensions « Région, famille de métiers, années et nature d'objectifs » associées à ce problème descriptif et spécifique au processus d'évaluation des collaborateurs auquel font face les responsables RH.

5.2.3.2. La déduction des spécifications ergonomiques de l'application Analytics

A partir des exigences fonctionnelles et techniques, le porteur du produit (PP) a déduit les spécifications ergonomiques de l'application Analytics avec l'aide du concepteur d'interface utilisateurs (CIU). Il a ainsi créé des scénarios de résolution pour chaque problème spécifique en utilisant des techniques de prototypage et de maquettage qu'il a présentés lors d'une réunion aux utilisateurs finaux (les responsable RH) en présence de l'équipe de concepteurs techniques et du CIU.

A cette réunion l'équipe de conception technique a pu immédiatement indiquer si les propositions faites par le PP et/ou le CIU sont réalisables ou non avec la technologie utilisée et le degré de difficulté de leur réalisation. De leur côté, les utilisateurs finaux ont aussi demandé la réalisation ou l'abandon de certaines exigences et leur ont attribué une priorité en fonction des besoins et de la difficulté de réalisation. A cette réunion, Les exigences du système sont ainsi explicitées priorisées ou abandonnées collectivement.

Si on reprend l'exemple du problème de décision spécifique « Suivi des objectifs fixés », la maquette présentée par le PP comme scénario de résolution est la suivante :

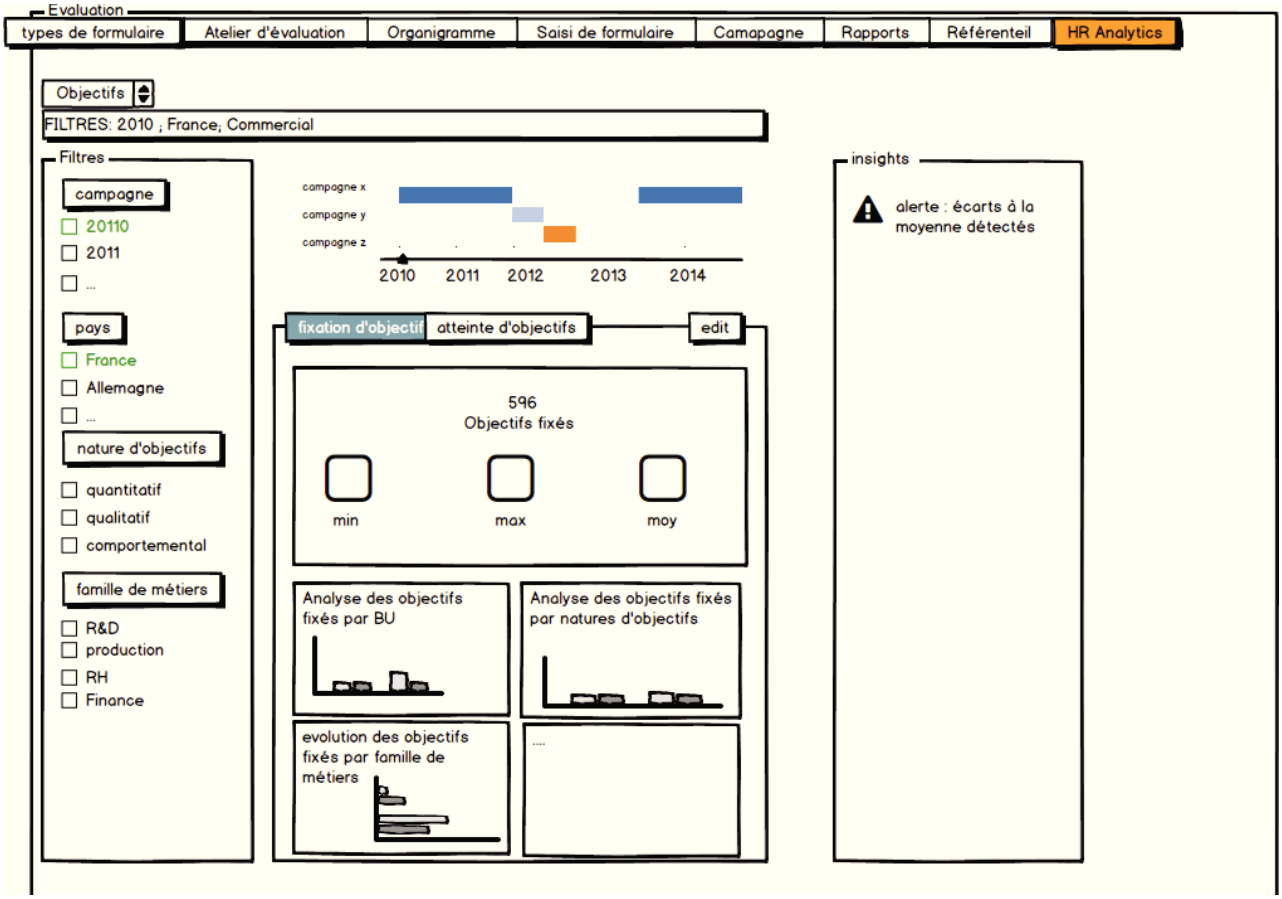


Figure 69. Maquette de l'interface d'analyse des objectifs fixés de l'application Analytics

Nous avons essayé de construire une interface utilisateur qui soit familière aux RH. On s'est inspiré des bonnes pratiques des sites de commerce pour la représentation des filtres sous forme de facette à gauche. La recherche à facette permet ainsi d'effectuer une recherche des objectifs fixés en fonction de multiples critères. Ces critères (temps, pays, nature d'objectifs, famille de métiers, etc.) sont définis par l'administrateur dans son *back-office*[14], en fonction de son besoin. L'utilisateur peut alors cocher les critères qui l'intéressent pour affiner sa recherche. Lorsqu'on filtre sur un critère, tous les graphiques de la page sont filtrés.

[14] Le *Back-office* correspond à la partie de l'application qui n'est visible que par l'administrateur et qui permet de gérer le contenu et les fonctionnalités.

Au milieu de la page nous retrouvons un graphique « maître » permettant à l'utilisateur de définir sur quelle campagne ou année souhaite-t-il concentrer son analyse des objectifs fixés.
En dessous de ce graphique, il existe une zone d'indicateurs qu'on appelle aussi « graphiques esclaves » que l'utilisateur peut paramétrer ; cependant, par défaut on lui affiche la répartition des objectifs fixés par pays, par nature d'objectif et par famille de métiers.
A droite de la page, nous avons mis en place un système d'i*nsights*[15] permettant d'afficher une information contribuant à l'aide à la décision. Elle concerne un écart à la moyenne détecté dans la page d'analyse (c'est-à-dire l'ensemble des graphiques) .
Nous sommes partis du constat que les responsables RH ne sont pas des statisticiens. On ne leur fournit pas un outil d'analyse mais une solution permettant de les aider à retrouver l'information permettant de les aider à résoudre leurs problèmes de décision.
A cette étape nous avons présenté les différentes spécifications au comité de pilotage. Il fallait qu'on s'assure de l'alignement de la stratégie du produit avec celle de l'entreprise.

5.2.4. Vérification des spécifications et validation ultime des exigences

L'objectif de cette étape est de s'assurer que l'application Analytics, telle qu'elle sera réalisée à partir des exigences spécifiées permettrait de répondre aux problèmes de décision identifiés en amont par les responsables RH.
On chercher à vérifier et valider que l'application Analytics réponde à la fois aux attentes d'utilité et d'utilisabilité (ISO, 2010) :

- Vérifier l'utilité de l'application en faisant tester ses fonctionnalités aux futurs utilisateurs (responsables RH) ;
- Vérifier l'utilisabilité de l'application en faisant tester l'aspect ergonomique de la solution aux responsables RH. En effet, l'application Analytics étant définie comme un système interactif d'aide à la résolution de problèmes et c'est cette interaction qu'a l'utilisateur avec l'artefact qui va l'aider à résoudre son problème et par conséquent prendre de meilleures décisions puis passer à l'action.

[15] En psychologie cognitive contemporaine, l'insight se définit comme le processus par lequel une personne passe de l'état de ne pas savoir comment résoudre un problème à celui, soudain, de l'avoir résolu (Köhler W., 1927). On a utilisé donc ce terme pour représenter les informations source d'aide à la résolution de problème de décision.

Pour ce faire, nous avons ainsi créé des scénarios de tests. Ces tests étaient à la fois de qualifications fonctionnelles et ergonomiques (appelés aussi tests utilisateurs).
En se basant sur les travaux de Nielsen & Landauer (1993), nous avons organisé 3 cérémonies ou réunions de testing avec les cinq responsables RH. Chaque réunion a duré 2h.

- Pour les 1ère et 2ème réunions, nous avons créé un même scénario de test et un même jeu de données pour tous les responsables RH (testeurs). Nous avons mis à disposition de chacun un ordinateur portable avec un accès à l'environnement de test. Les responsables RH pouvaient interagir pendant la réalisation du test ou une fois celui-ci terminé.
- Pour la 3ème réunion, nous avons fait tester par chaque responsable RH avec son propre jeu de données.

5.2.4.1. 1ère réunion de *testing*

Lors de la 1ère réunion, nous avons fait tester aux responsables RH les différents cas d'utilisation développés qui permettent de répondre à leurs problèmes de décision identifiés :

- Suivi des objectifs fixés lors d'une campagne d'évaluation
- Suivi de l'atteinte des objectifs
- L'analyse des compétences
- L'analyse des souhaits de mobilité
- L'analyse des souhaits de formation
- La répartition des collaborateurs selon leurs potentiels

Nous avons utilisé le principe de « *storytelling* » pour présenter les différentes fonctionnalités de l'application Analytics avant de faire tester ce même scénario aux utilisateurs. Une histoire bien racontée, c'est une histoire imagée, dans tous les sens du terme. Les forces cognitives d'un visuel permet à un utilisateur d'absorber 75% d'information en plus. Mais le contexte et la mise en situation des éléments constituant la page serviront de fil conducteur pour les aider à assimiler la navigation sur l'application.

Nous avons veillé à ce que les caractéristiques graphiques et la disposition de l'interface soient cohérentes avec l'histoire racontée. Les éléments d'interface sont à notre application Analytics ce que les pages sont à un livre, c'est-à-dire un support.

Chaque page (interface) de l'application Analytics répond à un problème spécifique identifié par les utilisateurs finaux. Afin de leur démontrer le processus de résolution du problème nous avons utilisé le principe du *storytelling*.

Si on reprend l'exemple du problème « Suivi des objectifs fixés », nous avions créé une histoire avec un jeu de données approprié et avions fait une première démonstration aux responsables RH (testeurs) présents en racontant l'histoire. Nous leur avons soumis des supports papiers également qui les guident pour reprendre le même scénario de test, le fil conducteur de l'histoire.

- **La *story* « suivi des objectifs fixés »**

Je suis responsable RH du processus d'évaluation des collaborateurs d'une grande entreprise et je veille à ce que la politique RH concernant le nombre d'objectifs fixés aux collaborateurs (évalués) soit respectée par tous les managers (évaluateurs) lors d'une campagne d'évaluation. Ma politique RH stipule que chaque manager doit spécifier trois objectifs à chacun de ses collaborateurs : un objectif quantitatif, un objectif qualitatif et un objectif comportemental, ni plus ni moins pour chaque nature d'objectifs.

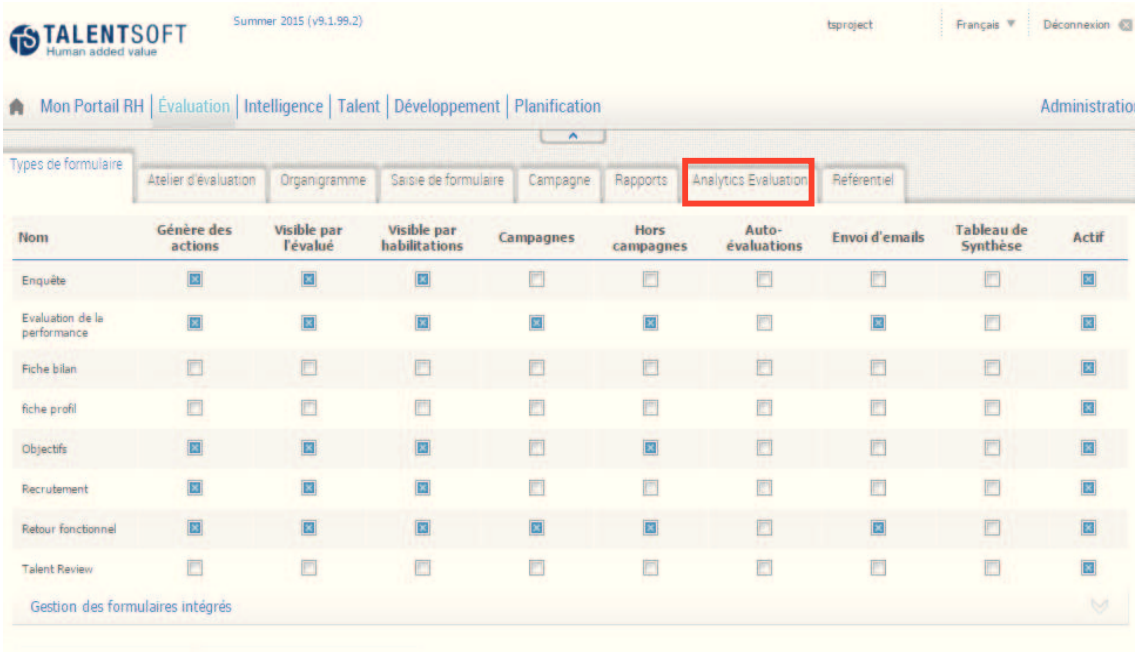
Mon problème de décision est un problème descriptif concernant la répartition des objectifs fixés. Je suis limité par ma rationalité et je ne peux pas analyser d'un seul coup d'œil sur le progiciel si tous les managers, répartis dans trois pays, et pour chaque métier ont respecté la politique RH mise en place à chaque campagne d'évaluation.

J'utilise ainsi l'onglet « HR Analytics » présent dans le module évaluation des collaborateurs du progiciel Talentsoft. Pour y arriver j'emprunte le chemin suivant :

1) J'accède au module « Evaluation des collaborateurs » en cliquant sur l'onglet « Evaluation » de mon menu principal



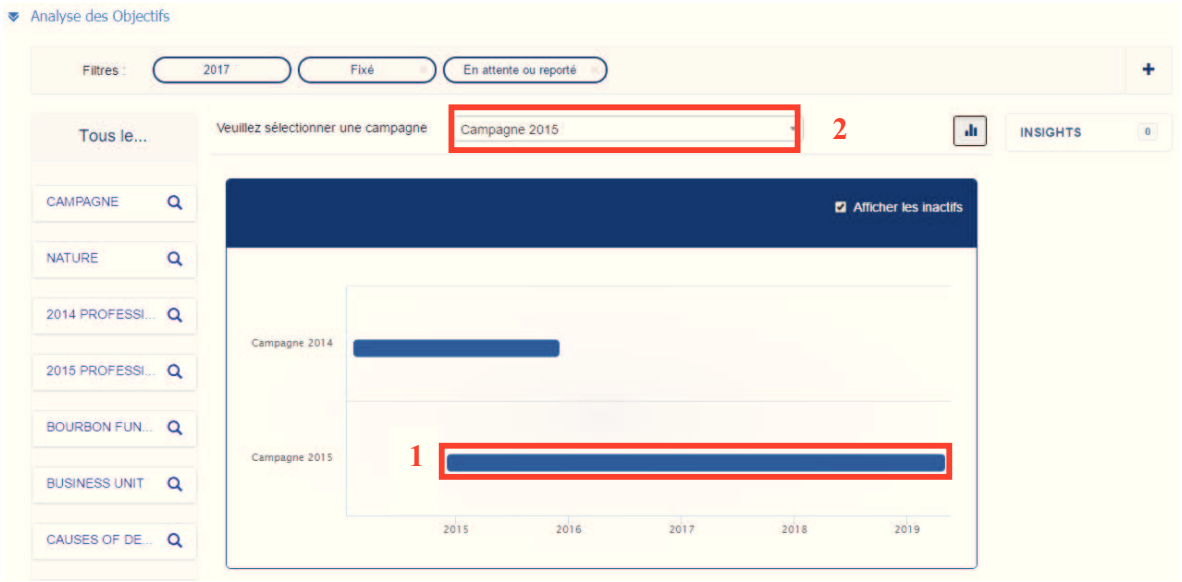
2) Une fois sur le module « Evaluation des collaborateurs », je clique sur l'onglet « Analytics Evaluation »



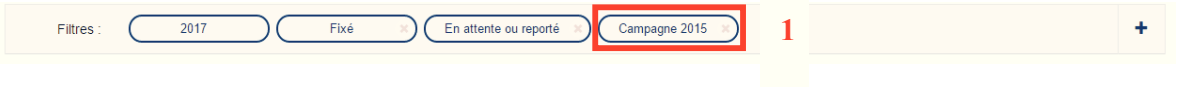
3) Une fois sur l'onglet « Analytics Evaluation », je sélectionne sur le menu déroulant la problématique qui m'intéresse. Ainsi, je clique sur « L'analyse des objectifs »



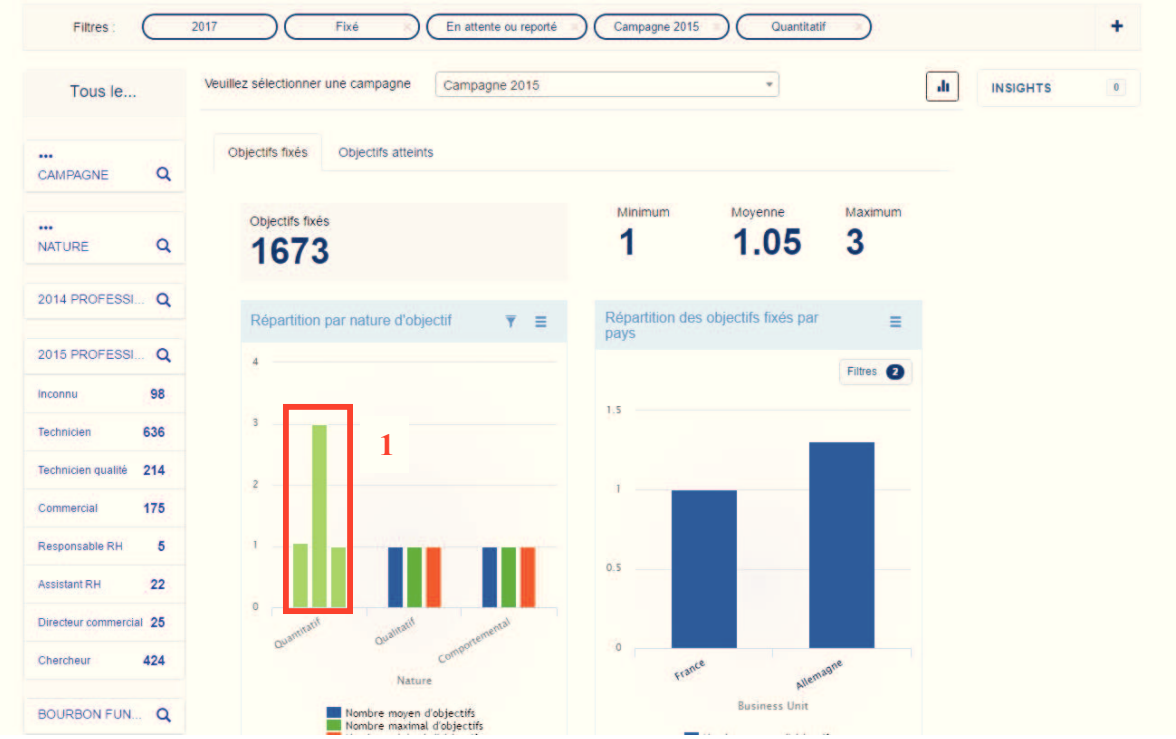
4) Pour analyser les objectifs fixés lors d'une période ou une campagne d'évaluation donnée, je sélectionne celle qui m'intéresse sur le diagramme appelé aussi graphique maitre (1) soit sur le menu déroulant (2).



5) Une fois la campagne 2015 sélectionnée celle-ci s'ajoute aux filtres (1). Toute la page et ses indicateurs se mettent ainsi à jour en fonction de cette période uniquement.

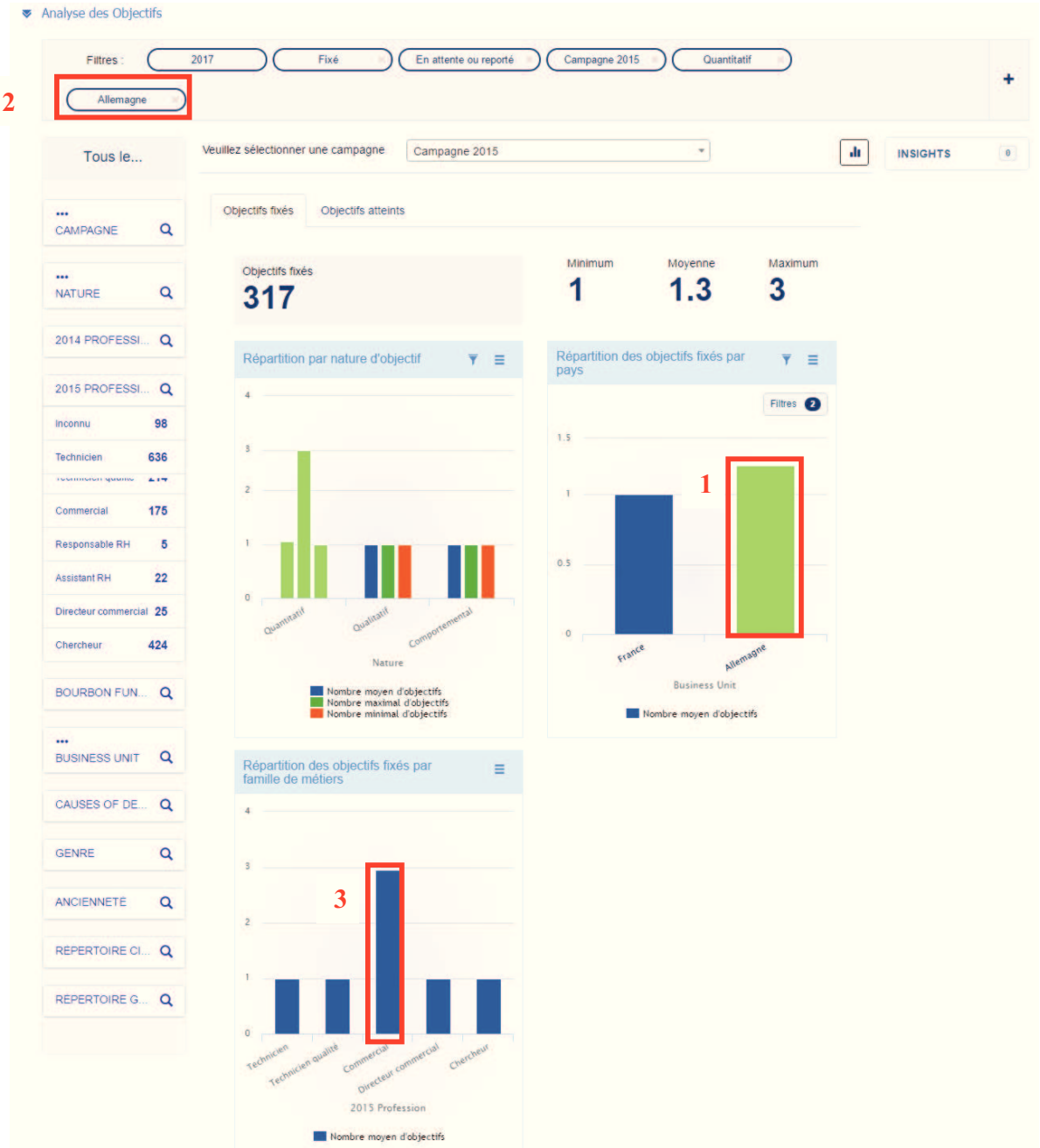


6) Je voudrais vérifier que la politique RH a bien été respectée lors de la campagne 2015. Pour rappel la politique RH exige qu'il y ait « un » objectif fixé pour chaque nature d'objectifs : quantitatif, qualitatif et comportemental. Cependant je remarque que le nombre maximum d'objectifs quantitatifs fixés par les managers RH n'a pas été respecté ; quand je regarde le graphique « répartition par nature d'objectifs » je constate qu'au lieu d'avoir 1 objectif quantitatif maximum j'en ai 3 ; donc j'applique un filtre sur cette catégorie pour l'analyser davantage (voir « 1 » sur la capture d'écran ci-dessous)

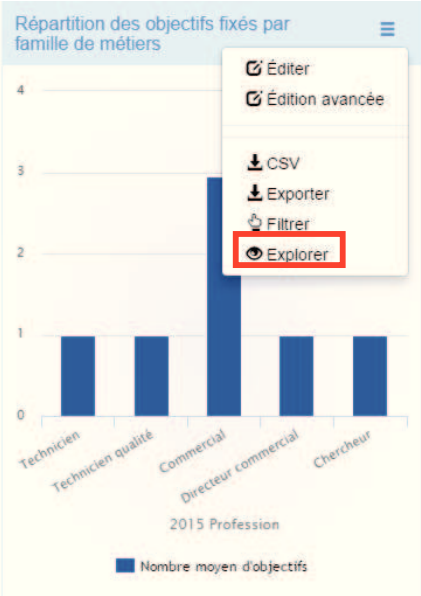


7) Quand je filtre sur « Objectifs quantitatifs », je constate que le nombre moyen de ces objectifs dans la BU Allemagne dépasse le nombre de 1 contrairement à la France qui a bien respecté les consignes (voir 1 sur la capture d'écran ci-dessous). Quand je sélectionne la BU Allemagne pour aller plus loin dans l'analyse (celle-ci s'ajoute aux autres filtres existants) (voir 2 sur la capture d'écran). Les autres graphes se rafraîchissent et se mettent à jour en fonction de ce filtre. Je constate par la suite dans le graphique « répartition des objectifs par famille de métiers » que ce sont les

commerciaux qui ont le plus d'objectifs quantitatifs fixés lors de la campagne 2015 et pour le pays « Allemagne » (voir 3 sur la capture d'écran).

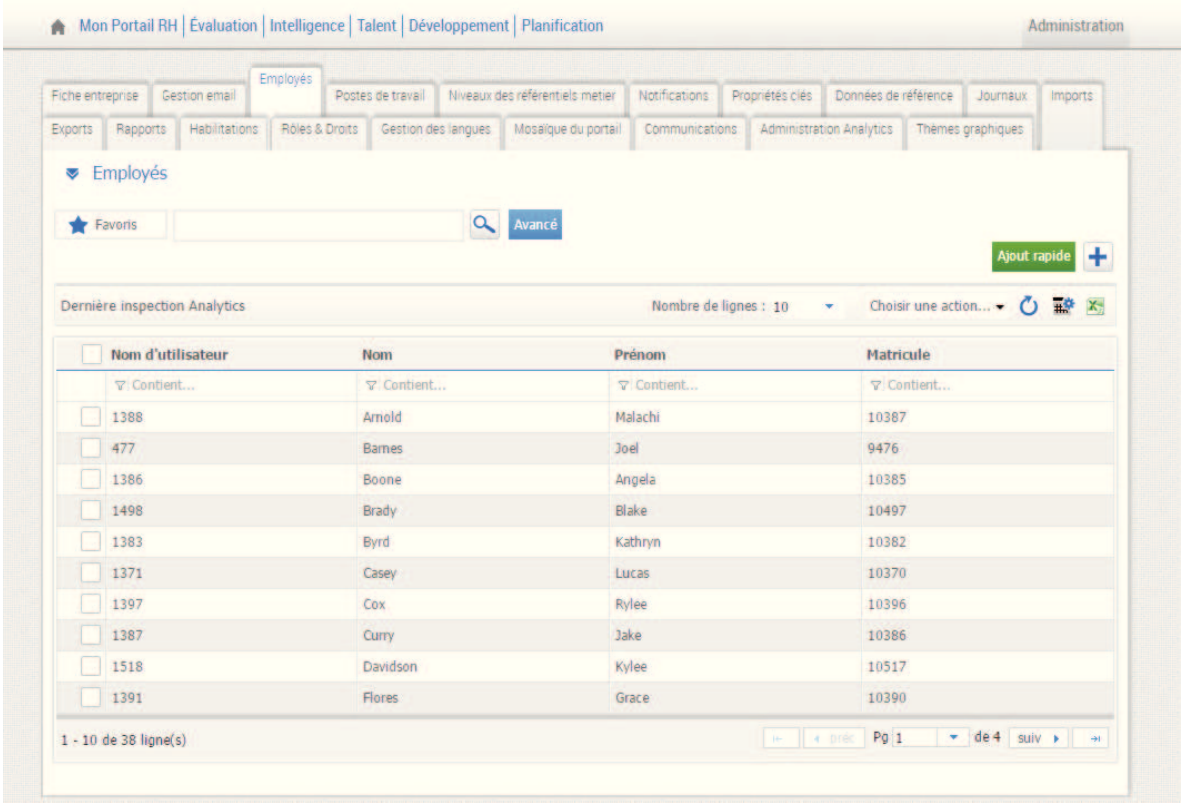


8) Si je veux connaître qui sont ces commerciaux allemands à qui on a attribué plus d'objectifs quantitatifs que ce qui a été exigé, je clique sur « Explorer »[16] dans le menu déroulant (voir la capture d'écran ci-dessous). Cette action va permettre d'afficher la liste de cette catégorie de collaborateurs (c'est-à-dire commerciaux allemands à qui on a attribué plus d'un objectif quantitatif).



9) La liste des collaborateurs de la catégorie « Commerciaux allemands » s'affiche sur l'application de « gestion » de Talentsoft (voir la capture d'écran ci-dessous). Je peux ainsi effectuer des actions directement en alertant leurs managers par exemple ou en proposant une action de rémunération etc.

[16] Le bouton « Explorer » renvoie à la fonctionnalité « *drill through* » des solutions de *Business intelligence*. Cette fonctionnalité permet de visualiser la liste des éléments ayant contribué à une mesure, par exemple visualiser la liste des collaborateurs dont le nombre d'objectifs qu'on leur a fixé dépasse le nombre de « un ».



10) J'ai effectué une analyse en partant d'une vision d'ensemble jusqu'au plus précis et ce, en effectuant plusieurs filtres en cascade jusqu'à arriver à une information contribuant à l'aide à la décision. Cependant, intelligemment la fonctionnalité d'insight m'avait déjà alertée sur cet écart dès que j'ai sélectionné la campagne à analyser (voir la capture d'écran ci-dessous).



Cette fonctionnalité a été développée afin de faire gagner du temps aux RH en leur apportant une information contribuant à aider à la résolution de leurs problèmes de décision identifiés en amont. Ce système d'insights permet d'alerter sur les écarts constatés concernant la répartition des objectifs fixés. Dans cet exemple :

- Le nombre maximal d'objectifs quantitatifs était de 3 alors que la politique RH exige la fixation d'un objectif pour chaque nature (un quantitatif, un qualitatif et un comportemental) ;
- Le nombre moyen d'objectifs quantitatifs fixés pour la catégorie « commerciaux » est de 1,42 (> 1) ;
- Le nombre moyen d'objectifs quantitatifs fixés pour le pays « Allemagne » est de 1,30 (> 1) ;
- Le nombre moyen d'objectifs quantitatifs fixés pour la catégorie « Commerciaux » en « Allemagne » est de 2,94 (>1 également).

Une fois cette *story* racontée, les responsables RH l'ont reproduite en jouant le même scénario de test. Nous leur avons fourni un cahier de formation pour les aider dans la manipulation.

Lors de cette réunion de manipulation, les responsables RH ont beaucoup échangé entre eux. Le porteur du produit avec le reste de l'équipe ont été des observateurs et ont pris des notes concernant ces échanges qui ont eu lieu entre ces cinq clients. Nous avons par la suite regroupé toutes ces remarques dans un classeur Excel (présenté en annexe B).

Ce classeur Excel comprenait :

- Le nom du client ayant exprimé une remarque ;
- La page ou le sujet abordé ;
- La détail de la remarque ;
- Le type de la remarque : bug fonctionnel, remarque ergonomique ou ajout/amélioration des fonctionnalités.

5.2.4.2. 2ème réunion de testing

Lors de la 2ème réunion, nous avons présenté aux cinq responsables RH, une synthèse de leurs retours suite à la première réunion de *testing*.

Nous avons classé leurs remarques en trois catégories *: bugs* fonctionnels, remarques ergonomiques et ajout/amélioration des fonctionnalités

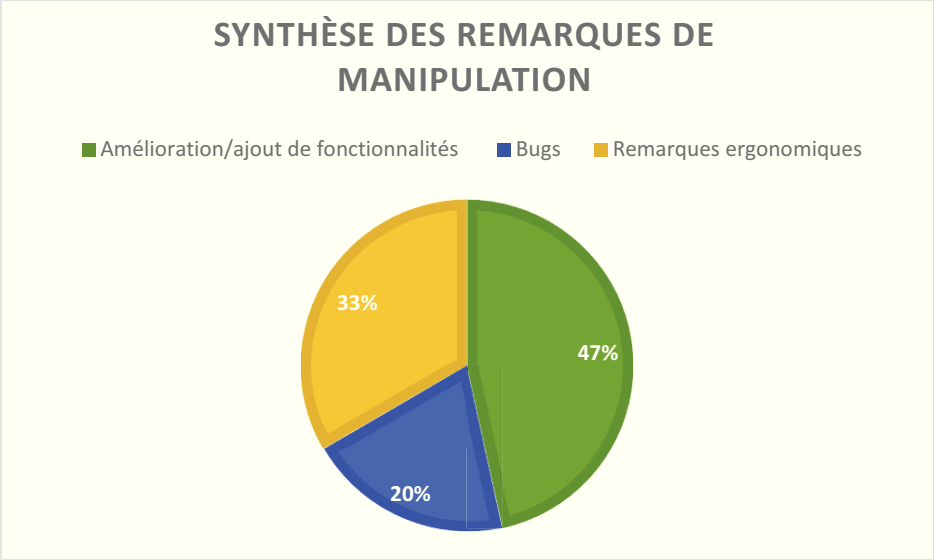


Figure 70. La répartition des remarques lors de la première réunion de *testing*

47% de leurs remarques étaient des demandes d'ajout ou d'amélioration de certaines fonctionnalités, 33% des remarques étaient sur l'ergonomie de l'application Analytics sinon les 20% restantes étaient sur les *bugs* rencontrés lors de la manipulation.

Nous avons veillé à leur donner des explications pour chaque remarque avant de leur faire tester de nouveau l'application avec les différentes améliorations.

Une fois cette session de *testing* effectuée, nous avons pris en compte les nouvelles remarques soulignées par les responsables RH. En effet, la validation de façon itérative en effectuant des tests d'utilisabilité collectivement peut sembler beaucoup de travail, mais les tests sont effectués sur la partie du logiciel qui concerne le récit utilisateur qui a été développé, et non pas un scénario complet. Les corrections/modifications trouvées créent de nouveaux éléments dans le carnet de produit et le PP doit les prioriser.

Pour finir, nous avons clôturé la réunion en leur expliquant le déroulement de la 3ème et dernière réunion de *testing*. Cette dernière étant individuelle avec chacun d'entre eux mais reste collaborative (virtuellement) grâce à la communauté virtuelle que nous avons créée. Cette communauté comprend les représentants des cinq clients et le porteur du produit.

5.2.4.3. 3ème réunion de *testing*

Lors de cette 3ème rencontre nous avons pris séparément chacun des responsables RH pour avoir leurs retours concernant l'application Analytics. Pourquoi une réunion individuelle avec chaque responsable RH?

- D'abord, par mesure de confidentialité concernant les résultats d'analyse des données de chaque client.
- Ensuite, parce que comme nous l'avions spécifié dans l'état de l'art : le SIAD (application Analytics) est un système qui aide l'utilisateur dans la résolution de ses problèmes de décision par un ensemble d'interaction avec le système lui-même et la pertinence des résultats dépend des caractéristiques individuelles et du contexte de l'utilisateur.

Cette série de réunions individuelles n'a pas empêché les responsables RH d'interagir et de discuter de la solution ensemble. En effet, nous avions demandé la création d'une communauté appelée « HR Analytics » sur l'outil de gestion de la relation clients de Talentsoft appelé « *TS Communauty* », considéré comme un Système Support de Groupe (GSS).

TS Community est un espace clients en ligne permettant à la fois de :

- Regrouper tous les documents nécessaires aux clients pour comprendre les différents modules du progiciel de Talentsoft ;
- Gérer les demandes d'assistance des clients : cet espace fonctionne comme une boîte de réception partagée pour toutes les questions et les préoccupations des clients. Ainsi, peu importe le canal utilisé par les clients pour contacter l'entreprise (e-mail, chat, Twitter, etc.), les agents d'assistance ont toujours un ticket cohérent, ce qui rend la gestion des tickets beaucoup plus facile. Ils peuvent donc aider les clients et résoudre les problèmes plus rapidement ;
- Favoriser la conversation avec les clients et les forums de discussion ;
- Organiser tout au long de l'année des événements ou des ateliers « bonnes pratiques ». Les clients peuvent participer aux choix stratégiques et orientations des différents produits et contribuer à l'émergence de nouvelles idées pour enrichir la solution.

TS Community de Talentsoft repose sur la solution de l'éditeur informatique Zendesk[17].
Notre communauté « HR Analytics » sur TS community comprend les représentants des cinq entreprises clientes et le porteur du produit. Notre communauté est organisée en forum de discussion. Elle ne permet pas uniquement des interactions d'une entreprise cliente avec le porteur du produit (cela n'étant qu'une partie de l'équation). Les cinq clients parlent et interagissent aussi entre eux de ce qui fonctionne ou ne fonctionne pas dans notre communauté et ce dans le but d'aboutir à un consensus.
Il est important que chacun des responsables RH teste l'application avec ses propres données, car la pertinence des résultats dépend des caractéristiques individuelles et du contexte de l'utilisateur.
Avant la mise en production de l'application Analytics sur les environnements de production des cinq entreprises, nous avons fait tester aux responsables RH l'application sur un environnement de pré-production. Un environnement de pré-production permet de valider l'utilité et l'utilisabilité de l'application en réalisant les tests fonctionnels et ergonomiques liés aux évolutions et corrections de la nouvelle version de l'application avec leur propre jeu de données avant de l'installer sur la plate-forme de production.

Suite à cette série de réunions de *testing* individuelles et aux échanges qu'ont pu avoir les cinq responsables RH sur la communauté virtuelle « *HR Analytics* », nous avons recueilli un certain nombre de remarques. Ces dernières concernaient l'amélioration, l'ajout, suppression ou correction des aspects ergonomiques et fonctionnels de l'application *HR Analytics* avant le déploiement dans les environnements de production.

[17] Zendesk est une plateforme de service client, conçue pour les entreprises qui veulent forger des relations plus productives avec leurs clients. L'entreprise Zendesk a été fondée en 2006 à Copenhague. L'entreprise a emménagé aux états unis en 2009. Elle comprend plus de 1600 employés et compte aujourd'hui 94000 comptes clients.
Pour en savoir plus : https://www.zendesk.fr/

5.3. Conclusion de la mise en place de l'approche P© sur le terrain

Notre approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes nous a permis de développer une application Analytics efficace et qui satisfasse les utilisateurs finaux. En effet, un mois après le déploiement de la solution sur les environnements de production des cinq entreprises clientes nous avons transmis à leurs responsables RH un questionnaire pour évaluer leur degré de satisfaction concernant le produit final (l'application HR Analytics) et l'organisation mise en place pour son développement.

La solution HR Analytics

- De façon globale l'application HR Analytics répond-elle à vos problèmes identifiés en amont ?
  - Oui
  - Non
- L'application HR Analytics répond-elle à des exigences de type fonctionnel ?
  - Oui
  - Non
  - Je ne sais pas
- Avez-vous trouvé les indicateurs d'évaluation des collaborateurs pertinents ?
  - Oui
  - Non
  - Une partie seulement
- Y a-t-il des fonctionnalités ou des contenus qui manquent ?
  - Oui
  - Non
  - Je ne sais pas
- L'application HR Analytics répond-elle à des exigences ergonomiques (facilité de navigation, rapidité et esthétique) ?
  - Oui
  - Non
  - moyennement

L'organisation de la Bêta

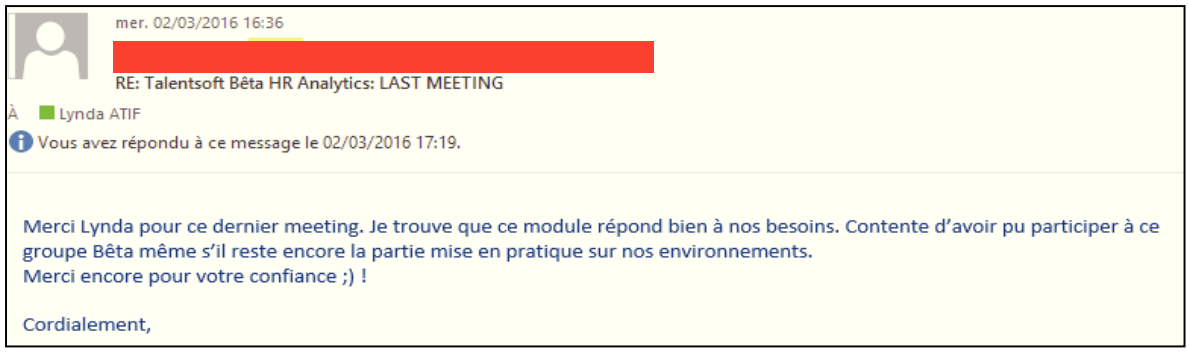
- Etes-vous satisfait des fréquences d'échanges individuels et collectifs?
  - Oui
  - Non
- La durée des réunions vous a paru
  - Trop longue
  - Bonne
  - Trop courte
- Après l'atelier étiez-vous en mesure de mettre en application ce qui a été manipulé ensemble?
  - Oui
  - Oui, mais c'était compliqué
  - Non

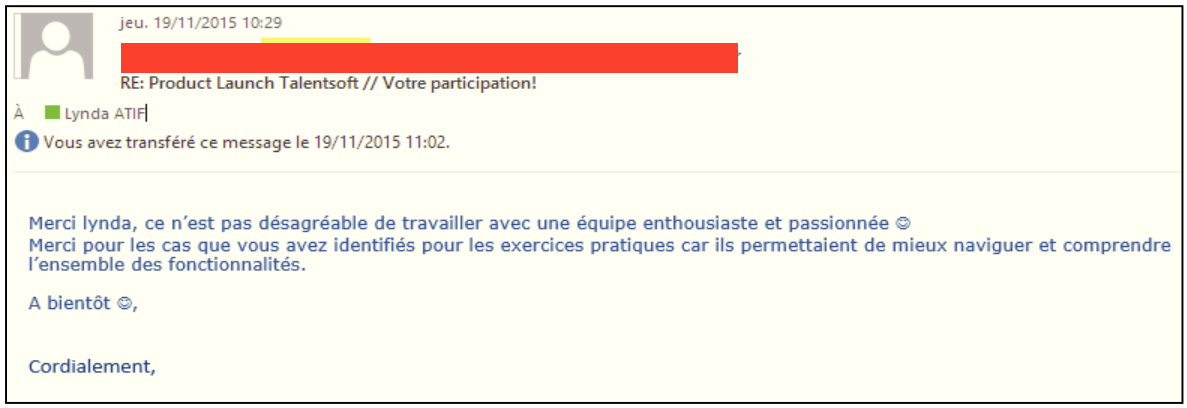
Commentaire libre

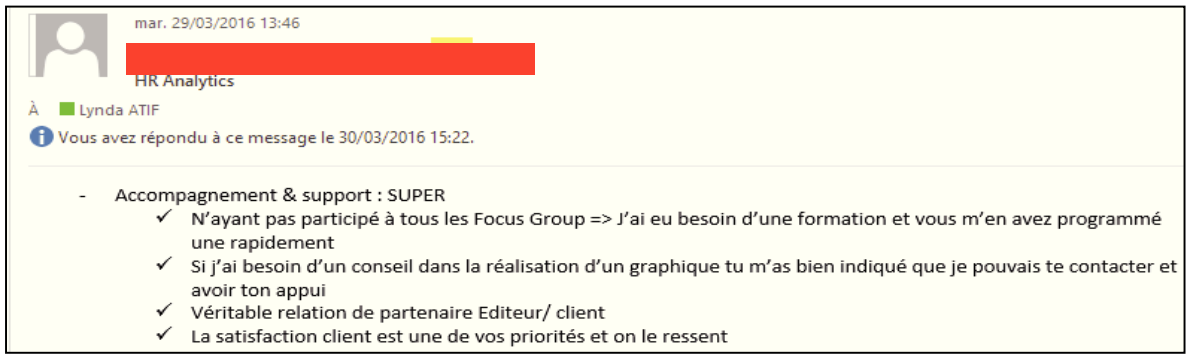
Figure 71. Le questionnaire de satisfaction soumis aux cinq responsables RH

Nous leur avons transmis ce questionnaire par le biais d'un logiciel de sondage en ligne *Survey Monkey*[18] . Les réponses des cinq clients étaient à 100% positives excepté une seule personne à la dernière question. C'était la responsable RH qui avait suivi les réunions à distance. Cette dernière avait mis « oui mais c'était compliqué » pour la question « Etiez-vous en mesure de mettre en application ce qui a été manipulé ensemble ? ».

Concernant les commentaires voici quelques exemples :







[18] Ce site permet de créer des sondages gratuitement. Il offre une grande variété de types de questions. Il permet aussi de personnaliser les sondages, analyser leurs résultats et les comparer.

Les limites constatées

Lors du développement de l'application Analytics de Talentsoft pour le premier processus RH « Évaluation des collaborateurs » nous avons souligné trois principales limites : les limites concernant les problèmes de décision identifiés dans le processus d'évaluation des collaborateurs, les limites concernant le travail collaboratif mis en place et les limites concernant de façon générale le contexte RH.

- Les problèmes de décision identifiés dans le processus d'évaluation des collaborateurs sont uniquement de deux types. Ces problèmes sont : des problèmes de description et des problèmes d'explication. Notre approche peut être ajustée ou améliorée si le type de problème de décision identifié était plus complexe comme des problèmes de prédiction ou de prescription. En effet, il existe une corrélation entre les problèmes identifiés et la solution développée pour nous aider à les résoudre. Ainsi, si les problèmes identifiés s'avèrent complexes, leur processus de résolution aussi. Nous nous posons alors la question de savoir si notre approche serait aussi valable pour la spécification des exigences et le développement de systèmes d'aide à la décision plus complexe.
- Le travail collaboratif mis en place pour identifier les problèmes de décision dans le processus « évaluation des collaborateurs », concernait uniquement des décideurs de même profil « les responsables RH ». En effet, dans ce processus RH, seuls les responsables RH étaient des décideurs. Il était plus facile pour nous d'appliquer le modèle SECI (Nonaka & Konno, 1998) pour créer une connaissance collective et ainsi identifier leurs problèmes de décision communs. La représentation des processus métiers, les activités ainsi que les problèmes de décision ont pu être explicités car nous visions une population de spécialistes dont le champ de connaissances est très spécifique (le même profil de décideur du même processus métier). Une des perspectives est de valider notre approche dans le cas où les profils de décideurs dans un processus métier seraient plus diversifiés. Concrètement, dans ce cas, chaque groupe de décideurs de même profil doit identifier ses problèmes de décision communs, puis le travail de chaque groupe doit être rassemblé pour former le travail final; il s'agit donc bien d'un processus coopératif (Rebetez, 2007 ; Potin, 2009). Cependant, tous les acteurs interagissent pour

la cohérence du travail final car nous cherchons à développer un seul et même système; nous restons ainsi dans un processus collaboratif.

- Dans un contexte RH, l'intérêt de l'Application Analytics réside dans la capacité à aider les acteurs décideurs RH à résoudre leurs problèmes de décision et ce, en analysant leurs données numériques; encore faut-il que ces données soient disponibles. En effet, certains RH restent encore éloignés de l'utilisation des systèmes d'information numériques et de l'usage des données.

VI. Conclusion Générale

Cette thèse est marquée par le caractère opérationnel de notre recherche effectuée dans le cadre d'une bourse CIFRE. Le travail rapporté dans ce document porte initialement sur la problématique d'analyse des besoins et des exigences pour le développement d'Application Analytics (SIAD orienté données). Nous avons proposé une approche d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes comme caractéristiques de nos travaux. Compte tenu du caractère très critique du processus d'analyse des besoins et des exigences, et du fait qu'il requiert l'implication de plusieurs parties prenantes, notre approche est également qualifiée de collaborative.

Un ensemble d'approches et techniques pour analyser les besoins et les exigences ont été passées en revue dans le but de situer nos travaux par rapport à l'existant. Il en est ressorti que ces approches, bien qu'ayant de nombreux mérites, restent non concluantes. Selon nous, cela est dû au fait que les problèmes de décision auxquels font face les futurs utilisateurs de l'artefact ne soient pas élicités. De plus les approches existantes sont limitées lorsque le nombre et la diversité d'utilisateurs finaux du SIAD augmente considérablement. Sur cette base, la démarche adoptée dans nos travaux a séparé les aspects liés aux domaines des problèmes (des utilisateurs finaux) aux aspects liés au domaine de la solution (la spécification des exigences système). Cette séparation a été faite dans le but de traiter les problèmes de décision auxquels font face les différents décideurs et futurs utilisateurs de l'artefact indépendamment de la solution. Celle-ci est déterminée a posteriori, en réponse aux problèmes identifiés contrairement aux approches les plus répandues.

L'étude de l'état de l'art s'est porté d'abord sur le produit à développer, ensuite sur les démarches existantes pour son développement, puis sur la phase d'analyse des besoins et des exigences qui nous intéresse tout particulièrement en tenant compte des méthodes de *Knowledge Management*. Partant de cet état de l'art nous proposons une nouvelle classification d'Application Analytics : Descritpive Analytics, Explicative Analytics, Diagnostic Analytics, Predictive Analytics, Prescriptive Analytics. Cette classification est dirigée par les problèmes de décision. À ce titre, notre approche d'analyse des besoins et des exigences pour développer

un SIAD se base sur une classification des problèmes que se posent les utilisateurs finaux à l'amont puis la conception en miroir de la solution Analytics à l'aval. Notre approche intègre les spécificités de plusieurs domaines : le génie logiciel, en particulier les méthodes agiles, l'interaction homme-machine et l'ingénierie des systèmes de connaissances. Notre processus d'analyse des besoins et des exigences est à la fois itératif, incrémental et participatif (emprunté des méthodes agiles), centré utilisateurs et interactif (emprunté du domaine de l'IHM) et dirigé par les problèmes de décision des utilisateurs décideurs (emprunté du domaine de l'ISC). Les vertus de la collaboration dans la résolution de problèmes complexes ont aussi été mises en évidence dans le cadre de notre recherche.

L'approche dirigée par les problèmes que nous proposons comporte plusieurs étapes : L'identification et la collecte des problèmes de décision, la classification et la formalisation de ces problèmes de décision, la déduction des spécifications fonctionnelles techniques et ergonomiques du système et enfin la vérification et la validation ultime des exigences. Il est important de souligner aussi que l'une des contributions significatives de notre recherche est l'intégration d'une étape de négociation et validation collective à chaque étape de notre approche d'où son caractère collaboratif.

Pour valider l'approche que nous proposons, elle a été mise en œuvre pour le développement d'une Application Analytics de l'éditeur informatique RH Talentsoft. Grâce à cette approche nous sommes arrivés à atteindre l'objectif attendu : le développement d'un système efficace qui satisfasse ces différents utilisateurs finaux.

VII. Perspectives

Les travaux réalisés au cours de cette thèse ont ouvert des perspectives selon trois points de vue:

Le point de vue opérationnel terrain Talentsoft

Continuer d'appliquer notre approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes pour le développement de l'application Analytics dans les autres processus RH : le processus de recrutement, de formation, de rémunération et de gestion prévisionnelle des emplois et de compétences. Ce serait l'occasion de consolider notre approche dans le cas d'une plus grande variété de problèmes de décision et/ou d'une plus grande variété de profils de décideurs.

Le point de vue Système Sociotechnique d'une entreprise

L'adaptation de notre approche pour développer des SIAD dans d'autres domaines métiers d'une entreprise ou d'autres types de Système d'Information Numérique (SIN).

Dans cette thèse nous avons vu l'importance d'impliquer les utilisateurs dans le processus de développement d'un type particulier de SIN : le système interactif d'aide à la décision (SIAD). Le SIN est l'un des élément du système d'information et de connaissance d'une entreprise (SICO). Et le SICO est un sous-ensemble du système sociotechnique. Il existe ainsi plusieurs SICO au sein de l'environnement sociotechnique d'une entreprise (dans notre cas nous avons étudié le SICO de la fonction RH. Nous avons développé un SIAD RH.

Le point de vue Système Sociotechnique d'une entreprise étendue

Lorsqu'on parle d'environnement sociotechnique, nous comptons plusieurs interactions possibles: une interaction Homme(s)-Homme(s), Homme(s)-Machine(s) et enfin Machine(s)-Machine(s). Ces différentes interactions se font entre différents acteurs et/ou systèmes d'une même entreprise ou de différentes entreprises. On parle alors d'environnement sociotechnique d'entreprise étendue comme mentionné dans la figure 72.

Les différentes perspectives de recherche qui découlent de ces réflexions concernent les processus de développement de systèmes d'information numérique (SIN) dits complexes issue de l'environnement sociotechnique de l'entreprise étendue par exemple des solutions *Big Data* ou des systèmes issus du domaine de l'intelligence artificielle. On se pose alors la question de

savoir quelle place pour l'homme dans le processus de développement de ce type de systèmes? Est-ce que notre approche de développement serait-elle toujours applicable?

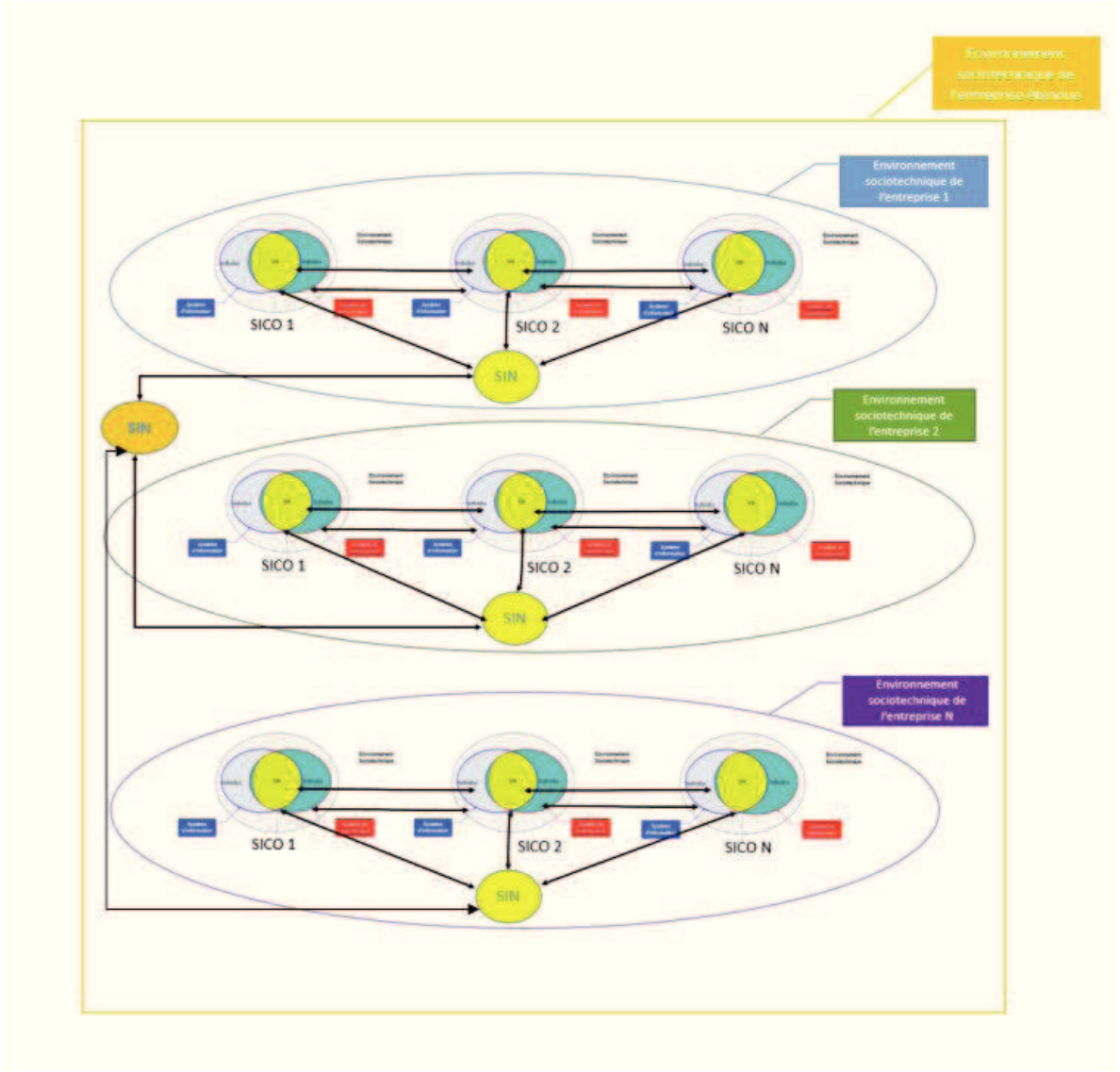


Figure 72. Place du système d'information numérique dans l'environnement sociotechnique de l'entreprise étendue

Bibliographie

Abdelhédi, F., Zurfluh, G., User Support System for Designing Decisional Database, The Sixth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, Nice: 24 Fevrier - 1 Mars, France, 2013.

Abed M., Bernard J. M. and Angué J.C., Task analysis and modelization by using SADT and Petri networks. In Proceedings Tenth European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control. Liège, 1991.

Abed M., Méthodes et Modèles formels et semi-formels de conception et évaluation des systèmes homme-machine. Mémoire d'HDR, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 2001.

Acosta C.A. & Guerrero L.A., Supporting the Collaborative Collection of User's Requirements, In Proceedings of International Conference of Group Decision and Negotiation (GDN), Germany, 2006.

Ackoff R., Future of operational-research is past, Journal of The Operational Research Society, 1979.

AFIS, Ingénierie Système, Pourquoi ? Comment ? Technical report, Association Française d'Ingénierie Système, http ://www.a_s.fr/doc/presIS/presIS.htm, 2007.

Agarwal R. & Tanniru M.R., Knowledge Acquisition Using Structured Interviewing: An Empirical Investigation, Journal of Management Information Systems, vol. 7, 1990.

Alcaras J.-R., Les conceptions de la décision en sciences économiques : vers une approche ingénieriale ?, in Décider dans les organisations - Dialogues critiques entre économie et gestion, ouvrage collectif sous la direction de J.-R. Alcaras, P. Gianfaldoni, G. Paché, L'Harmattan, Paris, 2004.

Alter, S., A Taxonomy of Decision Support Systems », Sloan Management Review, Vol. 19, no1, pp.39-57, 1977.

Ambler S.W., « Disciplined Agile Software Development: Definition », Disciplined Agile Software Development: Definition, [En ligne]. Disponible: http://www.agilemodeling.com/essays/agileSoftwareDevelopment.htm. [Consulté le 28 juillet 2016].

Annoni E., Éléments méthodologiques pour le développement des systèmes décisionnels dans un contexte de réutilisation, Thèse de doctorat, Université Toulouse I, 2007.

Annoni E., Éléments méthodologiques pour le développement des systèmes décisionnels dans un contexte de réutilisation, Thèse de doctorat, Université Toulouse I, 2010.

Anthony R.N., Planning and Control Systems: A Framework for Analysis, Harvard University Graduate School of Business Administration, Cambridge, MA, 1965.

Arduin P.-E., Grundstein M., Rosenthal-Sabroux C., From knowledge sharing to collaborative decision making, International Journal of Information and Decision Sciences, Vol. 5, N° 3, 2013.

Aries S.,MASK. http://aries.serge.free.fr/index.php?page=content/MASK/SA32, 2011.

Arnott D., Dodson G., Decision Support Systems Failure, in Handbook on Decision Support Systems, Berlin Heidelberg, Springer Verlag, pp. 763-790, 2008.

Aussenac-Gilles N., Méthodes ascendantes pour l'ingénierie des connaissances, Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, Université Paul Sabatier (Toulouse III), 2006.

Azadeh A., Saberi M., Jiryaei Z., An intelligent decision support system for forecasting and optimization of complex personnel attributes in a large bank, Expert Systems with Applications, Vol. 39, Issue 16, 15 November, 2012.

Balbo S., Evaluation ergonomique des interfaces utilisateur : un pas vers l'automatisation, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble 1, 1994.

Balmisse G., Gestion des connaissances. Outils et applications du knowledge management. Vuibert, 2002.

Bargui, F.Feki, J., Ben-Abdallah, H., A natural language approach for Data Mart schema, NLDB'09: Proceedings of the 14th international conference on Applications of Natural Language to Information System, Saarland University, Saarbrücken: 23-26 June, Germany, 2009.

Barone D., Yu E., Won J., Jiang L., Mylopoulos J., Enterprise Modeling for Business Intelligence, in The Practice of Enterprise Modeling, P. van Bommel et al. (eds.), PoEM 2010, LNBIP 68, pp. 31-45, 2010.

Basili V., Caldier G. & Rombach D., Goal/Question/Metric Paradigm . Encyclopedia of Software Engineering, 1994.

Baumard P., Organisations déconcertées - la gestion stratégique de la connaissance. Editions masson, Paris, 1996.

Baumard P. & Starbuck W. H., La connaissance dans les organisations, J. Allouche, P. Louart (Eds.), Encyclopédie des Ressources Humaines, Paris, Economica, 2002.

Benchimol G., Décision de groupe assistée par ordinateur, Hermès, Paris, 1992.

Bhargava H.K., Power D.J., Sun D., Progress in Web-based decision support technologies,
Decision Support Systems, Vol. 43, Issue 4, August, 2007.

Bjørner D., From Domains to Requirements, On a Triptych of Software Development, 2009

Blanchot F., La Connaissance Objective" de Karl Popper : principales thèses et apports pour les recherches en gestion, Finance Contrôle Stratégie 2, 1999.

Boehm B.W., Gray T. E. and Seewaldt T., Prototyping versus specifying : a multiproject experiment. IEEE transactions on Software Engineering, 1984.

Boehm B.W.: A Spiral Model of Software Development and Enhancement, IEEE Computer, vol. 21, n° 5, pp. 61-72, 1988.

Boehm B., Grunbacher P. & Briggs R.O., Developing groupware for requirements negociation : Lessons Learned. IEEE software, 2001.

Bonczek R., Holsapple C. and Watson A., Foundations of decision support systems. Academic Press, NY, USA, 1981.

Bonifati A., Cattaneo F., Ceri S., Fuggetta A. & Paraboschi S., Designing data marts for data warehouses. ACM Trans. Softw. Eng. Methodol., 2001.

Bostrum R. P., Successful application of communication techniques to improve the systems development process, Information and Management, vol. 16, no. 5, 1989.

Bouaka N., Développement d.'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel: un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique, Thèse, Sciences de l'Information et de la Communication, Université Nancy 2, France, 2004.

Boughzala M., Ingénierie de la collaboration: Théories, technologies et pratiques, Hermès, Paris, 2007.

Bou Saba M., L'implantation d'un outil d'intelligence collective. Un essai d'observation et d'interprétation. L'outil COOPERFIC pour les coopératives agricoles du Languedoc-Roussillon », Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Université de Montpellier II, 2011.

Brasseur C., Enjeux et usages du big data: technologies, méthodes et mise en œuvre, Hermès science publications-Lavoisier, Paris, 2013.

Briggs R., De Vreede G., Nunamaker Jr J., and Tobey D., ThinkLets : Achieving Predictable, Repeatable Patterns of Group Interaction with Group Support Systems (GSS). In Proceedings of 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-34), volume 1, Hawaii, USA, 2003.

Briggs R.O., On theory-driven design and development of collaboration systems. International Journal of Human-Computer Studies, 2006.

Brown S.L. & Eisenhardt K. M. , The art of continuous change: linking complexity theory and time-paced evolution in relentlessly shifting organizations", Administrative Science Quarterly, vol. 42, n°1, 1997.

March.,Burgemeestre C.B., Liu J., Hulstijn J., Tan Y., Early Requirements Engineering for e-Customs Decision Support: Assessing Overlap in Mental Models, Proceedings of the CAiSE Forum, 2009;

Cabibo L., Torlone R., The design and Development of a logical System for OLAP, 2nd International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWak), 2000.

Cadin L., Guérin F., Pigeyre F., Pralong J., Gestion des ressources humaines, Dunod, 2004.

Caelen J. Conception participative par "moments" ; une gestion collaborative. Le Travail Humain, Vol. 72, No. 1, 2009.

Caroll, J. M., The Scenario Perspective on System Development, In Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development, Wiley, New York: 29 May, pp. 337-360, 1995.

Cavero J. M., Piattini M., and Marcos E.: A multidimensional data warehouse methodology, In ICEIS, pages 138–144, 2001.

Carneiro L. & Brayner A., X-META : A methodology for data warehouse design with metadata management. In Design and Management of Data Warehouses (DMDW), 2002.

Caulier P., Méthodologie de capitalisation et de réutilisation de connaissances pour l'aide à la supervision des procédés automatisés complexes - Application à la supervision du trafic téléphonique de l'Ile de France. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 1997.

Caulier P., Méthodologie de conception ascendante de systèmes d'information, Ingénierie et capitalisation des connaissances, Edition Hermès, 2001.

Charlet J., Reynaud Ch., Teulier R., Ingénierie des connaissances pour les systems d'information, in Ingénierie des systèmes d'information, C. Cauvet et C. Rosenthal-Sabroux (éd.), Hermès, 2000.

Charreire S. et Huault I., Cohérence épistémologique : les recherches constructivistes françaises en management revisitées, in N. Mourgues, Questions de Méthodes en Sciences de Gestion, 2002.

Chen H., Chiang R.H.L., Storey V.C., Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact, MIS Quarterly, vol. 36, No 4, December, 2012.

Christel M. G. & Kang K. C., Issues in Requirements Elicitation, Technical Report CMU/SEI–92–TR–12, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1992.

Claveau N. & Tannery F., La recherche à visée ingénierique en management stratégique ou la conception d'artefacts médiateurs, in N. Mourgues, Questions de Méthodes en Sciences de Gestion, 2002.

Coakes E., Willis D., Clarke S., Knowledge Management In The Socio Technical World, SPRINGER, 2002.

Codd E. F., Codd S. B., Salley C. T., Providing OLAP to user analyst: an IT mandate, Rapport technique, E. F. Codd and associates, 1993.

Cohen S. G., What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite, Journal of Management, vol. 23, no. 3, 1997.

Cook S. & Brown J. S., Bridging epistemologies: The generative dance between organizational knowledge and organizational knowing, Organization Science, 1999.

Cointot J. C. & Eychenne Y., La révolution big data: les données au coeur de la transformation de l'entreprise, Dunod, 2014.

Corbel J.C., Méthodologie de retour d'expérience : démarche MEREX de Renault, Connaissances et savoir-faire en entreprise, Edition Hermes, Paris, 1997.

Corbett I., Entre discours stratégique et pratique organisationnelle : Une mise en intrigue de la gestion des connaissances dans la Branche Ciment, Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Centrale des Arts et Manufactures, 2009.

Cowan R. & Foray D., The Economics on codification and the Diffusion of Knowledge, Industrial and Corporate Change, Vol 6, n°3, 1997.

Curtis B. and Hefley B., a WIMP no more, the maturing of user interface engineering. Interactions, 1994.

Damart S.& Pachulski A., A Note on the Concept of Knowledge Management for Decision Aid Activity, DSIA 2002, Cork, Ireland, 4-7 juillet 2002.

Dameron Fonquernie S., Génération de la coopération dans l'organisation. Le cas d'équipes projet. Thèse, Paris Dauphine, 1999.

Daoudi J., Dynamique de la collaboration au sein des équipes dispersées: le cas des projets d'ingénierie, Thèse de doctorat, Montréal, Département de mathématique et génie industriel, École Polytechnique de Montréal, Canada, 2010.

Davenport T. H. & Soulard H., Stratégie Big Data, Pearson, Paris, 2014.

David A., Logique, méthodologie et épistémologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées, in David A., Hatchuel A. & Laufer R., Les nouvelles fondations des sciences de gestion, Vuibert, collection FNEGE, 2000.

David A., Les nouvelles fondations des sciences de gestion, 3ème édition, Presses des Mines, 2013.

Demirkan H., Dursun D., Leveraging the capabilities of service-oriented decision support systems: Putting analytics and big data in cloud, Decision Support Systems, Vol. 55, Issue 1, 2013.

De Terssac G., Maggi B., Autonomie et conception, Coopération et conception. Octarès, Toulouse, France, 1996.

Dobre, D., Contribution à la modélisation d'un système interactif d'aide à la conduite d'un procédé industriel. Unpublished PhD Thesis, Université Henri Poincaré, Nancy I, Nancy, 2010.

Dodson G., Decision Support Systems Failure, in Handbook on Decision Support Systems 1, F. Burstein and C. W. Holsapple (Eds), Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 2008.

Diviné, M., Parlez-vous merise ?, Editions Eyrolles, Paris, France, 1982.

Dupuy-Chessa S., Modélisation en Interaction Homme-Machine et en Système d'Information : A la croisée des chemins, Habilitation à diriger des recherches de l'université de Grenoble, 2012.

Elatta S., Destination: AgileTop Eight Reasons Why Organizations Are Making the Switch , Scrum Alliance -Destination: Agile Top Eight Reasons Why Organizations Are Making the Switch, Disponible : http://www.scrumalliance.org/articles/84-destination-agile. [Consulté le 25 juillet 2016].

Ermine J. L., Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MASK, Ingénierie et capitalisation des connaissances, Edition Hermès, 2001.

Essame D., La méthode B et l'ingénierie système. Réponse à un appel d'offre. Technical report, IUT-Nantes, Université de Nantes, http ://www.iutnantes.univ-nantes.fr/ habrias/dessGledn/, 2002.

Eynard B., Gestion du cycle de vie des produits et dynamique des connaissances industrielles en conception intégrée. Habilitation à Diriger des Recherches, Ecole Doctorale de l'Université de Technologie de Compiègne, 2005.

Favre, C., Bentayeb, F., Boussaid, O., Evolution et personnalisation des analyses dans les entrepôts de données : une approche orientée utilisateur, 25ème Congres Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID 07), Perros-Guirec : 22-25 mai, France, pp 308-323, 2007.

Farlex, The Free Dictionary, http://www.thefreedictionary.com, 2006.

Fayyad U.M., Piatesky-Shapiro G, Smyth P., Uthurusamy R., an overview, in Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, Menlo Park, CA: AAAI Press/The MIT Press, 1996.

FDX50-127, Le fascicule de documentation de la norme AFNOR, 2002.

Feki J., Ben-Abdallah H. & Ben-Abdallah M., Réutilisation des patrons en étoile in DBL, 2006.

Fjermestad J. & Hiltz S. R., Group support systems: a descriptive evaluation of case and field studies, Journal of Management Information Systems, vol. 17, no. 3, 2001.

Foray, D., L'économie de la connaissance, La Découverte, Paris, 2000.

Freeman C., The Economics of Industrial Innovation, Second Edition, Frances Printer, London, 1982.

Frolick M.N., Robichaux B.P., EIS information requirements determination: Using a group support system to enhance the strategic business objectives method, Decision Support Systems, vol.14, Issue 2, pp. 157-170, 1995.

Fruhling A., Steinhauser L., Hoff G. & Dunbar C., Designing and Evaluating Collaborative Processes for Requirements Elicitation and Validation. In Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, 3-6 January, 2007.

Gam El Golli, I., Ingénierie des Exigences pour les Systèmes d'Information Décisionnels : Concepts, Modèles et Processus (la méthode CADWE), Thèse de Doctorat, Université Paris-Panthéon-Sorbonne, France, 2008.

Gardarin G., Bases de données. Eyrolles, Paris, France, 1999.

Gartner, Magic Quadrant Report for talent Management Suites, 2015.

Gause D. C. & Weinberg G. M., Exploring Requirements: Quality Before Design, Dorset House, New York, USA, 1989.

Gergen K., The Saturated Self: Dilemmas of Identity in Contemporary Life, Basic Books, New York, 1991.

Gherardi S. & Nicolini D., To Transfer is to Transform: The Circulation of Safety Knowledge. Organization, 2000.

Ghozzi F., Ravat F., Teste O. & Zurfluh G., Méthode de conception d'une base multidimensionnelle contrainte, In Revue des Nouvelles Technologies de l'Information - Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne (EDA'05), Cépadues éditions, 2005.

Giorgini P., Rizzi S. & Garzetti M., Goal-oriented requirement analysis for data warehouse design. In Song and Trujillo, 2005.

Giorgini P., Rizzi S., Garzetti M., GRAnD: A goal-oriented approach to requirement analysis in data warehouses, Decision Support Systems, 2008.

Goglin J. F., Construction du datawarehouse, Hermès, 2001.

Golfarelli M., Rizzi S., A Methodological Framework for Data Warehouse Design, First International Workshop on Data Warehousing and OLAP, Washington, 1998b

Gorry G.A., Scott Morton M., A framework for management information systems, Sloan Management Review, 1971.

Gottesdiener E., Requirements by Collaboration: Workshops for Defining Needs, Addison-Wesley, Boston, USA, 2002.

Gozzi F., Ravat F., Teste O. & Zurfluh G., Méthode de conception d'une base multidimensionnelle contrainte. In Revue des Nouvelles Technologies de l'Information

- Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne (EDA'05), volume RNTI-B-1, Cépadues éditions, 2005.

Graham I., Requirements Engineering and Rapid Development: An Object-Oriented Approach, Addison-Wesley, Great Britain, 1998.

Gray P.H., A problem-solving perspective on knowledge management practices. Decision Support Systems, 2001.

Gronier G., Brangier E., Sagot J.C., Gouin V., Les outils de travail coopératif assisté par ordinateur : approche ergonomique, Confère, Marseille, 2000.

Grundstein M., Développer un système à base de connaissances : un effort de coopération pour construire en commun un objet inconnu. Actes de la journée "Innovation pour le travail en groupe", Cercle pour les Projets Innovants en Informatique (CP2I), novembre 1994.

Grundstein M., La Capitalisation des Connaissances de l'Entreprise, Système de production des connaissances. Actes du Colloque "L'Entreprise Apprenante et les sciences de la complexité". Université de Provence, Aix-en-Provence, 22-24 mai 1995.

Grundstein M., Le management des connaissances dans l'entreprise problématique, axe de progrès, orientations, Rapport de recherche, 2002.

Grundstein M., Management des connaissances et des compétences: Vers un modèle de référence (MGKME). Journée C2EI –Connaissances et compétences en entreprise industrielle, Actes de la Semaine de la Connaissance, Nantes, France, 2004.

Grundstein M., Rosenthal-Sabroux C., Capitalisation des connaissances de l'entreprise et aide à la décision. Vers un système d'information numérique centré sur le poste de travail informatisé de l'acteur décideur. Revue U.E.ENSAM Knowledge Management, pages, 2000.

Grundstein M., Rosenthal-Sabroux C., Pachulski A., Reinforcing Decision Aid by Capitalizing on Company's Knowledge, Revue EJOR, 2001.

Guest D. E., Human Resource Management and Industrial Relations, The Journal of Management Studies, Vol. 24, 1987.

Guo Y., Tang S., Tong Y., Yang D., Triple-driven data modeling methodology in data warehousing: a case study, in proceedings of ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP), 2006.

Habermas J., Théorie de l'agir communicationnel, Tomes 1 et II, Paris, Fayard, 1987.

Harker S. D. P., Eason K. D., Dobson J. E., The change and evolution of requirements as a challenge to the practice of software engineering, In Proceedings of the IEEE International Symposium on Requirements Engineering, 1993.

Hatchuel A. & Weil B., La théorie CK, Fondement et usage d'une théorie unifiée de la conception, International Conférence Sciences of Design, Lyon, 2002.

Hendrickson A., Human Resource Information Systems: Backbone Technology of Contemporary Human Resources, Journal of Labor Research, Vol 24, 2003.

Herlea D.E., Users' involvment in the requirements engineering process, Proceedings of 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop, 1996.

Holtzman, S., Intelligent decision systems, Addison Wesley, 1989.

IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers), IEEE-610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1990.

Inmon, W. H., Building the data warehouse (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA. ISBN: 0-471-14161-5., 1996.

ISO 9241, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs): Guidance on usability, International Standards for Business, Government and Society, 2010.

Jackson, M., Software Requirements and Specifications – A Lexicon of Practice, Principles and Pejudices. ACM Press, Addison-Wesley. ISBN 0-201-87712-0, 1995.

Jones N. A., Ross H., Lynam T., Perez P. & Leitch A., Mental Models : An Interdisciplinary Synthesis of Theory and Methods. Ecology and Society, vol. 16, no. 1, 2011.

Jaulent, P., Génie Logiciel, les méthodes. A. Colin, Paris, 1994.

Karlsen J. I., Action research as method. Reflecting from a program for developing methods and competence, in Participatory action research, SAGE, 1991.

Kerlan F., Guide pour la GPEC, EYROLLES, 2eme édition, 2004.

Kersten G.E., NEGO – Group decision support system", Information and Management, Vol. 8, Issue 5, 1985.

Kettani N., Mignet D., Paré P. et Rosenthal-Sabroux C., De Merise à UML, Eyrolles 1998.

Kimball R., The Data Warehouse Toolkit, John Wiley & Sons, 1996.

Kimball R., Reeves L., Thornthwaite W., Ross M., and Thornwaite, W., The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: Expert Methods for Designing". John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1998.

Klein, G., Sources of Power How People Make Decisions, MIT Press, 1999.

Kolski C., Interfaces homme-machine application aux systèmes industriels complexes. Hermès, Paris, France, 1997.

Kostova T., Transnational Transfer of Strategic Organizational Practices: A contextual perspective. Academy of Management Review, 1999.

Kovach K. & Cathcart C., Human Resource Information Systems (HRIS) : Providing Business with Rapid Data Access, Information Exchange and Strategic Advantage, Public Personnel Management, Vol. 28, 1999.

Krueger R. A., Focus Groups: A practical guide for applied research, Sage, Thousand Oaks, USA, 1994.

Lamsweerde, 2009

Langan-Fox J., Wirth A., Code S. & Langeld-Smith K., Analyzing shared and team mental models. International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 28, 2001.

Lapalle M., « Etude des impacts de la démarche globale de RSE sur les attitudes et comportements des parties prenantes internes et externes de l'organisation : salariés, clients et militants. Le cas d'une entreprise de l'économie sociale : La MAIF », Thèse de doctorat en Sciences de gestion, Université Toulouse I Capitole, 2012.

Laprie J.C., Arlat J., Blanquart J.P., Guide de la sureté de fonctionnement, Cépaduès Editions, 1995.

Latour B., Changer de société. Refaire de la sociologie, Paris, La Decouverte, 2006.

Laudon K. & Laudon J., Management des systèmes d'information, Editions Pearson Education France, 2006.

Laughlin R., Un Univers différent, Fayard, 1997.

Lebraty J. F., Les systèmes décisionnels, Encyclopédie de l'informatique et des systèmes d'information, Vuibert, pp.1338-1349, 2006.

Le Moigne J.-L., La théorie du système général. Théorie de la modélisation, Paris, Presses Universitaires de France, 4e édition mise à jour 1995.

Lepreux S., Abed M., and Kolski C., A human-centred methodology applied to decision support system design and evaluation in a railway network context. Cognition, Technology & Work, 2003.

Lepreux S., Approche de Développement centré décideur et à l'aide de patrons de Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, France, 2005.

Lévine P., Pomerol J.-C.: SIAD et systèmes experts, Hermès, Paris, 1989.

Lewin K., Field Theory in Social Science, Harper and Row, New York, 1951.

Lewkowicz M. & Zaclad M., Une nouvelle forme de gestion des connaissances basée sur la structuration des interactions collectives, Hermes Science Publications, Paris, 2001.

List B., Bruckner R.M., Machaczek K., Schiefer J., A Comparison of Data Warehouse Development Methodologies, in proceedings of DEXA'2002, pp.203-215, 2002.

Long J.B. & Denley I., Evaluation for practice, tutorial. Ergonomics society annual conference, 1990.

Longueville B. & Gardoni M.: A survey of context modelling: approaches, theories and use for engineering design researches. ICED 03, 14th International Conference on Engineering Design. Stockholm, Sweden,, 2003.

Lorino P., Le Contrôle de Gestion Stratégique, la gestion par les activités, Dunod entreprise, Paris , 1992.

Lorino P., Piloter ou catalyser le changement organisationnel : une approche sémiotique et pragmatique, Actes du colloque « Conception et dynamique des organisations : Sait-on piloter le changement? », Ecole des Mines, 2-3 novembre, 2000.

Louart P., « Complexité », Encyclopédie de la gestion et du management, ouvrage coordonné par Le Duff R., Dalloz Sirey, 1999.

Loucopoulos P., Karakostas V., System Requirements Engineering, McGraw-Hill, 1995.

Lubars M., Potts C., Richer C., A review of the state of the practice in requirements modeling, IEEE Symp. Requirements Engineering, San Diego, 1993.

Lujàn-Mora, S., Trujillo, J., A comprehensive method for data warehouse design, Proceeding of the 5th International Workshop on Design and Management of Data Warehouses, DMDW'03, Berlin, Germany, September 2003.

Maggi B., Coopération et coordination dans et pour l'ergonomie : quelques repères. Performances Humaines et Techniques, Hors-série, 1997.

Malone, T.W., The interdisciplinary study of coordination", ACM Computing Surveys, Vol. 26, 1999.

Marakas G., Decision Support Systems In the 21st Century, Second Edition, Prentice Hall, 2003.

Martin J., Rapid Application Development, MacMillan, New York, 1991.

Mazón J.N., Trujillo J., Serrano M. & Piattini M., Designing data warehouses : from business requirement analysis to multidimensional modelling, In 13th IEEE International Requirements Engineering Conference Workshop on Requirements Engineering for Business Needs and IT Alignment (REBNITA), 2005.

McDermid J. and Ripkin K., Life cycle support in the ADA environment. University Press, 1989.

Mc Graw K., Harbison K., User Centered Requirements, The Scenario-Based Engineering Process. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1997.

Mc Mahon C., Lowe A., Culley S., Knowledge management in engineering design: personalization and codification. Journal of engineering design, Volume 15, Numéro 4, 2004.

Médina R., L'Extreme Programming. www.design-up.com, 2000.

Merck B., Système d'information : entreprises et RH , Personnel, n°402, 1999.

Midler C., L'auto qui n'existait pas, Management des projets et transformation de l'entreprise, Edition InterEditions, 1994.

Miller D., The Icarus paradox, New York, Harper Business, 1989.

Millot P. and Roussillon E., Man-machine cooperation in telerobotics : Problematics and methodologies. In Second Symposium on Robotics, Gif-sur-Yvette, 1991.

Miralles P., Le management des talents, Entreprises et management, 2007.

Moody D. L. & Kortink M. A. R., From enterprise models to dimensional models : a methodology for data warehouse and data mart design, In Jeusfeld et al., 2000.

Morin E., La méthode, Tome 1: La nature de la nature, Seuil, Paris, 1977.

MORIN E., La méthode : La nature de la nature, Paris, Seuil (Points), 1981.

Morin E., Introduction à la pensée complexe. Éditions E.S.F., 1990.

Morlay C., Management d'un projet système d'information : Principes, techniques, mise en oeuvre et outils. 5ème Edition, Édition Dunod, Paris, 2006.

Mouloudi A., Morizet-Mahoudeaux P., Valentin A. RAMSES, A Method for the Design Process of Interactive Information Systems, International Journal of Humam-Computer Interaction, vol. 27(2), 2011.

Mitroff I.I., Smart Thinking for Crazy Times. The Art of Solving the Right Problems, Berret Koehler Publishers, San Francisco, 1997.

Nebot V., Berlanga R., Building data warehouses with semantic web data, Decision Support Systems, Vol. 52, Issue 4, 2012.

Nielsen J., Usability engineering. Academic Press, Boston, 1993.

Nietzsche L. S., Beyond Good & Evil, St John's College, Annapolis, 1971.

Nilsson N.J., Problem Solving Methods in Artificial Intelligence, McGraw Hill, 1971.

Nonaka I., Takeuchi H., The Knowledge-Creating Company, New York, Oxford University Press, 1986.

Nonaka I. & Takeuchi H., The Knowledge Creating Company, New York: Oxford University Press, 1995.

Nonaka I. & Konno N., The concept of Ba : building a foundation for knowledge creation. California Management Review, vol. 40, 1998.

Nuseibeh, B. and S. Easterbrook. Requirements Engineering: A Roadmap. in The Future of Software Engineering (joint event of ICSE'00) , Limerick, Ireland, 2000.

O'Brien J.A., Marion G. & Saint-Amant G., Les systèmes d'information de gestion La perspective du gestionnaire utilisateur, Editions du Renouveau Pédagogique, 1995.

Oldham K., Kneebone S., Callot M., Murton A., MOKA - A Methodology and tools Oriented to Knowledge-based engineering Applications. Changing the Ways We Work, Advances in Design and Manufacturing, Volume 8, Proceedings of the Conference on Integration in Manufacturing, Göteborg, Sweden, IOS Press, Amsterdam, 1998.

Orlikowski W.,Knowing in practice: Enacting a collective capability in distributed organizing. Organization Science, 2002.

Osborn A. F., Applied Imagination, Charles Scribner's Sons, New York, USA, 1979.

Ouellet M., Mondoux A., Menard M., Bonenfant M. & Richard F., Big data, Gouvernance et Surveillance, présenté au centre de recherche GRICIS, Université de Québec, Montréal, 2013.

Pachulski A., Le repérage des connaissances cruciales pour l'entreprise : concepts, méthode et outils. Thèse de Doctorat, Université Paris-Dauphine, 2001.on

Paetz J., Arlt B., Erz K., & al. Data quality aspects of a database for abdominal septic shock patients. Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 75, 2004.

Parlier M., La compétence : nouveau modèle de gestion des ressources humaines, Personnel ANDCP, n°366, 1999.

Peaucelle J.L., Les systèmes d'information : le point de vue des gestionnaires, Paris : Economica, 1999.

Perret V. & Girod-Seville M., Les critères de validités en Sciences des organisations : les apports du pragmatisme, in N. Mourgues, Questions de Méthodes en Sciences de Gestion, Ems, 2002.

Perret V. & Seville M., Fondements épistémologiques de la recherche, in R.A. Thietart, Recherche en management, Dunod, 2007.

Perrin A., L'agenda de gestionnaires des connaissances, Acte de la XVIe Conférence internationale de management stratégique, Montréal, 2007. Disponible en ligne : http://www.aims2007.uqam.ca/actes-de-la-conference/communications/perrina189/at_download/article.pdf

Phipps C. and Davis K. C., Automating data warehouse conceptual schema design and evaluation, In Lakshmanan, pages 23–32, 2002.

Piaget J., Etudes sociologiques, Genève: Droz, 1967.

Polyani M., The Tacit Dimension. London : Routledge & Kegan Paul,1966.

Pomerol J.-Ch., Systèmes experts et SIAD, enjeux et conséquences pour les organisations, Technologies de l'Information et Société, vol. 3, n°1, pp. 37-64, 1989.

Pomerol J.C., Artificial intelligence and human decision making, European Journal of Operational Research, vol.99, 1997.

Potin Y., Travail Collaboratif : Quand la distance permet le rapprochement, article en ligne : http://www.creg.ac-versailles.fr/Travail-cooperatif-quand-la-distance-permet-le-rapprochement, consulté le 16 septembre 2016.

Porter M., Competitive Advantages : creating and sustaining superior performance, 1985.

Power D.J., Decision support systems: concepts and resources for managers. Westport, Conn., Quorum Books, 2002.

Prakash, N., Gossain A., Requirements driven data warehouse development, The 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'03), Klagenfurt/Velden: 16-20 June, Austria, 2003.

Prassad N. & Plaza, E., Corporate Memories as Distributed Case Libraries, Proceedings of Knowledge Acquisition Workshop, Banff, Alberta, Canada, November 9-14, 1996.

Prat N., Aide au processus de BPR : une approche fondée sur le raisonnement par cas, Colloque de l''Association Information et Management (AIM), Cergy-Pontoise, France, 1999.

Prat N & Akoka, J., From uml to rolap multidimensional databases using a pivot model, In Pucheral, 2002.

Rebetez C., Définition des concepts de base. http ://tecfa.unige.ch/staf/stafi/rebetez/staf11/periode4/, accédé en 2007.

Rilston, F. Paim, S. Jaelson Castro, F. B., DWARF: An Approach for Requirements Definition and Management of Data Warehouse Systems. Proceeding of the 11th IEEE International Requirements Engineering Conference, 08 - 12 September, pp. 1090-1099, 2003.

Rittel H.W. J. & Webber, M.M. (1984). Planning Problems are wicked Problems, chapitre 2.3, pages 135–144. John Wiley and Sons, Inc., New York, Etats-Unis.

Rivière A., « Les effets des stratégies d'enrichissement de produits sur la valeur perçue d'un bien complexe. Une application au secteur automobile », Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Université François-Rabelais de Tours, 2009.

Robertson J. & Robertson S., Volere requirements speci_cation template edition 13. Technical report, Principals of the Atlantic Systems Guild London, Aachen and New York, www.systemsguild.com, 2007.

Rolland C., Prakash N., From conceptual modelling to requirements engineering, CREWS Report series 99 – 11., 1999a

Rolland C., De la modélisation conceptuelle à l'ingénierie des exigences, Techniques de l'ingénieur, réf. H3250, 10 février, 2011.

Romero, O., Abelló, A., Automatic validation of requirements to support multidimensional design. Data Knowledge. Engineering archive, Volume 69 Issue 9, pp.917–942, 2010.

Rosenthal-Sabroux C., Contribution méthodologique à la conception de systèmes d'information coopératifs, HDR, Université Paris Dauphine, 1996.

Rosenthal-Sabroux C. & Grundstein M., Ingénierie des systèmes d'information, chapitre Vers un système d'information source de connaissance, Hermès, 2002.

Rosenthal-Sabroux C., Grundstein M., A knowledge management approach of ICT, VNU Journal of Science, Natural Sciences and Technology, N° 24, pp. 162-169, 2009.

Roy B., Aide multicritère d'Aide à la Décision : méthode et cas. Economica, Paris 1993.

Royce W., Managing the development of large software systems: Concepts and techniques. WESCON technical papers, 1970.

Ruel F., La complexification conceptuelle des représentations sociales discursives à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement chez les futurs enseignants et enseignantes des sciences, Thèse de doctorat, FSE, Université Laval, 1992.

Salles M., A method for auditing economic development policies at a regional level, Intelligences Journal (IsJ), n° 1, sept., 11 pages. [en ligne], accès Internet : http://lodel.irevues.inist.fr/isj/index.php?id=68, 2013.

Salles M., Ingénierie de méthodes d'ingénierie des exigences pour l'aide à la décision, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches, l'Université Toulouse I – Capitole & l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), France, 2014.

Santoro F. M. & Brezillon P., Group storytelling approach to collect contextualized shared knowledge, In Proceedings of Sixteenth International Workshop on Database and Expert Systems Applications, Copenhagen, Denmark, 2005.

Schmarzo B. & Baland M. C., Big data tirer parti des données massives pour développer l'entreprise, Paris, 2014.

Schmidt K. & Bannon L., Taking CSCW seriously, In Computer Supported Cooperative Work (CSCW), Springer Netherlands,1992.

Schrage M., Shared minds : the new technologies of collaboration, Random House, 1990.

Schreiber G., KADS: a principled approach to knowledge-based system development, London, Academic Press, 1993.

Schwaber K., Agile Software Development with SCRUM, Upper Saddle River, New Jersey, 2001.

Sharp H, Finkelstein A. & Galal G., Stakeholder identification in the requirements engineering process, Tenth International Workshop on Database and Expert Systems Applications, Florence, Italy,1999.

Simon H.A., The new science of management decision, New York: Harper & Row Publishers, 1960.

Simon H.A., The new science of management decision, New Jersey: Prentice-Hall, Traduction, 1977.

Skarka W., Application of MOKA methodology in generative model creation using CATIA. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 20, Issue 5, 2007.

Soubie JL., Terssac G., Validation et Impact des Systèmes Experts. Rapport de recherche PIRTTEM-CNRS contrat n°89-D0076, 1991.

Soubie J.L. , Buratto F., and Chabaud C., La conception de la coopération et la coopération dans la conception. In G. de Terssac and E. Friedberg (Eds.), Coopération et conception. Octarès, Toulouse, France, 1996.

Soubie J.L., Modelling in Cooperative knowledge based systems. In Proceedings of third International Conference on the Design of Cooperative Systems, pages 45–48, Cannes, France, 26-29 May 1998.

Soussi, A., Feki J., Gargouri F., Approche semi-automatisée de conception de schémas multidimensionnels valides. In Revue des Nouvelles Technologies de l'Information – Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne (EDA'05), volume RNTI-B-1, Cépadues éditions, 2005.

Spool J., Web site usability: a designer's guide, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1999.

Sprague R.H. Jr., Carlson E.D., Building effective decision support systems, Prentice-Hall, 1982.

Standish Group, Chaos Report, Standish Group Report, 1995.

Standish Group, Chaos Report, Standish Group Report, 2015.

Stapleton J. DSDM, Dynamic System Development Method, Addison Wesley, Harlow, 1997.

Sutton D. & Patkar V., CommonKADS analysis and description of knowledge based system for the assessment of breast cancer. Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 2, Part 1, 2009.

Taggart W. & Robey D., Minds and Managers : On the Dual Nature Of Human Information Processing And Management, Academy of Management Review, 1981.

Talentéo, Les « talents » en 7 leçons, disponible en ligne sur http://www.talenteo.fr/les-talents-en-7-lecons/ , 4 Avril 2012.

Terrettaz-Zufferey A. L., F. Ratle O. Ribaux, P. Esseiva et M. Kanevski, Assessment of Data Mining Methods for Forensic Case Data Analysis, Journal of Criminal Justice and Security, Varstovoslovje, 2006.

Tétard F., Managers, Fragmentation of Working Time, and Information Systems. Thèse de doctorat de l'Université Abo Akademi, Turku, Finlande, 2002.

Thayer R. and McGettrick A., Software Engineering : a European Perspective. Los Alamitos, IEEE Computer Society Press, 1993.

The economist, Who's big on BIG DATA?, A report from the Economist Intelligence Unit, 2014.

Thiétart, R. A., Méthodes de recherche en management. Paris, Dunod, 1999.

Thiétart R.. A., Méthodes de Recherche en Management. 2 édition. Paris, Dunod, 2003.

Thiétard R.A., Méthodes de recherche en management, Dunod, 3ème édition, 2007.

Trentesaux D., Conception d'un système de pilotage distribué, supervisé et multicritère pour les systèmes automatisés de production , Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, France, 1996.

Tsois A., Karayannidis N. & Sellis T. K. Mac, Conceptual data modelling for olap, In Theodoratos et al., 2001.

Tsuchiya S., Improving knowledge creation ability through organizational learning, In ISMICK 1993 : Proceedings of the International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge, 1993.

Tufféry S., Data mining et statistiques décisionnelle. L'intelligence des données. TECHNIP, France, 2007.

Turban E., Decision Support and Expert Systems. Macmillan, New York, 1993.

Turban E., Decision support and expert systems : management support systems, New York, Maxwell McMillan, 1995.

VALDURIEZ P., Benefits and risks of using cloud and big data are analyzed at CMM, 2014. Consulté le 3 février 2015. Disponible à l'adresse : http://www.cmm.uchile.cl/?p=22543

Van Rijmenam M., Think bigger: developing a successful big data strategy for your business, Consulté le 3 février 2015, Disponible à l'adresse : http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=686831

Vickoff JP., Méthode Agile, les meilleures pratiques, compréhension et mise en œuvre, 224 pages, ISBN: 978-2912843074, 2009.

Vinck D., La connaissance, ses objets et ses institutions. Connaissances et savoir-faire en entreprise, ISBN 2-86601-627-0, Hermes, 1997.

von Hippel E. & Katz R., Shifting Innovation to Users via Toolkits, Management Science, vol. 48, 2002.

Walker J.W., Human Resource Strategy, Series in Management, McGraw- Hill, New York, NY, 1992.

Wenger E., Communities of practice. Learning, Meaning and Identity, University Press, Cambridge, 1991.

Winter, R., Strauch, B., A method for demand-driven information requirements analysis in data warehousing projects. In HICSS, Hawaii, January 5–9, page 231, 2003.

Wixon D. & Ramey J., Field Methods Casebook for Software Design, John Wiley & Sons, USA, 1996.

Zaraté P., Conception et Mise en oeuvre de Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision, Thèse de doctorat de l'Université Paris Dauphine, France, 1991.

Zaraté P., Des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision aux Systèmes Coopératifs d'Aide à la Décision: Contributions conceptuelles et fonctionnelles, Thèse de doctorat, Toulouse, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) UMR 5505. Institut National Polytechnique de Toulouse, 2005.

Zaraté P., Kresten G., Hernandez J. E., Group Decision and Negotiation, A Process-Oriented View, Lecture Notes in Business Information Processing, 2014.

Zave P. & Jackson M., Four dark corners of requirements engineering, ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 1997.

Zheying Z., Effective Requirements Development - A Comparison of Requirements Elicitation Techniques, Software Quality Management journal, 2007.

Zhou M., Ren J., Qi I., Niu D., Li G., Emerging Technologies in Knowledge Discovery and Data Mining, Lecture Notes in Computer Science, 2007.

Zhuang Z.Y., Wilkin C.L., Ceglowski A., A fcompramework for an intelligent decision support system: A case in pathology test ordering, Decision Support Systems, Vol. 55, 2013.

Annexe A : des problèmes de décision à leur processus de résolution

Comme souligné, dans le premier processus RH « évaluation des collaborateurs », les décideurs c'est-à-dire les responsables RH des cinq entreprises clientes de Talentsoft avaient identifié des problèmes de description et d'explication. Ces problèmes sont :

- Le suivi des objectifs fixés ;
- Le suivi de l'atteinte des objectifs ;
- La répartition des collaborateurs selon leurs potentiels (l'analyse de la performance) ;
- L'analyse des souhaits de mobilité ;
- L'analyse des compétences.

Pour chaque problème nous avons déduit des spécifications fonctionnelles, ergonomiques et techniques dans ce qui suit nous allons détaillé ces spécifications.

A.1. Des problèmes identifiés aux spécifications fonctionnelles et ergonomiques de la solution

Dans le corps de la thèse nous avons présenté le problème de « suivi des objectifs fixés » et le processus de déduction des spécifications permettant d'aider à le résoudre. En annexe, on présentera les autres problèmes.

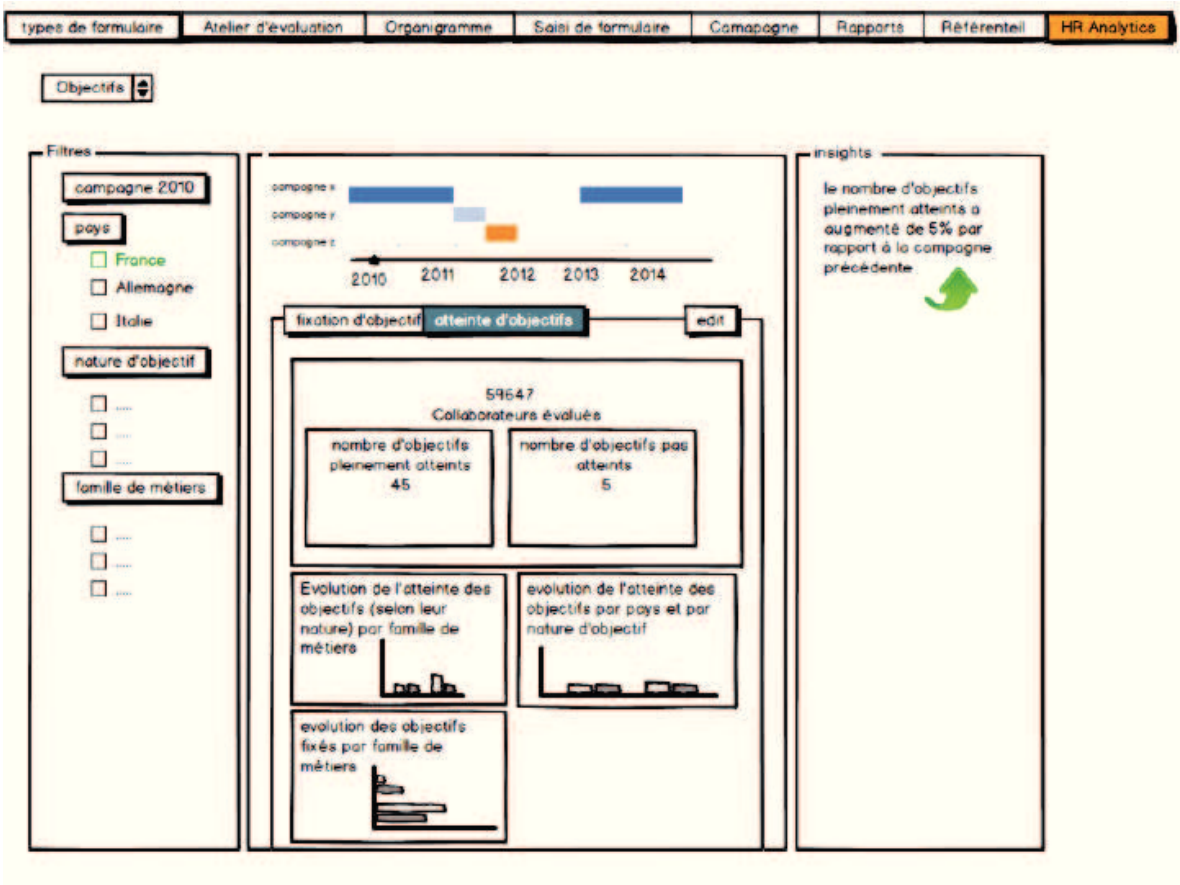
A.1.1. Du problème « suivi de l'atteinte des objectifs » à ses spécifications fonctionnelles et ergonomiques

Les objectifs évalués sont tous les objectifs présentant une évaluation finale (selon la méthode paramétrée). Un objectif est donc considéré évalué lorsque qu'il présente les caractéristiques suivantes :

- ✓ L'objectif a été évalué
- ✓ L'objectif est remonté dans un formulaire d'évaluation
- ✓ L'objectif présente un état clos

Les responsables RH cherchent à savoir quels sont les objectifs atteints en entreprise et ceux qui ne le sont pas, qui des collaborateurs les a atteints et qui ne les a pas atteints. On a créé une interface permettant de visualiser pour chaque campagne d'évaluation, le pourcentage de l'atteinte des objectifs et leur répartition. (ci-dessous la maquette puis le rendu final)

A.1.1.1. La maquette



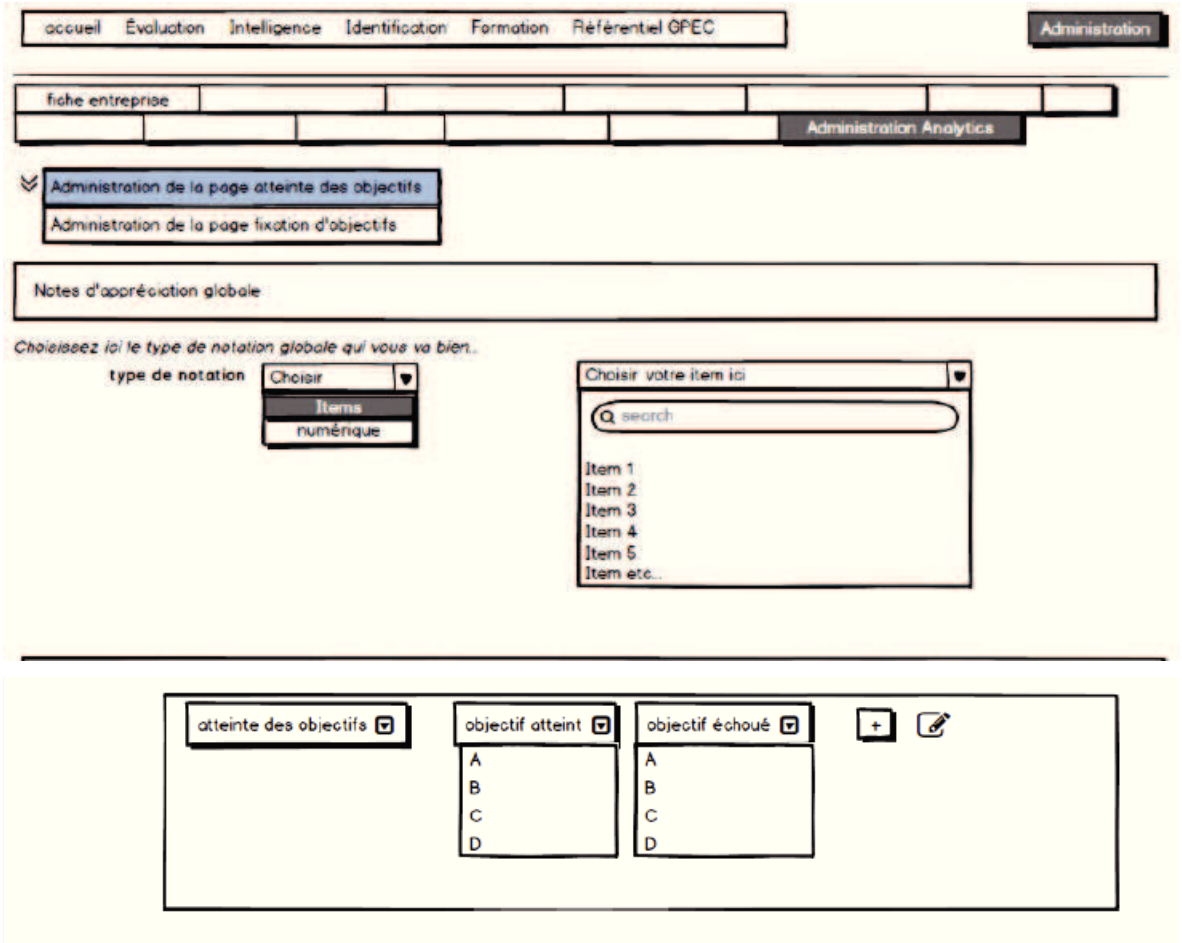
A.1.1.2. Le rendu final



Nous avons offert la possibilité à chaque client de définir la manière de qualifier un objectif. Autrement dit, le client doit pouvoir définir quelles sont les règles régissant l'atteinte d'un objectif.

Pour administrer le niveau d'atteinte des objectifs, nous avons mis en place un paramétrage à la main du client. Chaque entreprise peut définir le type de notation de l'objectif et le seuil pour déterminer son atteinte.

A.1.1.3. La maquette



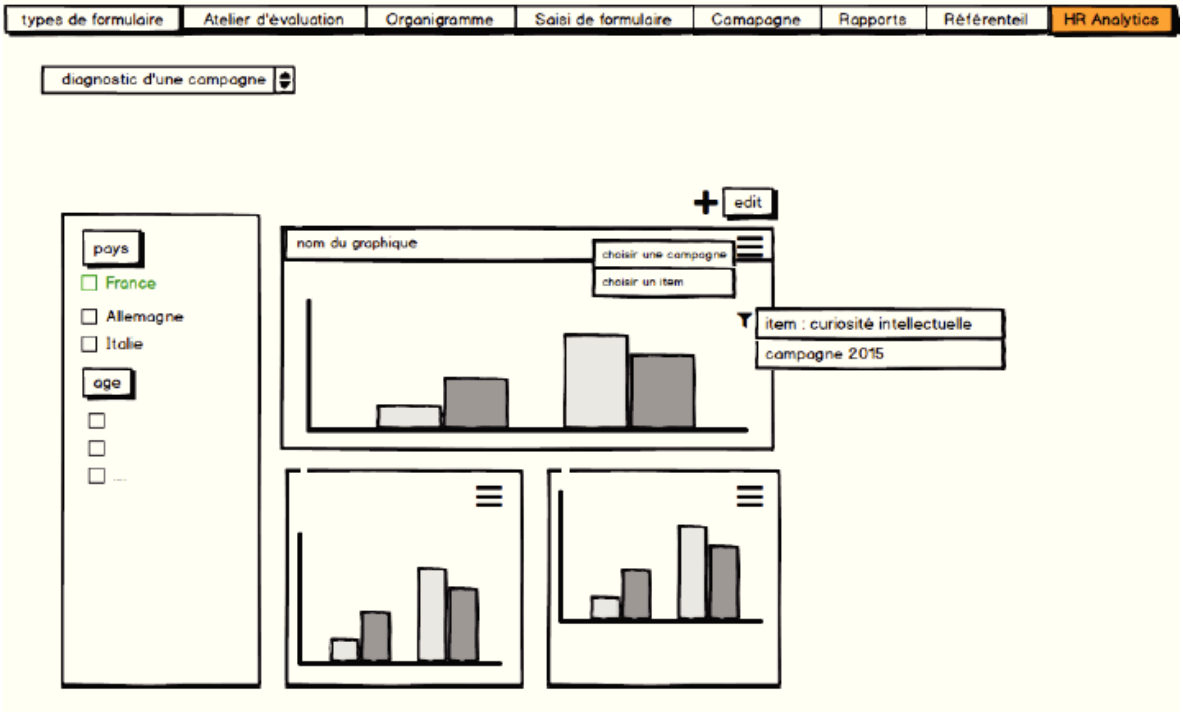
A.1.1.4. Le rendu final



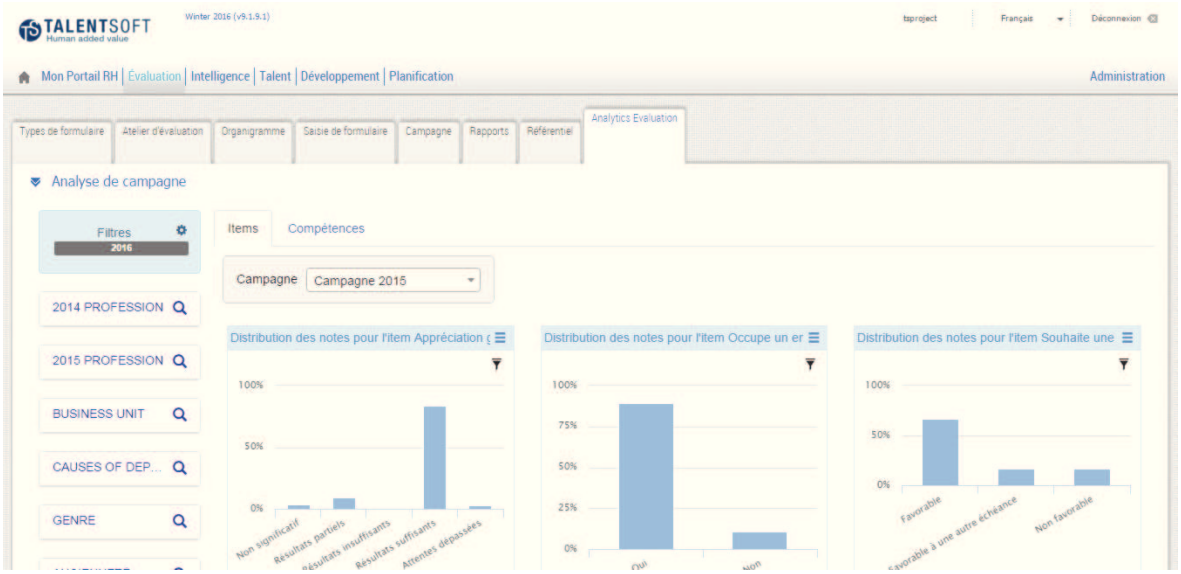
A.1.2. Des problème « analyse de la performance» et « analyse des souhaits de mobilité » à leurs spécifications fonctionnelles et ergonomiques

A chaque campagne d'évaluation, les collaborateurs sont évalués selon un item et chaque item comporte une échelle de notation. Un item peut être un « souhait de formation » avec une notation « oui ou non » ou « note d'appréciation globale » avec une notation « non significatif, résultats partiels, résultats insuffisants, résultats suffisants et attentes dépassées» etc. Si on prend le cas de l'appréciation globale de la performance des collaborateurs, chaque manager note ses collaborateurs qu'il a évalué lors de la campagne. Ainsi, notre solution Analytics permet de mettre en lumière la répartition de tous les collaborateurs de l'entreprise selon l'échelle de notation de la performance globale. La fonctionnalité *Drill through* de notre application Analytics permet au responsable RH d'afficher la liste des collaborateurs selon la catégorie sélectionnée (par exemple : connaître les collaborateurs qui ont dépassé les attentes « les hauts potentiels »).

A.1.2.1. Maquette



A.1.2.2. Rendu final



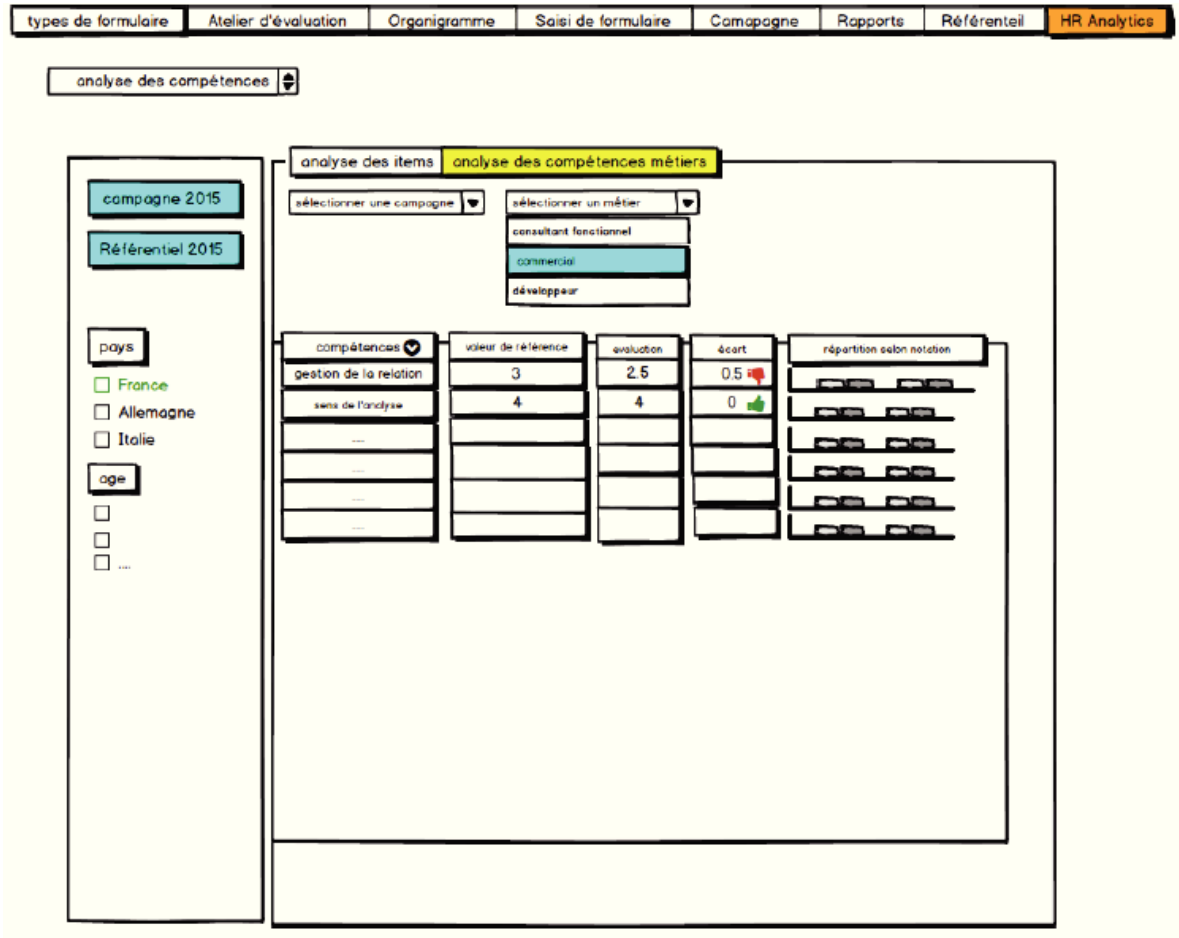
A.1.3. Du problème « analyse des compétences » à sa spécification fonctionnelle et ergonomique

Nous avons créé une interface qui permettrait de répondre au problème de décision suivant : « Les compétences essentielles pour occuper un métier X sont-elles en adéquation avec les compétences détenues par les collaborateurs exerçant ce métier X ? »

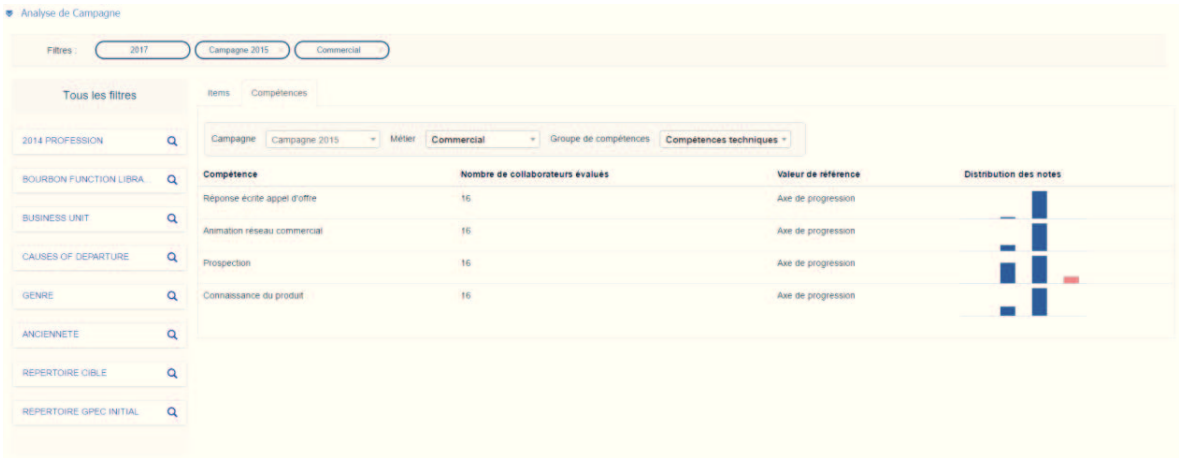
Chaque métier de l'entreprise est rattaché à un ensemble de compétences. Les collaborateurs exerçant ce métier sont alors notés pour chaque compétence et à chaque campagne d'évaluation pour déterminer leur degré de qualification.

On a créé une interface permettant de visualiser pour chaque campagne d'évaluation, pour chaque métier et pour chaque compétence, la répartition des collaborateurs selon leur degré de qualification pour chaque compétence.

A.1.3.1. La maquette



A.1.3.2. Le rendu final



A.2. Des problèmes identifiés aux spécifications de l'architecture technique du système : la solution SQL SSAS de Microsoft

Suite à l'étape d'identification et de classification des problèmes de décision, nous avons pu en déduire la solution technique qui permettrait d'aider à les résoudre.

Le SSAS est un outil utilisé pour organiser les données. Les informations sont stockées dans une table multidimensionnelle structurée de manière à pouvoir autoriser un accès rapide à son contenu.

Cette base multidimensionnelle est un cube OLAP. Le cube est composé logiquement de deux ensembles :

- Un socle commun à tous les clients, qui contient des métadonnées non paramétrables :

- L'ensemble des mesures ;
- L'ensemble des dimensions ;
- Les hiérarchies standards (Par exemple âge, ancienneté des collaborateurs).

- Une partie paramétrable qui correspond aux données de la base client

- Hiérarchies portant sur les collaborateurs générées dynamiquement à partir des propriétés clefs (Pays, Nationalité, Business Unit, Statut cadre, …etc…) ;
- Hiérarchies portant sur les objectifs (Etat de workflow, Campagne de création, Campagne de modification, …etc.).

Les hiérarchies correspondant aux propriétés clefs sont ajoutées à la demande de l'utilisateur via une action de paramétrage. L'utilisateur peut lancer la synchronisation du schéma et des données à partir de l'application.

Le cube Talentsoft Analytics est alimenté en données à partir d'un schéma dit "d'alimentation" qui est créé dynamiquement dans la base de données du progiciel Talentsoft en fonction du paramétrage choisi par l'utilisateur.

Les mesures disponibles dans l'application correspondent à deux domaines fonctionnels:

- Effectifs: comprend une dizaine de mesures : nombre d'employés, nombre de départs, nombre d'arrivées, etc.

- Objectifs: comprend des mesures portant sur les objectifs eux-mêmes: nombre d'objectifs fixés, nombre minimal, moyen et maximal par collaborateur, et des mesures portant sur les collaborateurs, comme le nombre de collaborateurs ayant des objectifs, nombre de collaborateurs évalués, etc.

A.2.1. Schéma des tables d'alimentation

A.2.1.1. Tables de faits

Le schéma d'alimentation comprend deux tables de faits. Leur schéma est décrit ci-dessous.
Les tables de faits sont utilisées pour construire les mesures et les dimensions d'analyse correspondantes dans le schéma du cube.

- **Table Effectifs**

Cette table de faits contient sous forme évènementielle tous les changements pertinents de caractéristiques des collaborateurs. Ceux-ci ont générés à partir de trois "sources" d'évènements :

- Les arrivées et départs ;
- Les changements d'âges et d'ancienneté ;
- Les changements de caractéristiques établies par référentiel (propriété clef).

Chaque ligne de la table correspond donc à une "version" de l'individu associée à une date de début de validé de la version. Chaque version est considérée valide jusqu'à qu'une autre version vienne la remplacer.

Les arrivées et départ sont uniques pour un individu et une date, alors que les changements de version forment toujours un couple correspondant à la suppression de l'ancienne version et l'ajout de la nouvelle version.

Cette table de faits est centrale dans le schéma, puisqu'elle est utilisée par tous les domaines fonctionnels pour projeter les mesures sur des données collaborateur. Par exemple il est intéressant de projeter un nombre moyen d'objectifs par Business Unit, une information

typiquement portée par les collaborateurs et dans ce cas générée dynamiquement à partir d'une propriété clef.

Pour le calcul de l'ensemble des mesures, un individu est considéré comme appartenant à l'effectif si la date considérée pour l'évaluation de la mesure est postérieure ou égale à sa date d'arrivée dans la société.

- **Table Objectifs**

Cette table de faits contient sous forme évènementielle tous les changements pertinents de caractéristiques des objectifs, de leur création à leur clôture. La plupart des colonnes correspondent à des référentiels administrables, et les tables de dimensions correspondantes sont donc générées dynamiquement.

- **Table Items de notation**

Cette table de fait comprend l'ensemble des informations nécessaires à l'analyse des items de notation dans les formulaires d'évaluation.

A.2.1.2. Tables de Dimensions

Les traductions des libellés de référentiel ne sont pas incluses dans les schémas ci-dessous. Si des langues sont activées, une colonne comprenant la traduction du nom est ajoutée à chaque niveau.

- **Table dimension Temps**

Il s'agit d'une table qui permet de construire une dimension temps standard afin d'analyser les événements des tables de faits à travers diverses périodes temporelles.

- **Table dimension Collaborateur**

Cette table porte les données nécessaires à la création des hiérarchies liées au collaborateur qui ne changent pas avec le temps. En pratique elles sont jointes aux données de la table de faits Effectifs pour former la dimension Collaborateur.

- **Table dimension Type d'événement collaborateur**

Il s'agit d'une table permettant de construire une classification arborescente des événements liés au collaborateur, tels que les départs, les recrutements ou les modifications de caractéristiques.

- **Table dimension Comparaisons temporelles**

Cette table contient les données nécessaires à la création d'une hiérarchie avec un niveau unique contenant les membres statiques suivants :

- Période courante ;
- Période précédente ;
- Différence avec la période précédente ;
- Même période de l'année précédente ;
- Depuis le début de l'année.

Ces membres sont utilisés dans les mesures pour déporter le calcul sur une période temporelle différente. Ils permettent par exemple de visualiser aisément une mesure sur plusieurs années ainsi de la valeur de cette même mesure décalée d'une année.

Annexe B : Tableau récapitulatif des remarques de manipulation clients à l'étape de vérification et de validation des exigences

Client	Sujet	Remarques de manipulation	Type de manipulatic
Tous	Page objecti	Ajouter des sélecteurs plus complexes (Actif/Inactif, Pays, BU, Année, Type de formulaire, etc...)	ergo
Tous	Page objecti	Il manque la possibilité de suivre les objectifs données hors-campagne	ajout
Tous	Objectifs	Ajouter une hiérarchie portant sur le formulaire utilisé	ajout
SPIE	Objectifs	Ajouter une hiérarchie sur les individus portant sur le nombre d'objectifs	ajout
Tous	Compétence	Il est possible sous certaines conditions de sélectionner plusieurs fois le même filtre: celà provoque des erreurs de filtrage	bug
Generix	Partout	Création de KPI et coloration en accord	ajout
Tous	Partout	Ajouter un clear de tous les filtres de la page ou revoir le fonctionnement des filtres sur la page de retention	ajout
Tous	Partout	Les pourcentages ne sont pas rendus correctement par toutes les mesures dans le tableau croisé dynamique	bug
Tous	Partout	Les pourcentages sont affichés dans l'UI avec une précision trop importante	bug
SPIE	Dashboard	Le tutoriel est toujours affiché en anglais	bug
Tous	Partout	Par défaut certains labels ne sont pas affichés quand les axes sont trop chargés sur les graphes.	bug
Spie	Fil d'ariane	Sur page objectifs, fil d'ariane incohérent (après un niveau de drilldown, deux niveaux affichés & le premier n'était pas [All])	bug
Tous	Objectif	Drillthrough	ajout
Spie	Objectif	Pouvoir avoir les moyennes, min et max par manager	ajout
Tous	Objectif	Pouvoir filtrer dans la timeline : par gestionnaire de campagne, par type de formulaire, par BU, par Pays. Pour MG : Année, Terminée/En cours, Hors campagne oui / non	ajout
Spie	Objectif	Insights sur les différences entre campagnes	ergo
MG	Objectif	Hors campagne ?	ajout
MG	Partout	Pouvoir sélectionner plusieurs niveaux (aujourd'hui uniquement le niveau 1 disponible). D'après MG le mode de sélection choisi dans l'éditeur avancé pour les filtres serait très adapté.	ajout
MG	Objectif	La zone indiquant Min, Max & Moyenne est bcp trop grande.	ergo
MG	Objectif	Il faudrait un tooltip avec : Date de début, date de fin & nom de la campagne en tooltip sur la timeline	ergo
Spie, MG	Objectif	Visualiser également les campagnes "en cours"	ergo
Spie, MG	Objectif	Pouvoir filtrer sur les campagnes "en cours"	ajout
MG, Elior, Ge	Charts	Pouvoir customiser la liste de couleurs utilisées pour les séries	ergo
MG	Recherche à	Toggle / expand & All/None sur recherche à facettes	ajout
MG	Charts	Il faut généraliser les exports sur tous les graphiques	ajout
MG	Charts	Possibilité de copier un graphique directement dans le presse-papier?	ajout
MG, Generix	Objectif	La zone de filtres ne suit pas le scroll.	bug
MG, Bourbor	Partout	La cohabitation des deux mécanismes de filtrage "In place" & depuis les facettes n'est pas forcément évidente	ergo
MG, Alex	Charts	Le fil d'ariane est trop gros sur les graphes en petit	ergo
MG	Partout	Quand on filtre sur un insight, cela doit exclure les autres filtres de la même catégorie. Ex on clique sur l'insight "Commerciaux", quand on filtre ensuite sur l'insight "Technicien" on ne devrait pas avoir les deux filtres qui s'appliquent	ergo
MG	Insights & Fi	Quand on a un graphique avec des filtres sauvegardés, par exemple sur le métier, quand on refiltre sur juste un membre de la hiérarchie métiers il n'est pas appliqué. Il faudrait peut être "merger" mieux les filtres	bug
Tous	Dashboards	Publication & partage des dashboards	ajout
MG	Bubble	Incohérence quand on crossjoin sur les lignes & sur les colonnes. Sur les colonnes on a le joli tableau de crossjoin, sur les lignes on a des séries crossjoinées	bug
ELIOR	Edition dash	Sauvegarde du nom du dashboard en appuyant sur "Entrer"	ergo
ELIOR	Export PNG	Conserver titre sur le graphe (et dans el nom du fichier ?)	ergo
ELIOR	Export PNG	Souhaiterait avoir la possibilité de conserver le tooltip qui apparaît en hover lors de l'export	ergo
ELIOR	Page objecti	Filtrer la liste des campagnes	ajout
ELIOR	Page dashbo	Le bouton de retour dans le filter-tree à re-charter. Pas assez visible.	ergo
ELIOR	Page objecti	Afficher les filtres locaux à chaque graphe comme c'est le cas sur la page dashboard.	ajout
ELIOR	filtres à face	Améliorer le style notamment pour éviter des listes de membres trop longues.	ajout
ELIOR	filtres à face	Ajouter tous/aucun	ajout
ELIOR	filtres à face	Ajouter des niveaux	ajout
ELIOR	Pages object	Liste des filtres devrait suivre le scroll	ergo
ELIOR	Toute l'appli	choix des couleurs (aussi bien dans les graphes qu'à l'extérieur)	ergo
ELIOR	Pages object	Avoir la possibilité de converser les filtres appliqués sur la pages.	ajout

Résumé

Le développement des systèmes d'information numériques et plus particulièrement les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) orientés données (Application Analytics) rencontre des échecs divers.

La plupart des études montrent que ces échecs de projets de développement de SIAD relève de la phase d'analyse des besoins et des exigences. Les exigences qu'un système doit satisfaire sont insuffisamment définies à partir de besoins réels des utilisateurs finaux.

D'un point de vue théorique, l'analyse de l'état de l'art, mais également du contexte industriel particulier, conduit donc à porter une attention particulière à cette phase et à élaborer une approche collaborative d'analyse des besoins et des exigences dirigée par les problèmes.

Un système d'aide à la décision est avant tout un système d'aide à la résolution de problèmes et le développement de ce type d'artefact ne peut donc se faire sans avoir convenablement identifié en amont les problèmes de décision auxquels font face les utilisateurs décideurs, afin d'en déduire les exigences et le type de SIAD.

Cette approche, par un renversement de la primauté implicite de la solution technique par rapport à la typologie des problèmes de décision, a été explicitée et mise en œuvre pour le développement d'une Application Analytics qui a permis d'atteindre l'objectif attendu: un système efficace et qui satisfasse d'un triple point de vue technique, fonctionnel et ergonomique ses différents utilisateurs finaux.

Mots Clés

SIAD, Application Analytics, Analyse des besoins et des exigences, Problèmes de décision, Collaboration.

Abstract

The design of digital information system, especially Data-Driven Decision Support System (DSS) (Analytics Application) often misses its target.

Most of studies have proven that the sources of most DSS design failures are rooted in the analysis step of the users' needs and requirements a system has to meet and comply with.

From a theoretical point of view, the analysis of the state of art combined with the analysis of specific industrial contexts, leads to focus on this critical step, and consequently to develop a collaborative problem-driven requirements engineering approach.

A DSS, first and foremost, is a problem solving support system. It implies that developing such an artefact cannot performed without an adequate upstream identification of end users' decision problems, prior to defining the decision makers' requirements and the appropriate type of DSS.

Characterized by the reversal of the implicit primacy of technical solution versus the typology of decision problems, this approach has been elaborated and implemented to design an Analytics Application. As a result, it allowed to reach the expected objective: An effective system that meets the different end users' expectations from a technical, functional and ergonomic standpoint.

Keywords

DSS, Analytics Application, Requirements engineering phase, Decision making problems, Collaboration.