Argumentation et conception collaborative de produits industriels

Jean-Laurent Cassier

▶ **To cite this version:**

Jean-Laurent Cassier. Argumentation et conception collaborative de produits industriels. Sciences de l'ingénieur [physics]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2010. Français. NNT : . tel-00557483

HAL Id: tel-00557483
https://theses.hal.science/tel-00557483

Submitted on 19 Jan 2011

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

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

UNIVERSITE DE GRENOBLE
INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE

N° attribué par la bibliothèque
|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'Université de Grenoble
délivré par l'Institut polytechnique de Grenoble

Spécialité : *Génie Industriel*

préparée aux laboratoires

G-SCOP - Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble
ICAR – Interactions Corpus Apprentissages Représentations

dans le cadre de **l'Ecole Doctorale**

Ingénierie Matériaux Mécanique Environnement Energétique Procédés Production

présentée et soutenue publiquement

par

Jean-Laurent Cassier

Le **15 Octobre 2010**

ARGUMENTATION ET CONCEPTION COLLABORATIVE DE PRODUITS INDUSTRIELS

DIRECTEUR DE THESE : Daniel Brissaud
CO-DIRECTEURS DE THESE : Kristine Lund & Guy Prudhomme

JURY

M. Emmanuel CAILLAUD	Examinateur	Professeur, Université de Strasbourg
M. Benoît EYNARD	Rapporteur	Professeur, Université de Technologie de Compiègne
M. Baruch SCHWARZ	Rapporteur	Professeur, Université hébraïque de Jérusalem
M. Daniel BRISSAUD	Directeur de thèse	Professeur, INP de Grenoble
Mme. Kristine LUND	Co-encadrant	Ingénieur de Recherche CNRS, Université de Lyon 2
M. Guy PRUDHOMME	Co-encadrant	Maître de conférences, Université de Grenoble

REMERCIEMENTS

Mes premières pensées vont tout naturellement à mes encadrants, Kris et Guy, qui ont su, grâce à leurs grandes qualités humaines et scientifiques, rendre ces quatre années aussi agréables que stimulantes. Ils ont su apporter à la fois la rigueur et la flexibilité qu'impose une recherche pluridisciplinaire, et nos débats passionnés sont sans aucun doute la clé de la qualité de notre travail. Je tiens à saluer le dévouement et l'implication infaillible dont ils ont fait preuve dans leur accompagnement. Je les en remercie très sincèrement.

Je tiens également à remercier les membres du laboratoire ICAR et ceux du laboratoire G-Scop, particulièrement ceux de l'équipe CI, qui à travers les riches discussions que nous avons eues, ont grandement contribué à faire avancer ma réflexion. Ils ont également participé à la grande convivialité de l'ambiance de travail.

Je souhaite aussi remercier l'ensemble du personnel de GPI pour son accueil chaleureux et la sympathie qu'il m'a témoigné tout au long de ma période de stage. Je remercie spécialement Laurent Maisse qui a représenté le collaborateur idéal pour mener à bien notre étude au croisement de deux univers que tout (ou presque) oppose. Je remercie également Christophe Longin qui, malgré ses tentatives pour m'empêcher de réaliser mes enregistrements, a été un très bon soutien et ami.

Je souhaite également remercier Daniel Brissaud de nous avoir fait confiance, et de nous avoir permis de travailler avec un total degré de liberté. Cette recherche n'aurait pu voir le jour sans cela.

Je souhaite aussi remercier Christophe Renaut et Liliane Schoot avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir et d'intérêt à travailler pendant les premiers moments de ma recherche. Nos discussions enthousiastes m'ont été utiles jusqu'aux tout derniers stades de réflexion de cette recherche.

Je tiens aussi à remercier les membres du jury, Messieurs Emmanuel Caillaud, Benoît Eynard et Baruch Schwarz, pour le sincère intérêt qu'ils ont montré à la lecture de cette thèse et dont les retours particulièrement pertinents témoignent de leur volonté d'évaluer le travail avec justesse.

RESUME DE LA RECHERCHE

Notre travail caractérise le processus argumentatif par lequel des concepteurs, porteurs d'expertises différentes, interagissent pour élaborer une solution satisfaisant les contraintes de chacun d'entre eux. Dans une première étude de cas, une analyse descriptive menée conjointement par des chercheurs en linguistique, en sciences cognitives et en mécanique, nous permet de dresser une typologie des interactions collaboratives de conception. Nous identifions un ensemble de mécanismes interactionnels, montrant la prédominance de certaines interactions ou encore la similarité des profils des concepteurs. Nous construisons ensuite des graphes argumentatifs qui nous aident à identifier des patterns d'interactions argumentatives déjà connus. L'analyse des graphes montre également l'importance du critère d'analogie dans l'activité de conception. Pour notre seconde étude de cas, nous concevons un outil d'assistance à la conception qui doit aider les concepteurs à construire des analogies collectivement. L'outil implémenté n'est pas intégré aux pratiques des concepteurs, ce qui nous conduit à nous interroger sur les conditions de sa mise en place.

Mots clés : *Conception collaborative – Argumentation - Critère de conception - Raisonnement par analogie - Gestion des Connaissances - Analyse des interactions*

RESEARCH SUMMARY

Our work characterizes the argumentative process by which designers having different expertise interact in order to elaborate a solution that satisfies each of the designer's constraints. In a first empirical study, researchers in linguistics, cognitive science and mechanical engineering jointly carry out a descriptive analysis. This analysis allows us to define a typology of collaborative interactions in design. We identify a set of interactional mechanisms showing, for example the predominance of certain interactions or the similarity of designers' profiles. We then build argument graphs that help us to identify patterns of argumentative interactions already known in the literature. The analysis of our graphs also shows the importance of the analogy criterion in design activity. During our second empirical study, we create and implement a tool to assist designers in collectively constructing analogies. However, the tool is not integrated into our designers' practices and thus we reflect upon the necessary conditions for practitioners' successful appropriation of new tools.

Keywords: *Collaborative design - Argumentation - Design criterion - Analogical reasoning - Knowledge management - Interactions analysis*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

1 Contexte socio-économique industriel……17
2 Déroulement de la recherche……18

Chapitre 1. INTRODUCTION

1 La conception collaborative.....22
1.1 De la conception… 22
1.2 … A la conception collaborative 23
1.3 La co-conception dans l'ingénierie concourante 24
1.4 Les objets intermédiaires dans la conception.....26
1.5 Le processus décisionnel en co-conception 28
2 Les modèles du processus de conception collaborative.....30
2.1 Les modèles du processus de conception par activités 30
2.2 Les modèles du processus de conception co-évolutifs.....35
2.3 Question de recherche.....37

Chapitre 2. DES ACTIVITES VERS LES INTERACTIONS

1 Les théories de l'action 40
1.1 La Théorie de l'activité 40
1.2 La théorie de l'Action située.....42
1.3 La Cognition distribuée.....43
1.4 Vers une théorie unifiée : « la théorie de l'action ».....44
1.5 Analyser les interactions 48
1.6 Coopération ou collaboration 49
2 la méthode Rainbow (Baker et al., 2002).....50
2.1 Les catégories de RAINBOW.....52
2.2 Conclusion du chapitre.....53

Chapitre 3. NOTIONS ET CADRES THEORIQUES POUR L'ARGUMENTATION

1 L'Argumentation, définition générale..... 56
1.1 Les modèles de l'argumentation.....57
1.1.1 Le modèle de Toulmin (1958) 57
1.1.2 Le modèle de Shannon et Weaver (1949)..... 57
1.2 Le Raisonnement par analogie.....59
1.3 Le Raisonnement à Partir de Cas.....59
2 L'argumentation en conception.....61
2.1 Les spécificités de l'argumentation en conception.....62

2.2 Le rôle du critère dans l'argumentation 63
2.3 Le *Design Rationale* 65
2.3.1 IBIS - Issue Based Information System (Conklin, 2003) 66
2.3.2 QOC – Question–Option–Criteria (MacLean, 1996) 67
2.3.3 DRL – Decision Rationale Language (Lee & Lai, 1992) 68
2.4 Critiques du Design Rationale 70
2.5 Synthèse sur l'argumentation en conception 71

Chapitre 4. L'INGENIERIE DES CONNAISSANCES

1 Notions et définitions du domaine 74
1.1 Qu'est-ce que le Knowledge Management ? 74
1.2 savoir, information, données et connaissance 75
1.3 La connaissance Tacite et la connaissance Explicite 77
1.4 Les fonctions de la gestion des connaissances 79
2 Les outils et méthodes du KM 81
2.1 Les méthodes du KM 81
2.2 Les outils du KM 82
2.3 Avantages et Inconvénients du KM 84
2.3.1 Les bénéfices des outils du KM 84
2.3.2 Les inconvénients des outils du KM 85
2.4 Conclusion 88

CONCLUSION ET PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE 88

CHAPITRE 5. CADRE METHODOLOGIQUE

1 Une méthode inspirée de la DRM 94
1.1 La DRM : Design Research Methodology (Blessing & Chakrabarti, 2002) 96
1.2 L'étude de cas dans la DRM 99
2 Etape 1 de la DRM : La Définition des critères de succès 101
2.1 Les critères de succès méthodologiques 101
2.2 Les critères de succès visés 102
3 Etape 2 de la DRM : L'étude de cas descriptive I 104
3.1 La situation de conception 104
3.2 L'analyse des interactions (Jordan & Henderson, 1995) 106
3.2.1 Une méthode hybride 107
4 Etape 3 de la DRM : L'étude de cas prescriptive I 109
4.1.1 Mise en place d'une étude de cas prescriptive 109
4.1.2 La méthode de l'observation participante 110
5 Etape 4 de la DRM : L'étude descriptive II 112
6 Conclusion méthodologique 113

CHAPITRE 6. ETUDE DE CAS AB VOLVO

1 Contexte de l'étude de cas 116
1.1 Présentation du contexte général 116

1.2 Les réunions de revue de projet chez Renault Trucks 117
2 Contexte de l'expérimentation 118
2.1 L'AMS observée 118
2.2 Les acteurs 119
2.2.1 St-Priest 119
2.2.2 Blainville 120
2.3 Dispositif de capture de l'activité 121
2.3.1 Repérage du lieu 121
2.3.2 Le dispositif d'enregistrement 121
2.4 Données récupérées 123
2.4.1 Le déroulement de l'enregistrement 123
2.4.2 L'assemblage du corpus 124
2.4.3 Les artefacts récupérés 125
2.5 Analyse des données 126
2.5.1 La méthode d'analyse 126
2.5.2 La transcription 127
2.5.3 Le séquençage 129
2.5.4 Grille des interactions collaboratives 130
2.5.5 La méthode RAINBOW-Design (Lund, Prudhomme & Cassier, 2007) 133
2.6 La Grille d'analyse des interactions collaboratives 134
2.6.1 Définitions des sujets des interactions 135
2.6.2 Définitions des fonctions des interactions 136
2.6.3 La Méthode des juges 137
2.6.4 Choix du logiciel d'analyse 141
2.6.5 Le logiciel *Actogram* 142
2.6.6 Analyse approfondie des sujets des interactions 144
2.7 Résultats de l'analyse de l'AMS Volvo 148
2.7.1 Résultats de l'étude initiale 148
2.7.2 Répartitions des tours de paroles 149
2.7.3 Répartition des interactions par fonctions 150
2.7.4 Répartitions des interactions par sujets de l'interaction 152
2.7.5 Répartition des Sujets par rapport aux Fonctions 153
2.7.6 Répartition des Fonctions par rapport aux Acteurs 153
2.7.7 Répartition Sujets par rapport aux Acteurs 155
2.7.8 Analyse séquentielle 156
2.7.9 Résultats de l'étude approfondie des sujets de l'interaction 161
2.7.10 Typologie de critères 166
2.8 Bilan de l'étude de cas de l'ams volvo 168

CHAPITRE 7. ETUDE DE CAS GLOBAL PROCESS INDUSTRY

1 Problématique industrielle et problématique de recherche 174
1.1 Présentation de l'entreprise GPI 174
1.2 Problématique Industrielle de GPI 176
1.2.1 1ère problématique : « Plus de maîtrise sur le processus » 176
1.2.2 2nde problématique : « Une meilleure diffusion de l'information » 177
1.2.3 3e problématique : « Capitaliser les connaissances de GPI » 177
1.2.4 Problématique industrielle de l'étude de cas GPI 177

1.2.5 Problématique de recherche de l'étude de cas GPI 178
1.3 dispositifs de capture de l'activité 179
1.3.1 Dispositif de recueil de données des moments formels 180
1.3.2 Dispositif de recueil de données des moments informels 181
2 Analyse de l'activité de conception de GPI 182
2.1 Les objets intermédiaires 183
2.1.1 Principaux documents de conception 183
2.1.2 Les comptes rendus de réunions 184
2.1.3 Les documents partagés 184
2.2 L'organisation des acteurs de la conception 187
2.3 L'organisation spatiale de GPI 188
2.3.1 Les temps de l'activité de conception 189
2.3.2 Typologie de réunions 192
2.3.3 Bilan de l'analyse générale 194
2.4 Notre action prescriptive 196
2.4.1 Première action prescriptive : Compendium 196
2.4.2 Perspective pour une seconde étude prescriptive: les problèmes cruciaux 200
2.5 Un outil d'assistance à l'argumentation : La base d'informations cruciales 202
2.5.1 Une bibliothèque de « Fiches techniques » 203
2.5.2 L'Application de Gestion de la Base d'Informations Cruciales 207
2.5.3 Un développement itératif et collaboratif de l'AGBIC 210
2.5.4 Mise en service de l'AGBIC 212
2.5.5 Résultats de la mise en place de l'AGBIC 213

CHAPITRE 8. SYNTHESE ET MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS DES ETUDES DE CAS

1 Discussion des résultats de l'étude volvo 218
1.1 Discussion méthodologique 218
1.1.1 La méthode d'analyse des interactions 218
1.1.2 Une analyse dynamique des interactions 222
1.2 Discussion autour des résultats quantitatifs 223
1.2.1 Les approfondissements 223
1.2.2 Le rôle du critère 223
1.2.3 Des pistes vers une assistance outillée 225
2 Perspectives et discussion de l'étude de cas GPI 226
2.1 Le modèle des cas cruciaux 227
2.2 L'AGBIC 229
2.2.1 Assister l'activité sans la structurer 229
2.2.2 Facteurs explicatifs de la non mise en pratique 229
2.2.3 Perspectives pour l'AGBIC 232
3 Discussion générale 234
3.1 Analyser pour prescrire 234
3.2 L'analogie pour proposer, le critère pour critiquer 236

BILAN ET CONCLUSION 243

BIBLIOGRAPHIE 249

ANNEXES

Attention : Le document d'annexes figure sur le CD-ROM accompagnant ce mémoire.

1 Schéma du processus de développement de solution de routage..... 4
2 Questionnaires post expérimentation rempli par le prototypiste Laura. 5
3 Document du prototypiste Laura.....10
4 Transcription complète de l'AMS Volvo.....11
5 Grilles des interactions collaboratives et cas d'utilisations.....114
6 Graphes Solution-critères.....118
7 Graphes solution critère temporels.....125
8 Démarche processus.....130
9 Exemple de PID.....131
10 Extrait d'un PID.....132
11 Mode d'emploi de l'AGBIC.....133
12 Code du programme de l'AGBIC.....136
1. Form1 de l'AGBIC.....136
1. Form2 de l'AGBIC.....170
2. Form3 de l'AGBIC.....173

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Définition des catégories de la méthode RAINBOW 53
Tableau 2 : Tableau du gain de temps à la mise en place d'outil de KAD/KAM (Serrafero, 1997).....84
Tableau 3 : taux de similarité obtenu pour le codage des fonctions.....140
Tableau 4 : taux de similarité obtenus pour le codage des sujets.....140
Tableau 5 : Tableau de comparaison de quelques logiciels de codage 142
Tableau 6 : Tableau du nombre d'occurences des critères pour chaque séquences 167
Tableau 7 : Tableau de caractérisation des réunions de GPI 193
Tableau 8 : Tableau d'évaluation de la grille d'analyse.....220

FIGURES

Figure 1 : Conception et coût du produit (National Research Council, 1991, cité par Perrin, 1997).....24
Figure 2 : Matrice de Johansen (1991) 25
Figure 3 : Le modèle SAI (Rabardel, 1995) 27
Figure 4: Typologie des actes de conception (GarrO, Choulier & Deniaud, 2001) 31
Figure 5 : les Activités de conception de Detienne, Boujut et Hohmann (2004) 33
Figure 6 : les Activités de gestion de l'interaction de Detienne, Boujut et Hohmann (2004) ..34
Figure 7 : Modèle d'intégration des points de vue en co-conception (Darses, 2000).....36
Figure 8 : Modélisation du processus de conception co-évolutif de Lonchampt (2004).....36
Figure 9 : Modèle général du système d'activité (Engestrom, 1999).....40
Figure 10 : Organisation des fonctions des interactions de la méthode RAINBOW 52
Figure 11 : Schéma de la communication argumentative de Shannon et Weaver (1949) tiré de Breton (2006) 58
Figure 12 : Le carré d'analogie d'après Mille (2006) 59
Figure 13 : Cycle du RàPC détaillé dans l'EIAH AMBRE (Guin-Duclosson, Jean-Daubias & Nogry, 2001) 60
Figure 14 : Le rôle d'interface du critère inspiré de Blanco (1998) 64
Figure 15 : Schéma de la co-évolution problème-solution d'après Brissaud, Garro et al. (2003).....64
Figure 16: Schéma de l'ensemble des relations dans le modèle IBIS.....66
Figure 17 : Schéma illustrant le modèle QOC inspiré de Lacaze (2005).....68
Figure 18 : Modélisation de la grammaire DRL tirée de Lee (1990).....69
Figure 19 : Typologie des modes de création de savoir, (Nonaka & Takeuchi, 1995).....78
Figure 20 : Les fonctions de gestion des connaissances cruciales (Grundstein, 2000a).....80
Figure 21 : Méthodes de recherche "bottom-up" et "top-down" de Chalmers (1987).....94
Figure 22 : Schéma de la DRM (Blessing & Chakrabarti, 2002) 97

Figure 23 : Contexte des situations de conception tiré de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007).....105
Figure 24.Organisation des business units et business area du groupe AB Volvo (Chartier, 2007).....117
Figure 25. Localisation des deux sites distants Blainville et St-Priest (Chartier, 2007).....118
Figure 26. Représentation 3D du cheminement de faisceaux électriques.....119
Figure 27. Les acteurs de l'AMS.....121
Figure 28. Schéma du dispositif de capture du site St-Priest.....122
Figure 29. Schéma du dispositif de capture du site blainville.....123
Figure 30. image du montage en quadravision des 4 enregistrements vidéo sélectionnés.125
Figure 31. Schéma de la méthode d'analyse des données.....127
Figure 32. Extrait de la transcription multimodale du l'AMS 128
Figure 33. Grille d'activités du projet COSMOCE (Mailles-Viard Metz, Renaut & Cassier, 2006) 131
Figure 34. Nouvelles categories pour RAINBOW-D tire de Lund, Prudhomme et Cassier (2007).....133
Figure 35 : Matrice de codage, tiré de Krippendorff (2007).....138
Figure 36 : Matrice de coïncidence, tiré de Krippendorff (2007).....138
Figure 37 : Matrice de coïncidence obtenue pour le codage des fonctions de l'interaction .138
Figure 38. Extrait codé de la transcription 141
Figure 39. Capture d'écran du logiciel actogram.....143
Figure 40. Exemple d'un graphe solutions-critères 144
Figure 41. Capture d'écran du module de codage du logiciel TATIANA.....146
Figure 42. Capture d'écran du module de graphe du logiciel TATIANA 146
Figure 43. Exemple d'un graphe Solution-critère construit dans le logiciel TATIANA 147
Figure 44. Extrait d'une séquence codée en solutions et critères 148
Figure 45. Diagrammes de répartition en durées (gauche) et occurrences (droite) des interactions par acteur.....149
Figure 46. Diagrammes de répartition en durées (gauche) et occurrences (droite) des fonctions de l'interaction.....150
Figure 47. Extrait de Transcription d'un aparté à l'adresse des chercheurs.....151
Figure 48. Diagrammes de répartition en durées (gauche) et occurrences (droite) des sujets de l'interaction 152
Figure 49. Histogramme de répartition des sujets de l'interaction en fonction des fonctions de l'interaction 153
Figure 50. Histogramme de répartition des fonctions de l'interaction en fonction des acteurs 154
Figure 51. Analyse de l'histogramme des sujets de l'interaction en fonction des fonctions de l'interaction 155
Figure 52. Histogramme de répartition des sujets de l'interaction en fonction des acteurs..156
Figure 53. Extrait de la représentation graphique du codage du logiciel Actogram 156
Figure 54. Représentation de l'ensemble du corpus codé dans Actogram.....157
Figure 55 : Les formes et fonds des interactions de sylvain.....158
Figure 56 : Les forme et fond des interactions de Damien.....158
Figure 57 : Les forme et fond des interactions de Laura 159
Figure 58 : Les forme et fond des interactions de Simon 159
Figure 59 : Les séquences de sept fonctions d'interactions.....159
Figure 60 : Les séquences de sept auteurs d'interactions 160
Figure 61 : Les séquences de sept sujets d'interactions.....160

Figure 62. Exemple de graphes SC contenant les séquences de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007) 162
Figure 63. Graphe SCT illustrant la structure « centrée solution » 164
Figure 64. Graphe SCT illustrant la structure "solutions comparées" 165
Figure 65. Graphe SCT illustrant la structure "centrée critère" 166
Figure 66. Photo d'une pompe SECHE 175
Figure 67. Photo d'une cuve avec automate 175
Figure 68. Schéma de l'organisation des acteurs en réunion de projet 181
Figure 69. Trame d'un compte rendu de réunion technique 184
Figure 70. Arborescence des fichiers sur le serveur partagé pour chaque projet 185
Figure 71. Schéma du système d'indexation des documents 186
Figure 72. Diagramme des départements de GPI 187
Figure 73. Schéma de l'organisation spatiale des départements de GPI 188
Figure 74. Déroulement chronologique d'un projet 190
Figure 75. Capture d'écran d'un graphe construit a la volée dans Compendium 198
Figure 76. Capture d'écran d'un graphe à plusieurs niveaux dans Compendium 199
Figure 77. Schéma d'un cas crucial 201
Figure 78 : Schéma de la structure d'une fiche technique 204
Figure 79. Capture d'écran du module de consultation de fiche 208
Figure 80. Capture d'écran du module de création et de mise à jour de fiche 209
Figure 81. Exemple d'une fiche technique rempli avec l'AGBIC 214
Figure 82. Premier exemple d'analogie dans l'ams 237
Figure 83. Second exemple d'analogie dans l'ams 238
Figure 84. Troisième exemple d'analogie dans l'AMS 238
Figure 85. place de l'analogie dans l'édification d'une solution de conception 239

INTRODUCTION GENERALE

L'évolution de l'économie mondiale a engendré des mutations qui aujourd'hui définissent de nouveaux enjeux pour les entreprises. La concurrence devient le moteur (ou la menace) principal qui pousse les entreprises à se transformer pour survivre. Les entreprises se voient contraintes de réduire les coûts et les délais sans toutefois négliger la qualité de leurs produits. La conception et la mise sur le marché d'un produit fini nécessite la participation et la collaboration d'un grand nombre d'acteurs, chacun étant expert dans son domaine. Par ailleurs, la spécialisation des entreprises sur leur domaine à forte valeur ajoutée entraine une multiplication d'organisations sous-traitantes dans la chaine de production du produit. Associés à l'édification de ces réseaux d'entreprises, l'allongement du cycle de vie des produits, l'accroissement des exigences des consommateurs et le développement des technologies de l'information et de la communication représentent autant de facteurs contribuant au développement du travail collaboratif. La conception devient ainsi une activité à forte composante humaine dans laquelle les seules dimensions techniques et organisationnelles ne suffisent plus pour comprendre les mécanismes qui régissent le processus de conception. Il faut de notre point de vue considérer la conception comme une activité humaine instrumentée et structurée par des règles d'ordre sociale, psychologique et communicationnelle.

1 CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE INDUSTRIEL

La culture et l'économie mondiale ont évolué et avec elles, la façon de consommer et donc de concevoir et de fabriquer.

La mondialisation a entrainé une hausse évidente de la concurrence. Les productions de produits manufacturés issus des pays émergeants se retrouvent sur les marchés occidentaux et représentent une menace sérieuse, notamment en raison du bas prix de la main d'œuvre employée. L'occident résiste tant bien que mal à l'arrivée massive de ces produits, et tandis que les pays en développement découvrent l'économie de grande consommation, lui se démène dans une économie en crise. La pression exercée par les continents asiatique et sud-américain, qui apportent des produits sur les marchés occidentaux à faible coût mais également dans des délais très courts, pousse les entreprises à concevoir encore plus rapidement et à des coûts réduits.

Dans le même temps, les consommateurs deviennent plus exigeants. Jusqu'alors soumis à des contraintes économiques de coûts, qualité et délais, les entreprises sont aujourd'hui forcées de satisfaire de nouvelles exigences relevant des évolutions culturelles de la société. C'est le cas notamment du critère *écologique*. Ces dernières années, l'opinion publique a

considérablement évolué et a pris conscience de l'importance de protéger l'environnement et de la nécessité d'une action collective pour y parvenir. La vision qu'a le consommateur sur les biens et produits qu'il achète évolue et l'interroge sur le devenir du produit après qu'il ait été utilisé, et notamment sur sa fin de vie et son recyclage. L'écologie entre désormais en compte comme critère d'appréciation d'un produit et la fin de vie de celui-ci doit être considérée au même titre que sa fabrication. Le consommateur veut dorénavant que le produit soit disponible rapidement, qu'il soit bon marché, qu'il soit de qualité et qu'il soit en plus écologique. De nouvelles contraintes de conception, souvent inscrites dans des normes à respecter (par exemple : Taux d'émission de CO_2 pour les véhicules), voient ainsi le jour. La crise économique a également engendré un effet sur la façon dont les gens consomment. Le niveau de vie ayant tendance à baisser, l'achat devient moins facile et doit donc être pris en compte avec plus de considération. Le consommateur veut désormais être sûr de faire un bon achat, c'est-à-dire d'obtenir un bon rapport qualité-prix pour un produit qui va durer dans le temps. Cette nouvelle exigence entraine une évolution également dans la façon dont les consommateurs font leur choix, la fiabilité du produit prenant un poids croissant.

Ainsi, le cycle de vie du produit qui prenait en compte les phases de conception, de fabrication, d'assemblage et qui s'étendait de l'analyse d'un besoin jusqu'à la vente du produit, doit aujourd'hui tenir compte de nouvelles exigences portant sur la fin de vie du produit ou sur sa fiabilité. Ces mutations nécessitent du personnel supplémentaire et entrainent alors une hausse du nombre d'acteurs impliqués dans la conception. D'autres facteurs comme la spécialisation des entreprises, qui se restreignent au domaine qu'elles maitrisent le mieux et dans lequel elles sont susceptibles de dégager les plus grosses marges, ou le développement technologique, qui permet la réalisation de produits manufacturés beaucoup plus complexes, sont également responsables de l'explosion du nombre des acteurs de la conception. Les délais étant restreints, l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus de conception doivent interagir fréquemment et veiller à ce que chacun assure la tâche dont il est responsable. Pour concevoir plus rapidement, les entreprises aménagent les phases de développement du produit suivant une organisation parallèle permettant de limiter les « erreurs » de conception grâce à une intégration des contraintes de l'ensemble des acteurs dès les tous premiers stades du processus. La conception n'est plus segmentée en phases séparant les temps de définition du produit et ceux de fabrication, elle prend désormais la forme d'un flux continu dans lequel l'ensemble des acteurs interagit.

2 DEROULEMENT DE LA RECHERCHE

Notre étude s'applique à caractériser le processus argumentatif par lequel des concepteurs de cultures différentes parviennent à élaborer un produit qui satisfasse les contraintes de chacun d'entre eux. Notre approche s'inspire alors des sciences de l'ingénieur, qui nous apportent les connaissances techniques et contextuelles nécessaires pour comprendre la nature de la tâche des concepteurs, de l'ergonomie cognitive, qui nous fournit des méthodes

pour comprendre l'activité des concepteurs, et des théories de l'interaction, et plus particulièrement de l'argumentation qui constituent un cadre d'interprétation.

Au cours de deux études de cas, menées successivement dans le groupe AB Volvo puis dans l'entreprise GPI, nous analysons comment des concepteurs, porteurs d'expertises différentes, interagissent et argumentent pour faire valoir leur point de vue et élaborer une solution combinant plusieurs technologies. Une analyse descriptive menée conjointement par des chercheurs en linguistique, en sciences cognitives et en mécanique nous permet alors de dresser une typologie des interactions. A travers un cycle itératif destiné à affiner et valider cette typologie en tant que méthode de catégorisation valide pour ces contextes, nous mettons à jour un ensemble de mécanismes interactionnels représentant à terme des pistes d'outils d'assistance de l'activité. Cette première phase de notre travail donne lieu à une caractérisation de l'argumentation en tant que composante de l'activité de conception mais les mécanismes qui la régissent ne sont pas été mis en évidence (peut être à cause du caractère opportuniste de l'activité de conception). Nous entreprenons alors d'élaborer des graphes argumentatifs de l'information portée par les interactions. Ces graphes sémantiques, destinés à identifier les mécanismes d'argumentation, nous amènent à identifier des patterns d'interactions argumentatives semblables à ceux que présentent Prudhomme, Pourroy et Lund (2007) dans leurs travaux. L'analyse des graphes met également en avant l'importance du critère d'analogie dans l'activité de conception et sa prédominance sur d'autres critères. Désireux de tester nos résultats dans une situation réelle, nous entreprenons une seconde étude de cas. Cette étude de cas, qui s'est déroulée dans l'entreprise GPI, constitue le second volet de notre travail. Elle affiche une vocation prescriptive devant aboutir à la définition d'un outil ou d'une méthode pour assister l'activité des concepteurs. Après une analyse du contexte et des problématiques de l'entreprise GPI, nous avons implémenté et testé un outil collaboratif de capitalisation d' « informations » propres à ce que nous avons appelé des cas cruciaux. L'objectif de l'outil est d'assister les concepteurs lors de leurs raisonnements analogiques dans la construction collective d'une solution. L'outil a ainsi été développé pour permettre la construction des patterns que nous avions mis en évidence précédemment.

CHAPITRE 1
INTRODUCTION

Ce premier chapitre se positionne en tant que chapitre introductif car il décrit notre objet d'étude : la conception collaborative. Il rappelle les concepts et notions clés, puis expose certains travaux qui se sont attachés à comprendre l'activité des concepteurs en proposant une discussion pour chacun d'eux. Il présente notamment un ensemble de modèles, descriptifs ou prescriptifs, qui décrivent le processus de conception. Ce chapitre introduit ainsi notre question de recherche et ouvre la voie à une discussion sur les cadres théoriques que nous désirons mobiliser.

---

1 LA CONCEPTION COLLABORATIVE

1.1 DE LA CONCEPTION…

Une première définition de la conception est donnée par Simon (1995) qui l'assimile à une activité de résolution de problème :

> « *When we study the process of design we discover that design is problem solving. If you have a basic theory of problem solving then you are well on your way to a theory of Design* ».
>
> Simon, 1995, p. 122.

Si on considère l'activité de conception de produits, elle consiste à résoudre un problème dit « mal défini » (Chevalier & Bonnardel, 2003). Simon (1973) décrit un problème mal défini comme étant un problème dont :

- les éléments permettant de parvenir à le résoudre ne sont pas précisés dans son énoncé,
- l'expression des besoins et des contraintes n'est pas claire,
- il n'existe pas d'unique solution (comme ce peut être le cas dans une équation mathématique par exemple), mais il existe un ensemble de solutions, ou même aucune.

Suivant cette définition, les solutions d'un problème mal défini ne sont donc ni bonnes ni mauvaises, elles répondent aux exigences ou n'y répondent pas.

Darses et Falzon (1996, p. 127) proposent une définition de la conception de produits en industrie : *« Le terme "conception" est alors réservé aux activités des opérateurs du bureau d'études qui définissent les spécifications et le concept d'un produit, ou encore aux activités des architectes qui pensent le concept d'un édifice ».* D'après ces auteurs, étudier la conception du point de vue de l'ergonomie cognitive revient alors à *« identifier un ensemble de caractéristiques formelles de certaines situations professionnelles : des caractéristiques de la tâche, qu'on connaît en général assez bien, et des caractéristiques de l'espace-problème et du raisonnement qui sont en revanche souvent moins bien identifiées ».* Cette définition, qui complète la définition de Simon en y ajoutant une dimension contextuelle, nous sert de base pour aborder notre étude de l'activité de conception. Nous remarquons d'emblée qu'elle préconise la caractérisation des situations étudiées pour comprendre l'activité. Nous reviendront tout au long de notre étude sur les concepts d'*espace-problème* et de *raisonnement* en conception.

Notre travail se focalise précisément sur la conception dite « collaborative ». Nous en proposons une définition ci-après.

1.2 … A LA CONCEPTION COLLABORATIVE

L'activité de conception collaborative peut être décrite selon différents points de vue qui donnent chacun lieu à une définition. Loin de s'opposer, ces interprétations se complètent et donnent une définition riche de cette activité.

Darses (2002) définit l'activité de conception collaborative comme une activité intégrée, à la fois sociale, technique et organisationnelle, faisant intervenir des acteurs, des outils, et des instruments et ayant pour l'objectif la réalisation de tâches prédéfinies. En tant qu'activité technique et scientifique, elle nécessite des savoirs, des modèles, des méthodes et des outils. La dimension humaine de la conception implique la prise en compte des processus cognitifs et sociaux, incluant par là-même, des questionnements sur les connaissances et compétences, rôles et logiques individuelles et collectives**.** Cette définition s'approche de celle de Blessing (1993) qui définit la conception collaborative comme une activité complexe impliquant des acteurs, des artefacts, des outils, une organisation et un contexte. Brassac (2003) rejoint Darses mais en mettant l'accent sur l'activité psychique que la conception suscite. C'est avant tout un processus cognitif qui ne peut être caractérisé sans que l'on cherche à s'interroger sur les mécanismes mentaux mis en jeu par les acteurs. Pour Schön (1983), les acteurs sont confrontés non pas à un problème mais à une situation qui pose problème et qu'il appelle « situation problématique ».

Les études issues des sciences de l'ingénieur proposent leur propre définition. En se focalisant sur la nature des problèmes de conception auxquels sont confrontés les concepteurs, elles apportent un éclairage nouveau. Pour Blanco (2000) ou Boujut (2001), un problème de conception peut s'exprimer sous la forme d'une combinaison de fonctions formalisant des besoins. Ce problème contient des contraintes à la fois externes, c'est-à-dire des contraintes énoncées par le client, et des contraintes internes, celles énoncées par les concepteurs eux-mêmes et qui relèvent de leur spécialité, ou encore, celles qu'impose la stratégie technique de l'entreprise. La conception collaborative s'apparente alors à un jeu de construction entre ces éléments dans lequel sont impliqués un ensemble de concepteurs ayant chacun leur propre domaine de compétence. Dans cette optique, la conception apparaît définitivement comme une activité distribuée. Elle est distribuée par le fait qu'elle est réalisée par plusieurs acteurs, mais également au niveau des connaissances, car tous les concepteurs disposent de leur propre expérience de la conception et du produit. La conception est aussi distribuée au niveau des ressources graphiques diverses et variées qui permettent de supporter l'activité (par exemple : plan, schéma, représentation 3D, etc.).

En résumé, la conception collaborative est une activité collective de résolution de problèmes ouverts. Elle est distribuée et se caractérise dans des dimensions d'ordre social, technique et organisationnel.

La conception distribuée s'inscrit dans un nouveau mode d'organisation du travail : l'*ingénierie concourante*.

1.3 LA CO-CONCEPTION DANS L'INGENIERIE CONCOURANTE

La conception était, jusqu'aux années 80, organisée de manière séquentielle. Dans cette forme d'organisation, les différentes tâches du processus étaient traitées les unes à la suite des autres. Les résultats d'une tâche devenaient l'entrée de la tâche suivante, et ainsi de suite. Les tâches se succédaient sans jamais se superposer. Dans le déroulement classique du cycle de développement d'un produit, le client transmet le cahier des charges au bureau d'étude qui entame les phases d'analyses et de définition du produit. Il réalise alors des plans qui sont transférés au bureau des méthodes en charge de la réalisation physique du produit. Après un prototype fabriqué et validé, la phase d'industrialisation commence. La conception est ainsi structurée autour de services rassemblant des personnes de mêmes expertises formant des *groupes métiers*. Cependant, comme le montre Perrin (1997), qui s'inspire d'une étude du National Research Council publiée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), dans le développement d'un produit, depuis sa conception jusqu'à sa production en passant par sa fabrication, l'étape de conception ne représente que 5% du coût total de développement alors que c'est celle-là même qui détermine 75% des dépenses engagées (cf. Figure 1).

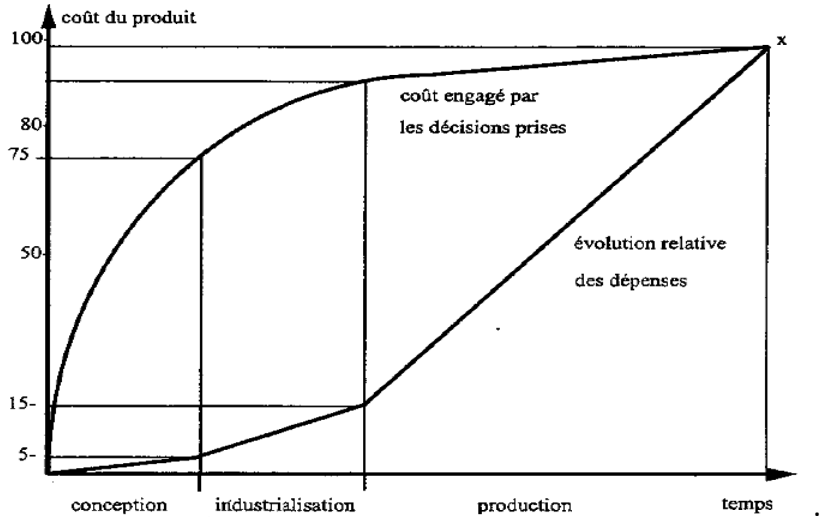

FIGURE 1 : CONCEPTION ET COUT DU PRODUIT (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1991, CITE PAR PERRIN, 1997)

C'est sur la base de cette constatation que les entreprises, sous la pression économique de la concurrence, focalisent leurs efforts sur l'étape de conception en cherchant notamment à intégrer l'ensemble des activités de l'entreprise dès les premiers stades de développement d'un produit. L'organisation séquentielle est ainsi délaissée au profit d'une organisation parallèle qui prend le nom de *concurrent engineering,* traduit en français par *ingénierie concourante* ou *ingénierie simultanée* (Perrin, 1997).

Dans ce nouveau mode d'organisation, les acteurs sont regroupés par projets et non plus par métiers. L'ingénierie concourante intègre non seulement les informations et savoirs, mais les acteurs qui en sont les porteurs. Les experts métiers peuvent ainsi intervenir tout au long du projet et s'assurer que les décisions qui sont prises sont en accord avec leurs propres besoins métiers. L'intérêt premier de cette nouvelle organisation réside dans la réduction très

importante des délais. En considérant au plus tôt les contraintes exprimées par l'ensemble des acteurs, elle rend la conception à la fois plus souple et plus dynamique, et surtout moins sujette à des retours en arrière dans le processus. La conception s'organise alors autour des projets et prend la forme de *plateaux projets* qui réunissent l'ensemble des acteurs concernés. L'ingénierie concourante modifie considérablement le travail des concepteurs. Jusqu'alors, leur activité était exclusivement scientifique et technique. A présent, ils doivent apprendre à communiquer, à défendre leurs idées et faire respecter leurs contraintes. Cette mutation pose de nombreuses questions sur les compétences nécessaires pour réaliser le travail qui incombe à ces ingénieurs et sur l'activité effective à mettre en place. Leur travail se voit également enrichi d'une dimension technique supplémentaire liée à la prise en main des nouveaux outils technologiques de communication.

L'activité étant menée en parallèle, les acteurs doivent collaborer tout au long du déroulement du projet et les phases de travail individuel et collectif s'alternent. Lors des moments de travail individuel, les concepteurs restent dans leur métier et élaborent des travaux qu'ils présenteront au reste de la communauté du projet et qui permettront de prendre des décisions. Il s'agit de calculs, de dessins, de modélisations etc. ne pouvant pas être fait en commun et nécessitant la plupart du temps de manipuler un logiciel dédié. Les moments de travail en commun prennent, pour leur part, la forme de réunions dans lesquelles sont exposées des solutions développées par l'un ou l'autre des métiers. Les acteurs ont alors la tâche de vérifier que ce qui est présenté respecte leurs contraintes. Si ce n'est pas le cas, il faut alors débattre et négocier pour trouver une solution qui satisfasse l'ensemble des acteurs en présence. L'activité reste technique mais comporte une dimension humaine liée à la nécessité de négocier et de débattre. Dans ces temps de travail en commun où l'action est conjointe, la conception est qualifiée de *coopérative* (cf. Chap. 1, 1.6). Les moments de travail individuel sont dits *asynchrones* par opposition aux moments de travail en commun dits *synchrones*. Il peut arriver que les réunions se fassent à distance grâce à un outillage de communication. Dans ce cas, on parle de travail *distant*. Lorsque les acteurs sont physiquement présents à une réunion, on parle de travail *en présentiel* ou de travail *co-localisé*. La matrice de Johansen (1991) présente les outils généralement utilisés dans les quatre modes d'organisation spatio-temporels du travail : *co-localisé synchrone*, *distant synchrone*, *co-localisé asynchrone* et *distant asynchrone* (cf. Figure 2).

		Espace	
		Co-localisé	Distant
Temps	Synchrone	Discussion face à face Vidéo-projection Tableau Interactif Plateau projet	Partage d'application Audio/Vidéoconférence Diapo conférence Tableau blanc Messagerie instantanée Chat
	Asynchrone	Table, espace partagé Notes papiers Documents techniques Idem distant	Courrier électronique Forums Espace de fichiers partagés Base de données en réseau

FIGURE 2 : MATRICE DE JOHANSEN (1991)

Parmi les moments de travail synchrone, il existe notamment les réunions de projet appelées réunions de *revues de conception* ou *co-revues*. Ces revues de projet sont des réunions périodiques, inhérentes aux projets de conception, qui permettent de faire le point sur l'avancement du projet. Les concepteurs de différents domaines sont réunis et l'un d'entre eux présente les avancées développées depuis la dernière revue de projet. Ces nouvelles avancées sont alors validées ou invalidées si elles posent problème à d'autres concepteurs. Le chef de projet arbitre et prend les décisions en fonction des arguments des concepteurs. Un compte rendu des décisions prises et des tâches à traiter est envoyé à tous les acteurs concernés à la fin de la réunion. Il faut bien remarquer que tous les moments de travail synchrone ne sont pas nécessairement des réunions formelles (au sens où elles sont formellement inscrites dans le planning des différents acteurs). Il peut arriver qu'un concepteur se déplace physiquement pour aller rencontrer un autre concepteur et discuter d'un problème local qui est apparu lors de son temps de travail individuel. On parle alors de réunions de travail *informelles*.

Dans la matrice de Johansen (1991), on constate que suivant les espaces et les moments réservés au travail, les outils qui sont mis à disposition sont différents. Pourtant ces outils façonnent les échanges et occupent une place centrale dans le déroulement de l'activité, qu'elle soit synchrone ou asynchrone, co-localisée ou à distance. Quel est précisément le rôle de ces outils dans le déroulement de l'activité ? Nous proposons une discussion sur le rôle de ces supports de la conception. Ils sont qualifiés d'*objets intermédiaires* dans la littérature.

1.4 LES OBJETS INTERMEDIAIRES DANS LA CONCEPTION

Jeantet (1998, p.293) définit les objets intermédiaires comme *« des objets produits ou utilisés au cours du processus de conception, traces et supports de l'action de concevoir, en relation avec les outils, procédures, et acteurs »*. Le contenu « empirique » des objets intermédiaires, d'après les termes de Jeantet, n'est pas prédéfini, il prend naissance dans l'action. Ces objets sont dits intermédiaires car ils servent de supports aux interactions entre les concepteurs et apparaissent ainsi comme un média de l'expression de l'information (Vinck, 2007). Ce qui est nommé objet intermédiaire par Vinck et Jeantet peut être rapproché de ce qui a été conceptualisé par Rabardel (1995) sous la dénomination d'*instrument*.

L'instrument s'inscrit dans ce que Rabardel (1995) appelle les *artefacts* et qu'il définit comme toute chose finalisée d'origine humaine, matérielle ou digitale. Ainsi, un objet physique ou virtuel, un dessin tracé par l'homme, au même titre qu'une statue, qu'un escalier ou qu'une tasse à café sont considérés comme des artefacts. Les artefacts sont des représentations (qui peuvent être numérique) ou des objets physiques représentant tout ou une partie de la solution élaborée. Ils portent et contiennent les nombreuses connaissances que les concepteurs ont co-élaborées et servent ainsi de support à l'interaction. Les outils, en tant qu'objets manufacturés supportant la connaissance sont aussi considérés comme des artefacts. Agostinelli (2003) parle de *système artefactuel* pour désigner le système

composé d'un utilisateur, un outil, une connaissance, et un contexte. A partir de cette définition de l'artefact, Rabardel définit l'instrument comme étant *«* l'outil dans l'usage ». Ce dernier n'a de réalité que dans la mesure où il est lié à un acteur et associé à une action. Le modèle SAI, pour Situations d'Activités Instrumentées (cf. Figure 3) reprend les principes de son approche instrumentale et présente l'aspect médiateur de l'instrument entre un sujet et un objet.

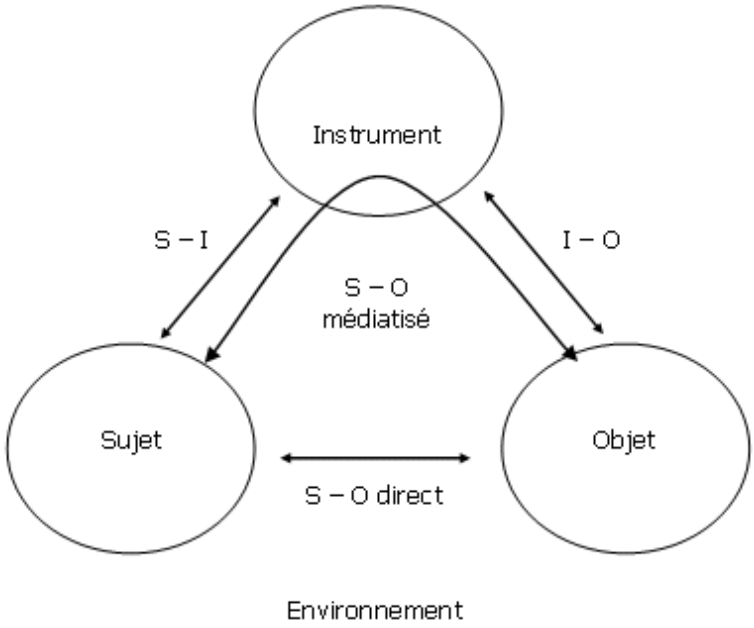

FIGURE 3 : LE MODELE SAI (RABARDEL, 1995)

Ce modèle distingue trois pôles : le sujet, l'instrument et l'objet vers lequel l'action est dirigée. Il présente un ensemble de « relations » entre ces pôles : des interactions entre le sujet et l'objet (S-O), des interactions entre le sujet et l'instrument (S-I), des interactions entre l'instrument et l'objet (I-O) et enfin des interactions sujet-objet médiatisées par l'instrument (S-O médiatisé). L'avantage de cette représentation tient du fait qu'elle présente de façon simple le changement de nature de l'outil qui devient instrument lorsqu'il autorise un usage participant d'une action tournée vers un objet. Dans cette optique instrumentale, le langage est lui aussi considéré comme un instrument. Brassac (2003), s'inspirant des travaux de Vygotsky, range le langage parmi ce qu'il appelle des *instruments psychologiques*. Dans la mesure ou le signe est un outil de représentation, il devient donc un instrument lorsqu'il sert l'action de parler à soi-même ou à des sujets extérieurs. Brassac cite alors l'ouvrage de Rivière (1990) pour préciser que : les instruments permettent d'agir sur le milieu externe et d'influencer la conduite d'autres sujets et, à ce titre, font apparaître le langage clairement comme un instrument. Le langage devient un outil fondamental médiatisant l'activité des hommes entre eux mais également des hommes avec eux-mêmes, notamment dans le cas de tâches introspectives. Rabardel appelle *genèse instrumentale* le processus de construction de l'instrument. Il y distingue deux procédés majeurs : *l'instrumentation* et *l'instrumentalisation*. L'instrumentation est le procédé par lequel un sujet se crée des schèmes d'utilisation associés à un artefact, c'est-à-dire qu'il construit des usages associés à l'objet. A l'inverse, l'instrumentalisation apparait comme le processus d'adaptation des propriétés structurelles

et fonctionnelles de l'artefact, consistant parfois à le détourner de son usage initial. C'est le cas par exemple lorsqu'on utilise un crayon comme une règle pour tracer un trait droit.

Les concepts développés et expliqués ici permettent de mieux cerner la nature et les supports des interactions entre les concepteurs en cours de conception coopérative. L'activité déployée est donc médiatisée par des instruments et des artefacts. Le langage est considéré comme l'instrument central permettant aux sujets d'interagir et représente alors un objet d'étude à part entière. Ainsi, l'analyse d'une activité dans laquelle plusieurs sujets sont impliqués ne peut avoir de sens que si elle comprend une analyse du langage, des instruments et des artefacts.

Nous venons de présenter le concept d'objet intermédiaire et avons montré que les instruments médiatisaient les interactions. Nous avons montré que la conception collaborative en contexte d'ingénierie concourante avait pour objet d'engendrer un partage des connaissances d'experts de différents domaines pour concevoir un artefact complexe. Ces experts doivent alors discuter et négocier pour prendre des décisions qui respectent des contraintes multiples. Dans cette dynamique où plusieurs acteurs sont amenés à débattre, nous pouvons nous demander comment sont prises les décisions. Plusieurs recherches ont porté sur le processus décisionnel, nous en présentons quelques unes dans la section ci-dessous.

1.5 LE PROCESSUS DECISIONNEL EN CO-CONCEPTION

Comme nous l'avons dit, l'activité de conception coopérative est une activité de résolution de problème en commun qui doit permettre à chacun d'exprimer et d'argumenter sur les besoins liés à son expertise. L'objet de l'activité réside donc en grande partie dans les choix qui sont faits pendant que les experts travaillent ensemble. Pour réduire les délais et les coûts de développement, les décisions doivent être prises en amont du processus de conception (Perrin, 1997). C'est au début du processus que sont engagés les coûts qui génèreront les dépenses effectives relatives à la réalisation du produit. Par ailleurs, c'est au début de la conception que la marge de liberté est maximum pour prendre ces décisions. Les choix sont pris au terme d'un processus décisionnel qui reste cependant encore mal compris. Brissaud, Garro et Poveda (2003) parlent du processus décisionnel comme d'une « boite noire » ne laissant apparaitre que les conditions circonstancielles de réalisation de la tâche en tant qu'entrée dans le processus, et le produit conçu, en tant que sortie du processus. Comment les décisions sont-elles prises ? Quels sont les facteurs qui influencent la prise de décisions ? L'activité est décrite mais il reste difficile de savoir ce qui la régit en réalité.

Certains travaux présentent le processus décisionnel comme un algorithme suivant une séquence d'étapes précise. C'est le cas de l'approche EVAD (*Evaluation and Decision in design*) (Ahmed & Hansen, 2002) qui tend à modéliser ce processus de prise de décision sous la forme d'un algorithme. Pour ce faire, Ahmed et Hansen (2002) proposent la notion de *nœud de décision* dans un modèle de l'activité générique de décision impliquant six sous-activités parmi lesquelles : *la spécification*, *l'évaluation d'alternatives proposées selon les*

spécifications établies, *la validation de ces évaluations*, *la navigation*, c'est à dire la considération de l'évolution de l'activité, *l'unification*, c'est à dire la formalisation des sous-activités précédemment menées, et enfin, *la décision*. Dans une étude descriptive de plusieurs processus de conception, les auteurs se basent alors sur ce modèle pour identifier les stratégies suivies par des concepteurs expérimentés pour mettre en œuvre chacune de ces sous-activités. Cette vision est souvent critiquée car considérée comme trop séquentielle.

Darses (2000) décrit le processus décisionnel comme un « *jeu de pondération de critères* ». Il s'agirait pour les concepteurs de discuter afin de déterminer une pondération pour chacun des critères techniques mobilisés pour élaborer une solution. Par exemple, le coût et la qualité d'une pièce mécanique peuvent être des critères opposés qu'il s'agit de départager pour choisir comment finalement réaliser la pièce.

Palh et Beitz (1996) ont, pour leur part, développé la théorie du *systematic design*[1] dans laquelle ils proposent une méthode pour assister la conception, non pas en intégrant les acteurs, mais en intégrant les savoirs dont sont porteurs ces acteurs. Cette méthode repose sur :

- une intégration des savoirs liés aux phases avales de la conception (fabrication, montage, etc.) par la mise à disposition des acteurs amont (concepteurs de bureaux d'études) de *guidelines* formalisant les connaissances expertes de ces acteurs de l'aval,
- des *check-lists* permettant de vérifier que l'ensemble des besoins et contraintes de tous les acteurs ont été pris en compte.

Aujourd'hui, le processus décisionnel est intégré dans des approches plus macroscopiques. Ces approches qui cherchent à modéliser le processus de conception dans son ensemble ne laissent que peu de place aux dynamiques argumentatives pouvant exister dans les activités coopératives de négociation. Ainsi, même si la prise de décision est perçue comme décisive dans de nombreux travaux portant sur le processus de conception, il reste difficile de comprendre comment elle s'effectue dans la pratique. Nous proposons de présenter certains des modèles du processus de conception les plus connus.

[1] *Systematic design* : La méthode du *systematic design*, ou approche systématique, demeure l'une des grandes références de cette approche séquentielle. Selon ce modèle le processus est découpé en quatre phases : *Clarification du problème*, qui consiste à établir le cahier des charges en détaillant les spécifications techniques et économiques à atteindre, *Formalisation et spécification des principes* qui permet de définir un concept de l'objet à concevoir grâce à une analyse fonctionnelle et a une étude faisabilité, *Conception d'ensemble* qui comprend la description technique détaillée de l'objet technique , et enfin la Conception détaillée qui consiste à construire une documentation détaillée de chacune des pièces, documentation nécessaire pour envisager la fabrication.

2 LES MODELES DU PROCESSUS DE CONCEPTION COLLABORATIVE

Dans cette section, nous traitons des modèles du processus de conception. De nombreux travaux proposent des approches prescriptives du processus de conception. Parmi ceux-là, les plus connus sont : l'*approche systématique* de Pahl et Beitz (1996), l'*analyse de la valeur*[2] (Yannou, 1998), le modèle de *Total Design*[3] de Pugh (1991) et le modèle de Ulrich et Eppinger (2000). Ces modèles décrivent le processus par phases. L'*approche axiomatique*[4] de Suh (1990), si elle rompt cette description par phases, n'en est pas moins prescriptive. Il est souvent reproché à ces approches d'adopter une orientation trop « formalisante » décrivant la conception plus comme « ce qu'elle devrait être » que comme « ce qu'elle est dans la pratique ». Ces travaux se focalisent sur le processus de conception au sens d'une méthode à suivre et non sur l'activité des concepteurs qui définit le processus réellement mis en œuvre. Il existe cependant des modèles cherchant à décrire l'activité réelle des concepteurs sur le terrain. Nous nous proposons de présenter plus particulièrement ce type d'approche ci-dessous.

Nous traiterons successivement :

- des modèles par activités
- des modèles dits « co-évolutifs ».

Nous montrerons également les limites que présentent, selon notre point de vue, chacun de ces modèles.

2.1 LES MODELES DU PROCESSUS DE CONCEPTION PAR ACTIVITES

Les modèles par activités sont issus de travaux descriptifs qui cherchent à comprendre l'activité telle qu'elle est véritablement menée par les concepteurs sur le terrain. Voici, ci-après, quelques uns de ces modèles :

- **Le modèle de Garro, Choulier et Deniaud (Garro, Choulier & Deniaud, 2001)** : Dans leurs travaux, Garro et al. établissent le concept d'*acte de conception* qu'ils apparentent à une interaction d'un concepteur dans un groupe de conception. Ce groupe est caractérisé par des instruments, des compétences et des métiers

[2] L'analyse de la valeur : c'est une méthode de conception, normalisée qui préconise un plan de travail en 7 phases : Orientation de l'action, Recherche de l'information, Analyse des fonctions et coûts, Recherche des idées et de voies de solutions, Étude et évaluation des solutions, Bilan prévisionnel et proposition de choix, Suivi de la réalisation. La méthode préconise la mise en place d'une démarche fonctionnelle reposant sur l'expression fonctionnelle du besoin et sur l'analyse fonctionnelle des solutions.

[3] Le modèle de Total Design : il propose une séquence de 4 phases : la spécification des besoins, la conception du principe de solution, la conception détaillée et la fabrication.

[4] L'approche axiomatique : Cette approche très formelle propose une théorie selon laquelle le processus de conception doit respecter 2 axiomes permettant d'accéder à une « bonne » conception.

particuliers. Chaque acte constitue un aller-retour entre le groupe de conception et un ensemble de connaissances partagées. L'ensemble des actes permet de faire avancer la conception tout en enrichissant les connaissances partagées. La définition des actes de conception est faite par rapport aux actes de langage qui permettent de décrire les interactions langagières d'un point de vue pragmatique. Ces actes proviennent d'analyses d'expériences précédentes réalisées au laboratoire 3S à Grenoble ou en collaboration avec le CRAN[5] (Groupe de Recherche sur l'Activité de Conception Collaborative [GRACC], 2001), (Garro, Salaü & Martin, 1995), (Blanco, Jeantet & Boujut, 1996). Ces interactions sont généralement verbales. Cependant, un certain nombre d'interactions peuvent aussi être inscrites sous la forme de textes, schémas, dessins, etc. Parfois, certains actes peuvent faire l'objet d'une double modalité : par exemple, les modes verbaux et gestuels apparaissent lorsqu'un concepteur décrit un dessin. L'équipe du laboratoire M3M[6] propose une typologie des actes de conception basée sur l'étude d'une expérience de conception coopérative. L'analyse s'appuie sur l'étude des échanges verbaux, enregistrés et filmés. La typologie proposée considère alors que chaque acte de conception est constitué d'une action qui porte sur un sujet, éventuellement précisé par un sous-sujet (cf. Figure 4).

Code	Action	Type	Sujet	Sous sujets
P1	Production (P)	Information	Projet (Pj)	Ressources
P2		Solution		Décisions
P3 [+/–]	(proposition, affirmation, négation)	Évaluation	(global, ressource, temps, etc.)	Environnement
P4		Organisation		
P5 [+/–]		(Dés-) Accord		
P6		Décision		
D1	Demande (D)	Information	Produit (Pd)	Structurel[2]
D2		Solution[1]		Fonctionnel
D3		Évaluation		Fabrication
D4		Organisation		
D5		Accord		
D6		Décision		

[1] et / ou proposition de problème
[2] global, sous-ensembles, composants, etc.

FIGURE 4: TYPOLOGIE DES ACTES DE CONCEPTION (GARRO, CHOULIER & DENIAUD, 2001)

Durant les interactions, les concepteurs vont faire des actions dont on peut caractériser le type et qui portent sur un sujet et éventuellement un sous-sujet (une composante du sujet). Par exemple, un concepteur peut faire une demande (action) d'information (type) sur le projet (sujet). Toutes les activités peuvent donc se coder de la manière suivante :

Acte du concepteur X = ACTION (D,P), TYPE(1,..,6), SUJET (Pj,Pd)

[5] CRAN : Centre de Recherche en Automatisme de Nancy.

[6] M3M : Mécatronique Méthodes, Modèles, Métiers. Laboratoire de l'Université de Technologie de Belfort Montbéliard (EA 3318).

L'analyse d'un corpus étudié en utilisant cette méthodologie permet alors aux auteurs d'identifier d'une part des actions prépondérantes et d'autre part des séquences régulières dans l'activité.

- **Les activités de Purcell, Gero, Edwards et Matka (Purcell, Gero, Edwards & Matka, 1994)**. Purcell et al. proposent une classification des *micro-stratégies* suivies individuellement par un concepteur lors d'une expérience de conception mécanique. Sont identifiées vingt types de micro-stratégies classés en quatre catégories, chaque micro-stratégie pouvant s'appliquer à un niveau d'abstraction donné (Système, sous-système ou détail). Ce modèle montre clairement la différence entre les notions de phase et d'activité.

  Analyzing Problem
  - *Analyzing the Problem (Ap)*
  - *Consulting Information about the Problem (Cp)*
  - *Evaluating the Problem (Ep)*
  - *Postponing Analysis of the Problem (Pp)*

  Proposing Solution
  - *Proposing a Solution (Ps)*
  - *Clarifying a Solution (Cl)*
  - *Retracting a Previous Solution (Re)*
  - *Making a Design Decision (Dd)*
  - *Consulting External Information (Co)*
  - *Postponing a Design Action (Pp)*
  - *Looking Ahead (La)*
  - *Looking Back (Lb)*

  Analyzing Solution
  - *Analyzing a Proposed Solution (An)*
  - *Justifying a Proposed Solution (Ju)*
  - *Calculating on a Proposed Solution* As above but using Calculator *(Ca)*
  - *Postponing Analysis of a Proposed Solution (Pa)*
  - *Evaluating a Proposed Solution (Ev)*

  Explicit Strategies
  - *Referring to Application Knowledge (Ka)*
  - *Referring to Domain Knowledge (Kd)*
  - *Referring to Design Strategy (Ds)*

- **Les activités de Girod, Elliot, Wright et Burns (Girod, Elliot, Wright & Burns, 2000)** : Girod et al. ont étudié plusieurs équipes de conception de trois à cinq membres, et transcrit les dialogues échangés par les membres des groupes. En s'appuyant

initialement sur la littérature existante, les auteurs ont alors mené plusieurs itérations d'une démarche de proposition/validation d'un modèle. Ce travail a abouti à l'identification de douze catégories d'activités.

- ***Discuter de l'approche du processus*** *(Générale ou spécifique)*
- ***Identifier les critères***
- ***Définir les critères***
- ***Pondérer les critères*** *(Formellement ou informellement)*
- ***Clarifier des principes de fonctionnement***
- ***Clarifier l'environnement du produit*** *(Identifier ou supposer)*
- ***Délibérer de sous-problèmes*** *(Discuter de, ou accepter des hypothèses)*
- ***Obtenir des informations extérieures***
- ***Avancer une preuve, une justification*** *(Sur un performance restreinte)*
- ***Déterminer ou évaluer des performances*** *(Restreintes ou globale)*
- ***Traduire l'intuition en classement***
- ***Contrôler le processus***

L'analyse des transcriptions étudiées permet alors aux auteurs de dégager certaines conclusions sur le temps passé à mener les activités des différentes catégories.

- **Les activités de conception collaborative de Détienne, Boujut et Hohmann (Détienne, Boujut & Hohmann, 2004)** : Détienne, Boujut et Hohmann ont constitué une grille des activités que mènent les concepteurs dans une situation de conception collaborative. Les figures ci-dessous décrivent les activités de conception (cf. Figure 5) et les activités de gestion de l'interaction (cf. Figure 6) identifiées.

Activités	Définitions
Gestion de la réunion (tâche)	Organiser la réunion actuelle en considérant le temps nécessaire pour les tâches à mener.
Gestion de projet	Planification de la conception : organiser et répartir les tâches en fonction de la spécialité de chacun.
Synchronisation cognitive	S'assurer que les membres de l'équipe partagent une représentation commune des concepts, des objectifs du projet, des contraintes, de la solution, de la stratégie de conception, etc.
Argumentation	Décrire les raison d'acceptation ou de rejet d'une solution.
Evaluation de solution(s)	Evaluer positivement ou négativement une solution proposée.
Evaluation de contrainte(s)	Evaluer positivement ou négativement une contrainte.
Proposition de solution	Proposer, expliquer une solution ou une alternative de solution.
Approfondissement de solution	Enoncer des idées supplémentaires et complémentaires pour développer la solution.

FIGURE 5 : LES ACTIVITES DE CONCEPTION DE DETIENNE, BOUJUT ET HOHMANN (2004)

Activités	Définitions
Gestion des ressources techniques	Faire attention à ce que le groupe partage les mêmes ressources techniques, le même logiciel dans un espace privé ou partagé à un temps t donné. Cela permet de s'assurer que le local contexte est partagé.
Gestion du son	S'assurer que les membres de l'équipe peuvent entendre clairement les autres membres de l'équipe.
Gestion des tours de paroles	Répartir les tours de parole.
Gestion des ressources d'information	S'assurer que les membres de l'équipe sont attentifs et au courant de l'information traitée et qu'ils ont la même version du document (sur leur espace privé ou public). Cela permet une co-référence.
Régulation	Enoncé verbal d'un membre de l'équipe qui écoute pour indiquer qu'il suit la discussion. (par ex : « Mmh », « Yes »).
Gestion de l'écran	S'assurer que les membres de l'équipe ont une bonne visibilité du document à l'écran. Cela permet à la fois une co-référence et assure un partage du contexte local.
Gestion des problèmes techniques	Aide offerte par un membre à un ou plusieurs membres pour accéder à des données qu'ils ne peuvent ouvrir pour différentes raisons. Ces problèmes peuvent venir du logiciel, d'un problème de télécommunication, etc.

FIGURE 6 : LES ACTIVITES DE GESTION DE L'INTERACTION DE DETIENNE, BOUJUT ET HOHMANN (2004)

Cette grille a également été faite à partir d'observations suivant une démarche itérative de conception/validation. L'originalité de la démarche tient de la dissociation des activités de conception et des activités de gestion. La dimension organisationnelle, si importante dans l'ingénierie concourante, est ainsi distinguée de la dimension technique.

Critiques des modèles par activités

L'inconvénient majeur de ces approches porte sur l'objet d'étude qui reste relativement flou dans chacun des modèles : est-ce les activités, les interactions, les actes de conceptions ou encore les micro-stratégies ? Nous constatons qu'une multitude de notions sont décrites, chacune semblant donner une description de l'activité de conception à un grain différent. De plus, certains travaux ont tendance à se focaliser sur de courts extraits d'une réunion, comme dans l'étude clinique menée par Grégori et Brassac (2001) alors que d'autres étudient les réunions dans leur ensemble et d'autres encore des processus entiers. Ces travaux étant faits dans des contextes différents et avec des ressources techniques et humaines très différentes, il devient difficile d'évaluer ces modèles et surtout de parvenir à les utiliser tels quels pour comprendre les tenants et les aboutissants de la conception coopérative.

D'autres travaux ont abordé la modélisation de la conception en considérant les entités conceptuelles qui naissent et évoluent dans cette activité. Ces modèles, qui ont notamment permis de mettre en lumière une définition croisée du problème et de la solution, sont dits *co-évolutifs*. Nous les présentons ci-après.

2.2 LES MODELES DU PROCESSUS DE CONCEPTION CO-EVOLUTIFS

Comme le résument, Brissaud, Garro et Poveda (2003, p.164) *« A design process is not a linear process whereby problems can be initially completed and solutions derived directly from them. Problems and solutions progress together, feeding off one another"*. En d'autres mots, les phases d'analyse du problème et de définition de la solution ne peuvent être distinctes, elles doivent être menées en parallèle. Suivant cette vision, on ne peut dès lors plus réserver un temps à réfléchir sur le problème et un autre à réfléchir sur la solution comme le prévoyaient les approches séquentielles. Plusieurs travaux s'appuient sur cette nouvelle vision du processus pour essayer d'établir un modèle pertinent du processus de conception. Voici les approches les plus connues dans le domaine :

- **Le modèle de Roozenburg et Eekels (Roozenburg & Eekels, 1995)**. Les auteurs établissent une modélisation du processus de conception reposant sur une itération de cycles élémentaires d'étapes permettant d'évaluer une solution sous la forme d'un prototype. A chaque fois, le prototype est évalué sur sa capacité à satisfaire un ensemble de critères prédéfinis. A chaque fin de cycle la solution est soit acceptée car efficiente, soit refusée. Dans ce cas, le cycle de définition et d'analyse du prototype recommence.
- **L'approche socio-technique.** Cette approche, que l'on retrouve notamment dans les travaux de Bucciarelli (1988), essaie d'approcher l'activité de conception en étudiant conjointement les processus sociaux et les processus techniques observant comment les connaissances de chacun des experts s'organisent pour parvenir à une solution commune.
- **L'approche psycho-cognitive** (qui prend aussi le nom de psychologie ergonomique ou encore d'ergonomie cognitive). Présentée, par exemple, dans les travaux de Darses et Falzon (1996), Darses (1997), Darses, Détienne et Visser (2004), elle cherche à comprendre le comportement du concepteur en tant qu'individu dans une situation de conception. Sont ici centraux les phénomènes cognitifs permettant à l'individu d'interagir avec les concepteurs et avec les outils et son raisonnement pour parvenir à concevoir. La figure ci-après (cf. Figure 7) présente le modèle d'intégration de points de vue de Darses (2000).

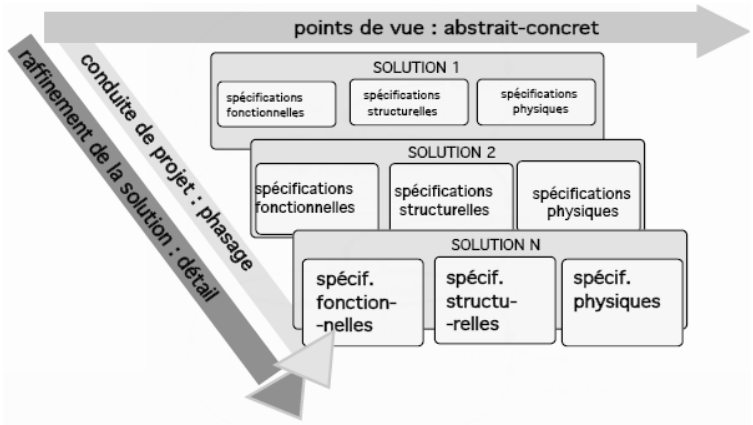

FIGURE 7 : MODELE D'INTEGRATION DES POINTS DE VUE EN CO-CONCEPTION (DARSES, 2000)

Le modèle de Darses dépasse lui aussi les modèles classiques en rendant compte du caractère pluridimensionnel de la conception : la dimension projet est présente dans l'axe de phasage, la dimension du problème se retrouve dans les spécifications fonctionnelles, et la dimension de la solution se retrouve dans les spécifications structurelles ou physiques. L'axe abstrait-concret représente une description de la co-évolution, une solution dans ce modèle étant décrite comme un triplet de spécifications descriptif des dimensions problème et solution (au sens classique de solution). Le caractère concourant de la conception est rendu nécessaire par la présence des différents aspects métiers (structurel, fonctionnel ou physique) dans chaque version de la solution.

- **Le modèle de Lonchampt** (Lonchampt, 2004). L'auteur propose, dans sa thèse, une modélisation du processus reposant principalement sur la co-évolution du problème et de la solution (cf. Figure 8).

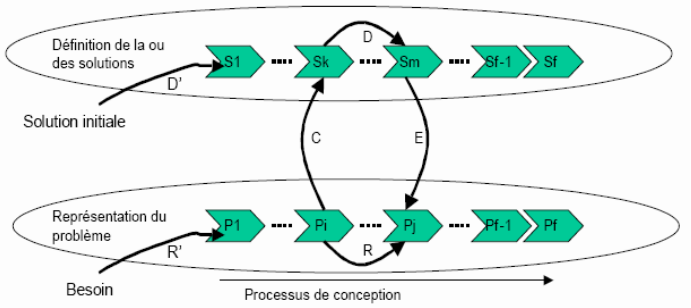

FIGURE 8 : MODELISATION DU PROCESSUS DE CONCEPTION CO-EVOLUTIF DE LONCHAMPT (2004)

Dans cette modélisation, les représentations du problème (P) évoluent au cours du temps. La solution se construit simultanément au fur et à mesure des nouvelles propositions (S). Lonchampt identifie quatre activités élémentaires qui permettent cette évolution simultanée : R : Reformulation du problème permettant le passage d'une représentation du problème vers une autre ; C : Conjecture, une proposition de solution est faite à partir d'une représentation du problème ; D : Définition approfondie d'une solution permettant de passer d'une version Di à une version Dj ; E : Evaluation d'une solution par rapport à la représentation du problème. D' représente la solution initiale et R' la représentation initiale du problème. Ce modèle

s'inscrit dans la lignée des modèles co-évolutifs et montre clairement en quoi le processus de conception est itératif. Il faut toutefois remarquer que les dimensions sociales, et les dimensions de gestion de projet en sont totalement absentes.

Critiques des modèles co-évolutifs

Suivant les modèles co-évolutifs, le problème et la solution sont imbriqués l'un dans l'autre et s'entre-définissent constamment. Définir plus précisément le problème, en énonçant des contraintes par exemple, revient à réduire l'espace de solution et donc par là, à définir cette dernière également. À mesure que l'on définit le problème, la solution apparaît. Un problème entièrement défini apparaît comme un problème résolu (Hohmann, 2002). La caractérisation de l'activité de conception suivant un processus itératif semble plus proche de l'activité réelle des concepteurs. Cependant, en se dégageant d'une prescription trop rigide, ces approches tombent malgré elles dans le travers opposé. En effet, les modèles co-évolutifs, même s'ils sont plus proches de la réalité, ont le défaut de présenter un état des lieux sans pour autant apporter de recommandations concernant la mise en place d'un outil ou d'une organisation particulière du travail. A défaut de pouvoir supporter l'activité réelle des concepteurs, les approches « formalisantes » avaient au moins l'avantage de prescrire des règles de fonctionnement permettant de structurer le processus tout au long de l'élaboration de la solution de conception. Les modèles co-évolutifs n'ont plus cette dimension « gestionnaire » que présentaient les approches prescriptives et ne préconisent plus aucune forme du travail en particulier.

2.3 QUESTION DE RECHERCHE

Au terme de cette introduction, nous sommes en mesure de formuler notre question de recherche. L'économie mondiale a subi des bouleversements qui ont modifié la façon de concevoir. Aujourd'hui, la conception collaborative se développe dans une ingénierie concourante qui préconise l'intégration des acteurs et des savoirs. Des acteurs issus de différentes disciplines doivent dorénavant collaborer afin de prendre des décisions qui satisfassent chacun d'eux. Nous avons vu que les modèles par activités caractérisent le « flux » de conception suivant un certain nombre d'activités n'ayant pas de structure rigide. Ces modèles ont l'avantage de distinguer les dimensions technique, sociale et organisationnelle du processus de conception (cf. Chap. 1, 2.1). D'un autre côté, les modèles co-évolutifs permettent de décrire l'évolution simultanée du problème et de la solution dans cette activité. Même si la « boite noire » dont parle Brissaud, Garro et Poveda (2003) n'est plus aussi opaque du fait que les travaux descriptifs ont apporté des éléments pour comprendre l'activité des concepteurs, il n'en demeure pas moins que le processus décisionnel n'est pas décrit. Les mécanismes de négociation amenant à la prise de décision ne sont pas étudiés distinctement. Il s'agit pour nous de chercher à caractériser l'activité de conception pour comprendre la nature des mécanismes argumentatifs en jeu dont nous faisons l'hypothèse qu'ils sont fondamentaux pour la prise de décision collective.

Notre question de recherche se résume en un ensemble de questions :

- **Qu'est ce que l'argumentation en conception collaborative ?**
- **Comment est caractérisée cette argumentation en conception collaborative ?**
- **Quelle est sa place dans une activité collective à la fois technique, sociale et organisationnelle ?**

Comme nous l'avons dit, il existe plusieurs approches pour décrire la conception de produit. Cependant, les modèles prescriptifs comme les modèles co-évolutifs ont montré des limites. Aujourd'hui, les modèles par activités semblent dépasser ces limites. Plusieurs typologies d'activités existent et elles s'appliquent à des contextes différents. Certaines traitent des interactions, d'autres des activités et d'autres encore des micro-stratégies. Il nous semble indispensable de débuter notre discussion théorique par une réflexion sur les notions d'*activités* et d'*interactions* qui restent relativement floues quant à leur essence et à la nature des relations qu'elles entretiennent entre elles. C'est ce que nous ferons dans le second chapitre de cette thèse. L'argumentation étant le second objet de notre recherche, il nous faudra alors comprendre quelle est la nature de l'argumentation en conception. Dans le troisième chapitre, nous nous attacherons donc à dessiner les contours de l'argumentation dans le sens commun, puis dans le domaine particulier de la conception. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous étudierons quelles sont les mesures que des experts de la gestion des connaissances ont mis en place directement sur le terrain en entreprise pour assister la prise de décision en conception. Nous traiterons alors de l'ingénierie des connaissances et des concepts de *connaissances*, *informations* et *données* qui y sont rattachés. Cette réflexion théorique nous conduira alors à élaborer une méthode de recherche dont nous proposons de discuter dans le cinquième chapitre. Puis, nous appliquerons notre méthode au travers de deux études de cas menées successivement dans le groupe AB Volvo et dans l'entreprise GPI (*Global Process Industry*). Nous exposerons alors les méthodes spécifiques élaborées pour chacune d'elle et les résultats auxquels elles nous ont menés dans les chapitres 6 et 7. Enfin, Le huitième et dernier chapitre sera un chapitre de synthèse et de discussion de nos résultats.

Chapitre 2

DES ACTIVITES VERS LES INTERACTIONS

Dans ce second chapitre, nous menons dans un premier temps une discussion autour des notions d'activité et d'interaction. Après une rapide présentation de la Théorie de l'activité, nous nous attardons à décrire et à mettre en perspective les théories de l'action plus récentes, telle que la théorie de l'Action située et la théorie de la Cognition distribuée. Nous verrons notamment qu'il est possible de tisser des liens entre ces théories. Se posera alors la question de la pertinence d'une théorie unifiée de l'action. Ceci nous amènera à mettre en évidence que les activités sont accessibles « à partir » des interactions. Dans la seconde partie de ce chapitre, nous présentons la méthode d'analyse des interactions RAINBOW (Baker et al., 2002). Cette méthode, d'inspiration socio-psychologique, décrit une approche analytique pour comprendre la nature des échanges en situation de débat. Elle propose de classer les interactions en sept catégories fonctionnelles. Nous nous interrogerons alors sur la validité d'une méthode d'analyse du débat pour analyser l'activité de conception collaborative.

---

1 LES THEORIES DE L'ACTION

Les théories de l'action regroupent un ensemble de théories permettant de décrire les activités de sujets en action (Bobillier-Chaumon, Carvallo, Tarpin-Bernard & Vacherand-Revel, 2005). Elles reposent sur des travaux de recherche en sociologie, psychologie, philosophie et en ergonomie dans lesquels l'école russe tient une place toute particulière. Parmi ces théories, nous proposons de présenter les trois plus connues, à savoir :

- La Théorie de l'activité
- La théorie de l'Action située
- La théorie de la Cognition distribuée

1.1 LA THEORIE DE L'ACTIVITE

La Théorie de l'activité trouve ses racines dans les travaux de Vygotsky (1985), théoricien et psychologue soviétique du début du 20e siècle. Ses travaux seront repris des années plus tard par Meyerson (1987) et Leontiev (1974). D'après Falzon et Darses (1996), la Théorie de l'activité est la théorie qui considère l'activité comme *«l'unité d'analyse du réel »*. L'activité est ainsi perçue comme un objet d'étude en même temps qu'un cadre d'analyse. L'activité, telle que la considère les théoriciens de la Théorie de l'activité, est celle d'un sujet, au sens psychologique, c'est-à-dire une personne engagée dans une tâche, plongé dans un contexte, et poursuivant un certain objectif. Elle est médiatisée par des artefacts (Kuutti, 1991) ou des instruments (Rabardel, 1995) qui permettent de supporter de l'information soit pour la partager, soit pour la conserver.

Le modèle général du système d'activité prend la forme d'un triangle dans lequel les divers éléments entretiennent des liens d'interdépendance (cf. Figure 9).

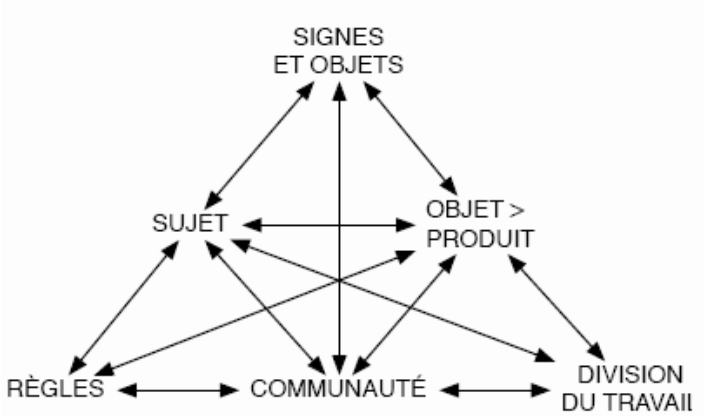

FIGURE 9 : MODELE GENERAL DU SYSTEME D'ACTIVITE (ENGESTROM, 1999)

Dans cette figure, qui illustre la Théorie de l'activité vue par Engestrom (1999), on constate que le sujet, l'objet produit et la communauté sont les trois composantes centrales d'une activité. En effet, elles entretiennent des interdépendances avec tous les autres éléments de l'activité. Il y a ensuite des composantes secondaires, qui représentent le contexte dans

lequel les sujets interagissent. Ainsi la division du travail comme les règles influencent, et sont influencées, par la communauté, le sujet et l'objet qui est produit. Par contre, les signes et objets (artefacts ou instruments) manipulés sont, eux, indépendant de ce cadre procédurier et organisationnel. Ils concernent cependant également le sujet, la communauté et l'objet conçu.

Leontiev (1974) propose une description de l'activité en trois niveaux :

- **Le niveau des Activités :** C'est le niveau le plus général. Les activités sont menées la plupart du temps par une communauté de personnes qui agit vers un but conscient. Leur motif, ou objet, est le critère qui permet de les distinguer.

- **Le niveau des Actions :** C'est le sous-niveau de l'activité : les activités sont composées d'un ensemble d'actions. Les actions faites par un individu ou un groupe d'individus sont orientées vers un but conscient mais qui apparaît comme un sous-but de l'objet que vise l'activité.

- **Le niveau des Opérations :** C'est pour sa part le sous-niveau de l'action. Les opérations peuvent être assimilées à des routines. Elles tendent à mettre en place les conditions, au sens de moyens, nécessaires à la réalisation d'un but.

Par exemple pour l'activité du repas, il y aura un ensemble d'actions qui consisteront à manger, boire, etc. Les opérations pour l'action « boire » seront alors « prendre la bouteille », « se servir », « prendre le verre », « le porter à sa bouche », etc. L'objectif de l'action « boire » est conscient et décidé par l'individu, par contre, le fait de se servir un verre reste du domaine de la routine et constitue la mise en œuvre de moyens pour parvenir à réaliser le but de l'action. Il est possible qu'une opération s'inscrive dans deux actions différentes. On pourra par exemple réaliser l'opération de « prendre la bouteille » soit pour l'action « boire » ou soit pour une action « servir ses convives ». De la même façon, une action peut s'inscrire dans deux activités différentes. On peut réaliser l'action « discuter » lors d'une activité de repas, ou lors d'une activité de « promenade » ou autre. Ce découpage soulève une problématique fondamentale dans l'étude de l'activité. Il s'agit du grain de l'analyse. Si une action est orientée vers un but conscient, comment décider alors que l'action de « discuter » fait vraiment appel à notre conscience et qu'elle ne relève pas d'un automatisme ? Si « discuter » est analysé comme une opération, alors l'activité de « diner » peut être considérée comme une action. Leontiev (1974) répond à cette problématique en postulant que la nature des composants de l'activité est mouvante. Ainsi, une action répétée devient une routine et donc une opération au sens défini dans la Théorie de l'activité. La conscience d'agir reste le critère principal permettant de distinguer les niveaux des activités, des actions et des opérations.

La Théorie de l'activité, en considérant l'activité comme un objet d'analyse, permet l'édification d'une théorie à part entière. Cependant, d'autres théories proposent d'étudier le comportement d'acteurs en situation. Pour Nardi (1996), la Théorie de l'activité est une

théorie descriptive qui prétend que la conscience est incarnée dans le comportement des personnes et plus exactement, dans les interactions faites dans un environnement :

« Activity theorists argue that consciousness is not a set of discrete disembodied cognitive acts (decision making, classification, remembering), and certainly it is not the brain ; rather, consciousness is located in everyday practice ; you are what you do »

Nardi, 1996, p.7

Cette définition met en avant le caractère *situé* de l'activité. Cet aspect de l'activité était déjà présent dans la Théorie de l'activité, notamment par le fait que le contexte apparaissait comme une composante clé de l'activité, mais il était implicite. Aujourd'hui, il est placé au centre de la théorie dite de l'*Action située* que nous présentons à présent.

1.2 LA THEORIE DE L'ACTION SITUEE

Le terme d' « Action située » est apparu pour la première fois dans l'ouvrage « *Plans and situated action* » de Suchman (1987). L'hypothèse de l'Action située prend ses fondements dans les travaux d'ethnométhodologie, notamment ceux de son créateur Garfinkel (Garfinkel, 1984). Coulon (1987, p.26) définit l'ethnométhodologie comme *« la recherche empirique des méthodes que les individus utilisent pour donner sens et en même temps accomplir leurs actions de tous les jours : communiquer, prendre des décisions, raisonner »*. L'ethnométhodologie se détache de la sociologie par le fait que contrairement à cette dernière, elle prend en considération « *l'expérience pratique de l'acteur* » et rejette l'idée qu'un « *système stable de normes et de significations partagées par les acteurs gouverne tout système social* » (Coulon, 1987, p.26). Pour les ethnométhodologues, la dynamique sociale ne peut être prédéterminée à l'avance, elle est construite constamment au cours du déroulement de l'action. Suchman s'inspire de ces travaux pour s'opposer au cognitivisme, paradigme selon lequel l'homme est un système de traitement dont le comportement résulte de processus totalement computationnels (Newell & Simon, 1972 ; Pylyshyn, 1984). Elle considère cette vision trop réductrice. En effet, pour Suchman, l'aptitude de jugement de l'humain est prépondérante pour comprendre son comportement. L'humain a la capacité de réorienter ses actions tout au long de son activité. Ces réorientations sont une adaptation au contexte et aux circonstances sans cesse évoluant. Les individus doivent s'adapter et « *ajustent alors de manière ad hoc et improvisée leurs actions aux nouvelles circonstances environnementales* » (Salembier, 2002, p. 40). La notion de planification, même si elle permet d'orienter l'activité ne permet pas de rendre compte de son déroulement effectif : « l'*ordre concret de l'action ne peut jamais être déterminé à l'avance* » (Salembier, Theureau, Zouinar & Vermersch, 2001, p. 1), un plan ne constitue qu'une ressource pour la réalisation de l'action. Celle-ci ayant des dimensions matérielles, sociales et culturelles, il n'est possible de la cerner qu'en étudiant toutes ces composantes simultanément. Cette interdépendance entre activité et environnement est à l'origine d'une boucle dans laquelle la modification de l'un, engendre des modifications de l'autre et ceci indéfiniment (Conein & Jacopin, 1994 ; Béguin & Clot, 2004). C'est précisément cela qu'on appelle la théorie de l'Action située. Pour illustrer l'interdépendance entre l'action et l'environnement, nous

pouvons penser à une situation d'épreuves écrites, type épreuve de dissertation du baccalauréat. Un étudiant disposant d'une feuille de brouillon pourra organiser ses idées et construire un plan détaillé et structuré. Au contraire un étudiant se trouvant sans matériel devra fait un effort mental très important pour élaborer son argumentaire. Il est fort à parier qu'avec une simple feuille de brouillon, l'effort sera moindre et la qualité finale du devoir rendu plus élevée. Ainsi, les circonstances de l'action prennent la forme de guide de l'action. Cependant, il existe une *rétroaction*. En effet, l'élève sans brouillon, peut par exemple se procurer une feuille en demandant au surveillant de l'épreuve. Les circonstances de l'action s'en trouvent alors changées. Le fait que l'élève modifiera son activité lorsqu'il obtiendra la feuille de brouillon illustre bien cette notion de boucle d'interdépendance entre circonstances et actions.

Selon Salembier et al. (2001), la définition de ce concept ne représente pas réellement une avancée méthodologique. De riches travaux concernant l'analyse de la cognition sur le terrain avaient déjà été développés, entre autres dans les travaux d'analyse du travail menés par les ergonomes (la SELF[7] notamment) qui avaient déjà fait la distinction entre la *tâche prescrite*, décrite comme « ce qui est à réaliser », et la *tâche effective*, représentant le comportement effectif des acteurs dans le cours de l'action (Leplat, 2004). Il faut néanmoins reconnaitre qu'en positionnant le caractère situé de l'action au centre de ses préoccupations, Suchman est à l'origine d'un champ de recherche entier entrainant avec lui la définition d'une multitude de concepts pertinents pour comprendre l'activité réelle des sujets. Une autre théorie vient aujourd'hui enrichir la théorie de l'Action située, il s'agit de la théorie de la *Cognition distribuée* (Hutchins, 1995a, 1995b).

1.3 LA COGNITION DISTRIBUEE

Suchman a montré que la cognition était située dans un contexte et qu'elle dépendait des circonstances pouvant la contraindre ou, au contraire, l'assister. Hutchins (1995a, 1995b) montre qu'elle est également *distribuée*. Elle est distribuée sur trois dimensions : physique, temporelle et sociale. La cognition est physiquement distribuée lorsque des artefacts, ou instruments, viennent assister les acteurs dans leur activité. De la même façon qu'une personne mal voyante utilise une canne télescopique pour développer une sorte de sens supplémentaire, tout acteur manipulant un outil développe une cognition liée à l'objet. La cognition est également distribuée dans le temps. Les raisonnements construits et les connaissances acquises au préalable influencent la cognition au présent. Enfin, la cognition peut être distribuée sur des personnes. C'est le cas dans les situations de travail coopératif ou plusieurs personnes vont apporter leurs connaissances et leurs compétences pour réaliser une tâche complexe. La cognition étant distribuée dans le temps, sur les objets et sur les personnes, l'activité ne peut être comprise sans que l'on cherche à saisir le raisonnement que mettent en place dans un contexte donné les différents acteurs pour mener leurs actions. Nous retombons alors sur le principe fondateur de

[7] Société d'Ergonomie de Langue Française

l'ethnométhodologie mais formulé d'une façon structurée autour du concept de la distribution.

Lorsque la cognition est distribuée sur des objets, elle est appelée *cognition incarnée* : incarnée dans le sens ou la cognition ne subit pas seulement l'influence de l'objet ou des circonstances de la situation mais également car elle se retrouve elle-même supportée par l'objet. En effet, Les individus se servent de l'environnement pour y placer de l'information qui leur est utile dans leur activité. Norman (1993, p.18) définit la notion d'artefact cognitif comme *« un outil artificiel conçu pour conserver, exposer et traiter l'information dans le but de satisfaire une fonction représentationnelle ».* Hutchins (1995a) appelle «*processus mémoire* », le processus par lequel l'environnement, ou un artefact, permet de conserver un état représentationnel qui sera utile pour mener des activités ultérieures. L'exemple le plus immédiat pour cerner cette notion d'artefact cognitif et cette notion de processus mémoire est le « *post-it* » qui remplit et assiste la tache mémorielle de l'individu l'utilisant en lui remémorant l'état représentationnel du moment de la rédaction. Le *post-it* sert de support à la mémoire, mais un simple objet même sans écriture peut également rappeler un état représentationnel et une action à effectuer. Ainsi, par exemple, le meilleur moyen de ne pas oublier de prendre des médicaments est encore de laisser la boîte à une place qui sera bien en évidence dans le contexte du moment de les prendre (table de nuit, etc.). Les artefacts cognitifs ont l'énorme avantage de soulager les ressources cognitives des individus les utilisant. Ils n'ont pas tous l'objectif d'assister la mémoire. Ils peuvent faciliter les capacités d'expressions (croquis, carte, etc.) ou encore servir de moyens de communication et amplifier les échanges d'informations pour devenir alors des *artefacts communicationnels* (NTIC[8]) (Agostinelli, 2003).

Lorsque la cognition est distribuée sur des personnes, on parle de cognition *sociale distribuée*. C'est notamment le cas lorsque les individus travaillent de manière collaborative ou coopérative et que les connaissances nécessaires à la réalisation d'une tâche sont réparties entre plusieurs individus. La réalisation de la tâche ne peut alors pas être menée par un unique individu, elle nécessite la participation de plusieurs personnes qui contribuent à partager soit des informations, soit des ressources cognitives dans le but de les associer pour atteindre les objectifs fixés. Les artefacts cognitifs et les individus ne fournissent pas la même nature d'assistance : lorsque les artefacts assurent une aide à une fonction cognitive, comme la mémoire pour le post-it, les individus, eux, sont capables de remplir des fonctions cognitives intégralement (calculs, prise de décisions, etc.) et apportent alors une aide bien plus grande à la cognition générale (Hutchins, 1995a).

1.4 VERS UNE THEORIE UNIFIEE : « LA THEORIE DE L'ACTION »

Aujourd'hui, une tendance visant à assimiler ces trois théories sous le terme général de *Théorie de l'action* voit le jour. Cependant, même si ces trois théories que sont la Théorie de

[8] NTIC : Nouvelles Technologies d'Information et de Communication. Ensemble des technologies utilisées pour traiter et transmettre des informations dans les domaines de l'informatique et des télécommunications.

l'activité, l'Action située et la Cognition distribuée, proposent des cadres pour décrire et cerner le comportement au travail, leur assimilation n'est pas immédiate. Nardi (1996) propose une analyse comparative de ces théories et soulève deux aspects fondamentaux sur lesquels les théories divergent : l'objet de l'activité comme critère de distinction, et le rôle des artefacts.

Le premier point de divergence porte sur le critère du motif de l'activité comme critère majeur pour distinguer les activités. La Cognition distribuée, comme la Théorie de l'activité, distinguent les activités d'après « le critère de leur motif » pour reprendre les termes de Darses et Falzon (2004). C'est-à-dire que le but respectif de chaque activité est le critère permettant de les distinguer. Mais ces deux théories divergent cependant sur la manière dont se construit ce but. La Théorie de l'activité considère que le but qui est visé est un but conscient alors que la Cognition distribuée (particulièrement lorsqu'elle est sociale) prétend que le but visé est un concept que les sujets de l'action ne se représentent pas nécessairement. La première réponse qui vient à l'esprit est alors que les deux sont possibles. Certains sujets abordent peut-être une activité avec un plan prédéfini et une représentation anticipée de ce qu'ils ont à faire alors que d'autres attendent de se trouver en situation pour commencer à construire une représentation. Les deux théories seraient alors compatibles. Toujours dans l'idée que la planification représente une ressource plus qu'un guide, l'Action située défend l'idée que les buts se construisent dans l'action et ne représentent donc pas un critère de distinction de l'activité menée (Lave, 1988, cité par Nardi, 1996). D'après Suchman (1987), l'élaboration d'un plan relève d'une rationalisation de l'action. C'est un outil créé a posteriori de la représentation que le sujet fait de l'action. Dans la mesure où l'action est improvisée au cours de l'activité, l'outil de planification, assimilé à un objectif, ne peut représenter un critère suffisant pour dégager une signification aux actions des sujets. Nardi soulève pourtant un aspect important dans cette divergence. Reprenant les travaux de Lave, elle pose le problème du démarrage d'une activité sans but. Il n'y a pas besoin d'être impliqué dans une activité pour en avoir une représentation, dans ce cas, ce seront clairement les objectifs du sujet qui dicteront sa conduite au démarrage de l'activité. Nardi cite alors Winograd et Flores (1986) qui répondent en postulant que le sujet est souvent impliqué dans une activité et dans son déroulement « malgré lui » et qu'il peut agir suivant des directives externes sans avoir nécessairement formulé de représentation de son objectif personnel. Ainsi donc, le problème reste ouvert quand au statut déterminant ou non de la planification de l'action dans son déroulement.

Nardi relève un second point de divergence, il s'agit du rôle des artefacts. Dans la Théorie de l'activité, l'artefact est perçu comme un point crucial en tant que médiateur de l'activité entre les sujets et le monde physique mais il représente également un médiateur entre les sujets. La Cognition distribuée reprend cette notion en précisant que l'artefact est une représentation externe portant les connaissances de chacun et étant centrale dans une activité collective. Le courant de l'Action située se retrouve confronté à l'un de ses fondements dans cette perspective. Selon l'Action située, l'activité se déploie de manière improvisée dans un environnement spécifique, les artefacts qui appartiennent aux circonstances, ou *setting* tel que le définit Lave (1988), sont perçus et utilisés de manière

immédiate en tant que moyen d'assister l'activité. Cette vision s'oppose à celle de la Cognition distribuée et de la Théorie de l'activité qui associe des « routines », c'est-à-dire une façon prédéterminée à l'avance d'utiliser un objet. Sur cet aspect, la théorie de l'Action située nuance son positionnement en acceptant l'idée que les routines sont un moyen d'utilisation prédictif mais qu'elles ne permettent pas d'anticiper l'action pour autant. Elles restent également une ressource à l'action.

Pour Suchman (1987), le sens de l'action ainsi que les ressources nécessaires pour l'interpréter sont de nature interactionnelle et située. En d'autres termes, pour accéder à la signification des actions il faut s'attacher à étudier les interactions des individus entre eux et les interactions des individus avec l'environnement. Cette affirmation s'accorde parfaitement à la théorie de la Cognition distribuée qui défend l'idée que la cognition est distribuée physiquement et socialement. La Cognition distribuée explicite la notion de cognition distribuée dans le temps, et défend donc une analyse dynamique de la cognition. Ce principe existe déjà dans l'ethnométhodologie. En effet, l'ethnométhodologie postule que les agissements de l'individu sont détachés d'un système de normes sociales et qu'ils découlent uniquement de la perception et de l'analyse de l'individu dans la situation. Cette notion de raisonnement et d'analyse avant l'action, renvoie directement au caractère de distribution temporelle de la Cognition distribuée. L'Action située décrit la planification de l'action comme une simple ressource à l'action. Pour la Cognition distribuée, la représentation d'un objectif n'est pas nécessaire au déroulement de l'action. De la même façon, la Cognition distribuée défend l'idée que les artefacts sont porteurs de connaissances impliquant des routines d'utilisation et permettant de prédéterminer l'action dans une certaine mesure. Ce positionnement n'est pas rejeté par l'Action située qui n'y voit là encore qu'une ressource à l'action permettant, certes, de l'orienter dans une direction mais non de la guider. La Théorie de l'Action située et la Cognition distribuée peuvent alors être considérées comme complémentaires : leurs principes respectifs peuvent être utilisés conjointement sans créer de paradoxe. La Théorie de l'activité et la théorie de la Cognition distribuée divergent par le fait que l'une postule à l'existence d'un objectif guidant l'activité quand l'autre défend l'absence de représentation de but. Notre position est que les deux théories sont acceptables et ce, simultanément. Il est possible de mener une activité sans représentation de ce que l'on va faire (par exemple : la première fois qu'on monte à cheval) et il est possible de se représenter un plan d'action de choses à faire (par exemple : prévoir le budget d'un séjour au sport d'hiver qui nécessite le déplacement sur place, la location d'un appartement, de matériel de ski, etc.). De plus, la Théorie de l'activité partage avec la théorie de la Cognition distribuée le concept du caractère médiateur des artefacts et des instruments. Ainsi, ces deux théories peuvent également cohabiter sans créer de paradoxes. La Théorie de l'activité s'oppose à la théorie de l'Action située par le fait que l'une définit le motif de l'activité comme centrale alors que l'autre ne le considère que comme une ressource ne permettant pas de distinguer les activités. Pour reprendre l'exemple du séjour de sport d'hiver, il est évident que la planification de l'action va guider l'activité. Si l'on a prévu de pique-niquer sur les pistes, il faudra prévoir d'amener à manger et de prendre le temps de manger. Cependant, rien ne permet d'affirmer que les conditions météorologiques n'empêcheront pas la journée de se dérouler comme prévu. Ainsi, la Théorie de l'activité

comme la théorie de l'Action située apportent des éléments pour cerner la nature d'une activité.

Les divergences entre ces trois théories proviennent du niveau sur lequel elles focalisent leur analyse. L'Action située a une approche pragmatique, elle se focalise sur l'action en contexte. La Théorie de l'activité, elle, se veut plus large et plus explicative et cherche à comprendre les facteurs (ou circonstances) de réalisation d'une activité. Nardi (1995, p. 40) nous dit que les *« situated action models are confined to what activity theorist would call the action and operation levels »*. La notion de *« embodied skills »* présente dans la théorie de l'Action située et que nous traduisons par *« habiletés incarnées»* représente le niveau des opérations dans la Théorie de l'activité. Cette relation entre Théorie de l'activité et théorie de l'Action située était déjà pressentie par un certain nombre de chercheurs. Ainsi, Bobillier-Chaumon et al. (2005, p. 105), nous disent que, dans une perspective situationniste, l'activité *« émerge de la dynamique des interactions, et dépend des particularités liées à une situation donnée »*. Pour Beguin et Clot (2004, p. 36) *« l'organisation de l'action est entendue comme un système émergent in situ de la dynamique des interactions »*. Ces derniers s'interrogent sur cette proposition et cherche à expliciter précisément ce que l'expression « émergence de la dynamique des interactions » sous-entend. Ils proposent plusieurs réponses de nature « d'interactionniste », « écologique » ou « culturelle » pour décrire ce processus. Nous ne développerons pas ces travaux ici car ils ne servent pas notre propos.

Au terme de cette réflexion nous constatons que les trois théories majeures de description de l'activité peuvent être associées dans une théorie globale. Cette théorie unifiée, prenant alors le nom de *Théorie de l'action,* accepte les principes des trois théories mentionnées ci-dessus. La Théorie de l'activité trouve dans l'Action située une approche d'analyse basées sur les interactions de l'acteur plongé dans son environnement, et dans la Cognition distribuée un ensemble de principes justifiant l'analyse des dimensions physique, temporelle, et sociale pour comprendre une activité. L'Action située est limitée par ses fondements qui ne lui permettent ni de prendre en compte des situations dépassant le cadre individuel ni de traiter l'intentionnalité des acteurs. Elle trouve, dans la Cognition distribuée et la Théorie de l'activité, des soutiens lui donnant une dimension explicative fondamentale.

Nous proposons, dans notre travail, d'utiliser ces trois théories comme une seule théorie unifiée. Pour comprendre une activité, il faudra alors considérer les rôles sociaux des acteurs et les objectifs respectifs qu'ils ont, les artefacts et instruments mis à disposition avec les routines qui leurs sont associées, les outils de planification de l'activité existant et enfin les connaissances et l'expérience de chacun des acteurs. L'analyse devra porter sur les interactions des acteurs dans le contexte. Cette analyse des interactions permettra de comprendre la nature des activités qui émergent.

Nous venons de définir la notion d'activité et faisons l'hypothèse qu'elle émerge de la dynamique d'interactions situées et guidées par une cognition distribuée temporellement, physiquement et socialement. Quelle est alors la méthodologie d'analyse des interactions respectant ces principes qui puisse être mise en place dans des situations naturelles de conception ? L'activité collaborative a de très fortes composantes techniques et sociales. Les

domaines du CSCL (*Computer Supporting Collaborative Learning*) et du CSCW (*Computer Supporting Collaborative Work*) offrent des champs disciplinaires qui permettent notamment d'élaborer des méthodologies en accord avec les principes d'analyse de l'activité. Nous proposons une présentation de ces domaines dans la section suivante.

1.5 ANALYSER LES INTERACTIONS

L'ergonomie est un champ qui se focalise sur l'interaction de l'homme dans un environnement particulier et cherche à comprendre ces agissements en vue de proposer des méthodes ou des outils pour rendre son activité plus efficiente. L'ergonomie est d'après la définition de l'IEA[9] (citée par Falzon, 2004, p.19) : *« la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, et la profession qui applique principes théoriques, données et méthodes en vue d'optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes »*. Les ergonomes praticiens doivent avoir une compréhension large de l'ensemble de la discipline, prenant en compte les facteurs physiques, cognitifs, sociaux, organisationnels, environnementaux. Ainsi, l'ergonomie regroupe un très grand nombre de domaines. On distingue :

- **L'ergonomie physique** qui s'intéresse aux caractéristiques anatomiques, anthropométriques, physiologiques et biomécaniques de l'homme dans leur relation avec l'activité physique.
- **L'ergonomie cognitive**[10] qui cherche à comprendre les interactions de l'homme avec un dispositif en étudiant des grandes fonctions mentales de l'homme (mémoire, traitement, perception).
- **L'ergonomie organisationnelle** qui s'intéresse à l'optimisation des systèmes sociotechniques, ceci incluant leur structure organisationnelle, règles et processus.

Comme le rappelle Hoc (1991), l'ergonomie cognitive est née de l'étude des interactions homme-machine et s'attachait à son origine à étudier les agissements d'un individu face à son poste de travail. Elle a aujourd'hui évoluée et s'inspire des sciences humaines et sociales pour traiter des situations de travail collectif. C'est dans cette évolution qu'est né le courant du CSCW qui a lui-même donné lieu au CSCL.

Le CSCW est défini par Beuscart, Yousfi, Dufresne et Derycke (1994) comme un champ pluridisciplinaire impliquant des informaticiens, des ergonomes, des psychologues et des sociologues qui se focalisent sur l'analyse des interactions entre des individus dans le but de rendre leur travail plus efficient. Dans ce champ, est étudié comment les acteurs d'un

[9] IEA : L'IEA (International Ergonomics Association) est une fédération des sociétés d'ergonomie du monde entier. Sa mission consiste à faire progresser les sciences de l'ergonomie et ses pratiques en élargissant son champ d'application à la société afin d'améliorer la qualité de vie. http://www.iea.cc/

[10] Domaine de l'ergonomie qui vise à adapter un produit ou une situation de travail à un utilisateur en étudiant les processus cognitifs.

groupe de travail communiquent et collaborent afin de mettre à disposition des outils pour assister leur travail. Bien que l'outil informatique reste l'outil le plus développé, le CSCW doit également porter son étude sur les autres moyens de communication et de collaboration que sont le téléphone, les outils de croquis, les systèmes vidéo, etc. De nombreux outils destinés à faciliter la communication et la collaboration en entreprise ont été élaborés depuis longtemps. Cependant, le CSCW cherche à comprendre au préalable les réels besoins des utilisateurs afin de proposer des outils adaptés à l'activité des situations qu'il étudie, ceci avec l'objectif de favoriser leur mise en usage. Il prend en considération la complexité réelle des environnements et cherche à comprendre le comportement des acteurs en fonction de leur métier, de leur expérience et de leur rôle social. Du CSCW, est né le CSCL qui se focalise, pour sa part, sur les situations d'apprentissage dans les activités collectives et cherche à mettre à jour les facteurs permettant un apprentissage dans l'interaction. Reposant sur le paradigme du constructivisme de Piaget et plus exactement du socioconstructivisme (Vygotski, 1934), le CSCL prétend que les interactions entre les individus et un outil, et entre les individus eux-mêmes, sont source d'un apprentissage. Les activités coopératives déployées dans le travail collectif suscitent une mise en commun et une confrontation des savoirs et des points de vue. Ces confrontations provoquent alors des remises en question et stimulent de nouveaux apprentissages.

1.6 COOPERATION OU COLLABORATION

Il faut ici noter qu'un contre sens existe entre les sciences de l'ingénieur et les sciences de l'apprentissage médiatisé concernant les termes de *collaboration* et *coopération*. Etant à la rencontre de ces domaines, il nous paraît important de préciser comment nous les comprenons. Les définitions couramment acceptées dans le domaine de la conception collaborative de produits sont celles-ci : collaborer c'est travailler à une œuvre commune avec un but général partagé mais avec des buts locaux individuels. Par exemple, deux personnes, l'un définissant la technologie d'un mécanisme et l'autre évaluant par des calculs la topologie générale d'un mécanisme, ont chacun des buts locaux différents mais un but général commun : participer à la définition d'un produit. La notion de coopération diffère dans le sens où l'action est conjointe et Les but locaux sont partagés (Zouinar & Salembier, 2000 ; Darses, Détienne & Visser, 2001). Ces deux notions se distinguent donc par le seul fait que les objectifs soient individuels, propre à une expertise, ou collectifs, rattachés au projet. La notion de conception collaborative est souvent employée par la communauté à la place de conception coopérative parce qu'implicitement elle se déroule en contexte d'ingénierie concourante. La coopération, en contexte d'ingénierie concourante, conduit à la redéfinition constante des objectifs, et ceci en cours de conception. Cela ne serait pas possible si chacun avait son propre objectif. L'intérêt de la coopération dans la conception réside dans l'enrichissement possible grâce à l'apport de l'ensemble des personnes participant au processus. Pour Sardas (1997), la coopération offre un moyen de dépasser les limites de l'action individuelle. Si les concepteurs n'ont pas la même spécialité, ils auront, pour un produit commun à concevoir, à trouver les paramètres relatifs à leur discipline qui soient valides pour la solution commune de tous les concepteurs. Il y aura alors confrontation entre les concepteurs uniquement à propos de paramètres communs à plusieurs disciplines ou des paramètres en relation de dépendance entre ces disciplines.

Ces définitions sont l'inverse de celles admises dans le domaine du CSCL. En effet, la collaboration est définie comme un processus impliquant l'engagement mutuel de

l'ensemble des acteurs dans une action coordonnée où les connaissances sont partagées et co-construites tout au long du processus (Dillenbourg, Baker, Blaye & O'Malley, 1996 ; Rochelle & Teasley, 1995). La coopération est pour sa part définie comme une activité permettant d'atteindre des buts partagés, c'est-a-dire des buts qui soient bénéfiques pour soi-même mais également pour la communauté dans laquelle on est impliqué (Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Holubec, 1987). Ainsi, dans le CSCL, la coopération est vue comme la division de la tâche en sous-tâches où chacun mène son travail individuellement. Les résultats de chaque tâche doivent permettre d'atteindre l'objectif commun. Il n'y a donc pas de connaissances partagées et co-construites tout au long d'un processus coopératif - d'où la différence entre collaboration et coopération dans le CSCL et les sciences de l'ingénieur.

Dans la suite de ce document, nous acceptons les définitions admises dans les sciences de l'ingénieur. Cependant, nous conservons l'expression « conception collaborative », qui même si, comme nous venons de le montrer, n'est pas adaptée, est la plus couramment admise et représente mieux le domaine dans lequel nous nous situons.

Le CSCL s'inspire de divers champs théoriques comptant notamment la Théorie de l'activité, l'Action située, la Cognition distribuée que nous avons présentées précédemment mais également la socio-psychologie qui enrichit ce cadre disciplinaire de la dimension sociale constamment présente jusqu'alors mais non considérée en tant que telle. Le but des socio-psychologues est d'étudier des phénomènes complexes dans des situations contrôlées ou naturelles.

En résumé, notre recherche doit nous permettre de comprendre comment se construit l'argumentation en conception. Cette recherche, qui porte sur la dynamique d'une situation de débat et plus exactement sur les procédés par lesquels les acteurs jugent et évaluent des solutions tout en tentant de faire respecter des contraintes, s'inscrit donc dans le champ du CSCW/CSCL et de la socio-psychologie. Nous proposons alors de bâtir une méthodologie à partir de cette littérature. Nous présentons dans la partie suivante la méthode RAINBOW qui propose une approche socio-psychologique pour caractériser des situations de débat dans l'apprentissage.

2 LA METHODE RAINBOW (BAKER ET AL., 2002)

Cette méthode, qui trouve son origine dans le projet de recherche SCALE[11], a pour objectif de caractériser l'apprentissage qui s'effectue dans des situations de débat en contexte scolaire. Les fondements théoriques du cadre d'analyse RAINBOW s'inspirent du constructivisme. L'argumentation qui naît en situation de débat, favorise l'explicitation de

[11] Projet SCALE : le projet SCALE (Support Collaborative Argumentation-based Learning) est un projet européen qui a vocation à enseigner l'argumentation à des élèves âgés de 16 à 18 ans en les mettant en situation de débat et en mettant à leur disposition la possibilité d'avoir des interactions argumentatives multimodales. L'outil DREW (Dialogical Reasoning Educational Web tool) a été développé pour supporter cette activité d'argumentation multimodale au sein de ce projet.

connaissances et apparaît dès lors comme un vecteur d'apprentissage. A travers leurs argumentations, les acteurs d'un débat échangent des informations et expliquent des liens logiques ou des raisonnements entiers qui entrainent un véritable partage de connaissances et par la même, un apprentissage mutuel. La méthode RAINBOW trouve ses fondements théoriques dans quatre champs disciplinaires (van Amelsvoort & Corbel, 2003) : le champ du *CSCL*, le champ de l'*Argumentation*, le champ des *Dialogues centrés sur la tâche*, le champ de l'*Interactionnisme*. La méthode RAINBOW est souple et flexible, elle peut être utilisée dans des situations dont les circonstances sont diverses et variées. Elle porte son analyse au niveau des interactions, définies dans le chapitre précédent comme étant **des actions, au sens de la Théorie de l'activité, c'est à dire conscientes et dirigées vers un but, émises par un individu à destination d'artefacts ou d'individus, et pouvant être médiatisées par un instrument.** RAINBOW permet ainsi de comparer des situations instrumentées ou non, mobilisant des artefacts ou non, distantes ou non, synchrones ou asynchrones. Le nombre des acteurs, leur langue ou leur culture, ne présentent pas de contraintes pour utiliser cette méthode. Cependant, même si elle peut s'adapter à différents contextes, elle doit néanmoins être mobilisée dans des situations de débat. Les situations de co-revue s'en écartent nettement. En effet, les réunions de revue de conception sont des moments de prise de décision et non de simples moments d'exploration de l'espace du débat comme dans les discussions autour des problèmes de société. Nous montrerons ultérieurement comment nous avons résolu ce problème pour réussir à s'approprier RAINBOW.

Au niveau méthodologique, RAINBOW se focalise sur les situations de résolution de problème en commun dans lesquelles les problèmes sont ouverts et mal définis. Ces situations sont classiquement les situations de débat autour de problème de société comme le réchauffement climatique, les OGM, etc. L'approche de RAINBOW est pragmatique. Elle consiste à catégoriser des interactions selon leurs fonctions pragmatiques. D'après Desgoutte (1997), la fonction pragmatique s'établit dans une dimension intersubjective, elle détermine le caractère intentionnel et performatif d'un message. Autrement dit, la fonction pragmatique désigne le rôle d'un message au vue du contexte et des objectifs de communication de son auteur. Par exemple, dans le contexte d'un débat, les fonctions pragmatiques pourraient être : « argumenter », « donner son opinion », « supporter », « attaquer », etc. Il existe sept catégories fonctionnelles dans RAINBOW. Les catégories sont exclusives, c'est-à-dire qu'une interaction ne peut appartenir qu'à une seule catégorie à la fois. Dans la pratique, il est difficile de classer les interventions des sujets dans une seule catégorie. La plupart du temps, les interactions sont multifonctionnelles et remplissent deux fonctions en même temps (par exemple : l'opinion d'un responsable hiérarchique tient lieu d'argument pouvant être décisif). Il s'agit alors de considérer la fonction pragmatique dominante de l'action à coder. Les interactions sont catégorisées et interprétées suivant les objectifs supposés de l'acteur qui les fait. Il faut prendre en considération le profil et le rôle de l'acteur dans la situation, ce qu'il a dit avant et ce qu'il dit après. Les réactions des autres acteurs permettent également de cerner le rôle fonctionnel des interactions. Il n'existe aucun algorithme ou aucune procédure effective permettant d'appliquer une fonction pragmatique à un énoncé. Ainsi donc, la catégorisation doit s'effectuer suivant l'interprétation que la personne qui réalise le codage attribue à l'acteur qui fait l'action. Le

codage dépend donc de l'analyste, il est subjectif. Pour valider une telle analyse, il faut parvenir à un codage le plus objectif possible. Pour reprendre le principe formulé par Husserl (1994), l'objectivité s'obtient dans l'intersubjectif. Un codage objectif sera donc le croisement de codages réalisés par plusieurs personnes dites *juges*. Nous montrons ultérieurement comment nous avons calculé un taux de similarité « inter-juges » pour justifier un degré d'objectivité acceptable dans un codage.

Dans la section suivante nous présentons les sept catégories fonctionnelles de RAINBOW.

2.1 LES CATEGORIES DE RAINBOW

La méthode prévoit plusieurs sous-ensembles de catégories d'interactions qui sont décrits dans la figure suivante (cf. Figure 10).

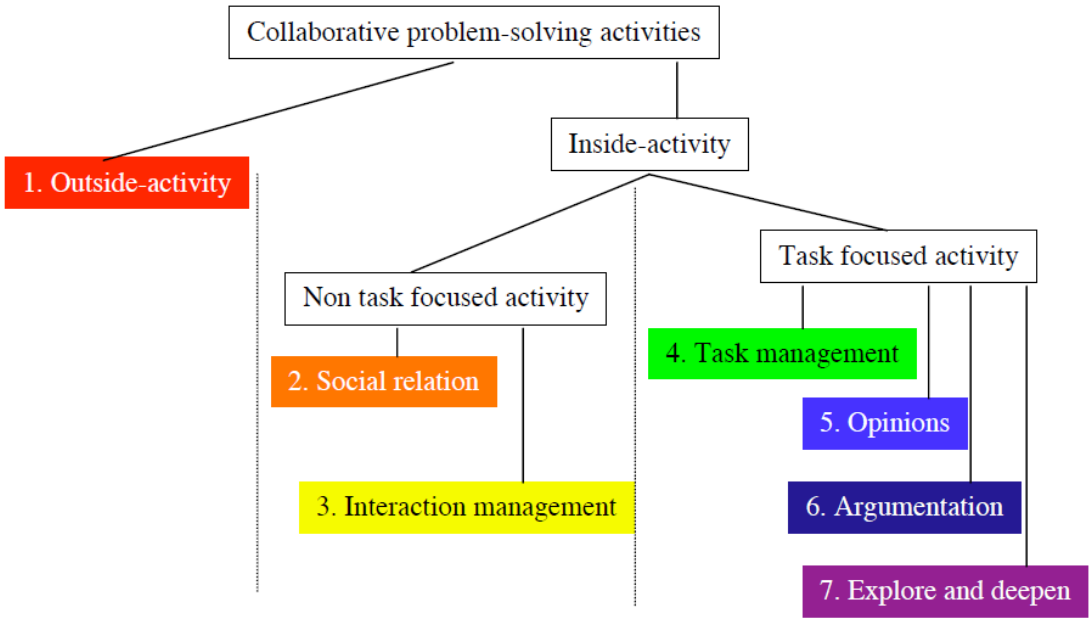

FIGURE 10 : ORGANISATION DES FONCTIONS DES INTERACTIONS DE LA METHODE RAINBOW

Dans l'un de ces sous-ensembles se retrouve la catégorie « hors activité » et dans l'autre se retrouvent les autres interactions. Le second sous-ensemble est lui-même subdivisé en deux sous-ensembles : les catégories concernant le déroulement de l'interaction : *Relation Sociale* et *Gestion de l'interaction*, et les catégories traitant de la réalisation de la tâche argumentative : *Gestion de la tâche*, *Opinions*, *Argumentations*, *Exploration et Approfondissement*. Le tableau suivant présente les définitions des catégories fonctionnelles identifiées dans la méthode RAINBOW (cf. Tableau 1).

TABLEAU 1 : DEFINITIONS DES CATEGORIES DE LA METHODE RAINBOW

Catégories	Définitions
1. Hors activité (Outside activity)	Une interaction qui n'a pas de lien avec la réalisation de la tâche définie par le chercheur. Cela comprend l'interaction socio-relationnelle qui n'a pas lieu de favoriser la réalisation de la tâche (Ex : évoquer l'activité du week-end passé)
2. Relation sociale (social relation)	Interaction qui concerne la gestion des relations sociales liées à la réalisation de la tâche : remerciements, politesse, l'expression d'une frustration à propos du comportement d'un partenaire, etc.
3. Gestion de l'interaction (Interaction management)	Interaction qui concerne la gestion de l'interaction elle-même : qui parle ou non et quand (coordination), prise de contact, gestion technique du son et de la vidéo pour permettre une bonne communication, gestion des sujets, gestion du temps, etc.
4. Gestion de la tâche (Task management)	Gestion de l'avancement de la tâche : planification de ce qui doit être discuté, décision de la résolution ou non du problème.
5. Opinions (Opinions)	Interaction d'expression d'opinion (points de vue, acquiescement...) qui respectent le sujet débattu ; l'expression d'opinions à l'ouverture et à la fermeture de phases d'une discussion argumentative.
6. Argumentation (Argumentation)	Expression d'un (contre)-argument directement lié à une thèse, d'une thèse elle-même, d'une demande de justification.
7. Exploration Approfondissement (Broaden and deepen)	Interaction de (contre)-argumentation à propos de (contre)-arguments, de liens argumentatifs et lié au sens des arguments (l'élaboration de ceux-ci, leur définition, leur extension, leur contradiction).

En tant que méthode d'analyse de situation de résolution de problème ouvert et mal défini et mettant en scène plusieurs acteurs disposant de plusieurs outils, RAINBOW apparaît comme une méthode viable pour mener notre étude à bien. Il reste cependant à s'interroger sur l'adaptation de cette méthode à notre situation de débat en conception.

2.2 CONCLUSION DU CHAPITRE

L'analyse de l'activité semble pouvoir s'effectuer à partir d'une théorie unifiée issue de l'Action située, la Cognition distribuée et de la Théorie de l'activité. Dans cette théorie, l'action et le contexte entretiennent une interdépendance ; la cognition est distribuée entre les personnes, les objets et sur le temps ; il existe plusieurs niveaux de description qui sont imbriqués : les activités, les actions et les opérations. Dans cette théorie nous acceptons le fait qu'une activité puisse à la fois avoir un objectif conscient ou ne pas en avoir. La planification de l'action apparaît comme une ressource qui guide l'action mais qui ne permet pas de la prédéterminer à l'avance. Les instruments manipulés sont des médiateurs de l'activité et peuvent porter en eux-mêmes une part de la cognition.

Nous acceptons l'idée que l'activité émerge de la dynamique des interactions. Le niveau des interactions pouvant être assimilé aux niveaux des opérations nous défendons alors l'idée que les actions émergent de la dynamique des opérations et que l'activité émerge de la dynamique des actions. La méthode RAINBOW appelle « interaction » les messages et les actions réalisées chacun leur tour par les différents participants d'une situation. Cependant, cette dénomination peut varier suivant les courants de recherche. Ainsi, dans le domaine de l'analyse de conversation, le courant de l'analyse du discours emploie le terme d'*intervention* qu'il définit comme: « *le plus grand terme monologique […] [elle] est*

composée d'actes de langages » (Santacroce, 2000, p. 11). Dans cette optique, l'intervention désigne un ou plusieurs messages consécutifs émis par un même sujet. Dans le courant de l'analyse conversationnelle, qui se fonde sur l'analyse des unités transphrasiques, le terme d'intervention renvoie à ce qui est appelé *tour de parole* dans une situation d'interaction discursive (Quintin, 2009). Celui-ci est constitué d'*actes de langage*, considéré comme l'unité de base de toute conversation (Kerbrat-Orecchioni, 1990). L'analyse conversationnelle dans une approche interactionniste définit un nouveau type de pragmatique dans le sens où la production d'actes de langages s'envisage dans l'interaction, la communication n'est plus perçue dans une dimension unilatérale, elle ne se résume plus par la simple capacité à comprendre et formuler des énoncés, l'interactionnisme définit la production de parole comme la capacité à anticiper la compréhension que fera le locuteur de notre production (Kerbrat-Orecchioni, 1990). Dans la mesure où un acte de langage comprend intrinsèquement dans sa composition la prise en compte de la compréhension qu'en fera le destinataire, celui-ci peut être considéré comme une interaction en soi-même. RAINBOW, qui assume des fondements théoriques provenant de la sociologie interactionniste, reprend ce terme « d'interaction » pour désigner les tours de paroles. Nous choisissons de conserver ce terme qui représente le mieux notre positionnement théorique. Cependant, notre recherche a un motif bien identifié qui la distingue de l'analyse conversationnelle. Quand cette dernière cherche à comprendre les règles et les principes qui permettent aux participants d'une conversation d'ajuster leurs prises de parole (Santacroce, 2000), notre travail s'attache à comprendre comment les tours de parole de chacun participent à l'édification d'une activité dont la finalité est la définition un artefact. Pour reprendre les termes de Darses et Falzon (1996), « l'unité d'analyse » que nous choisissons est l'activité et non le langage ou la parole comme le propose l'analyse conversationnelle. En cherchant à comprendre comment une activité émerge d'une dynamique interactionnelle, notre analyse dépasse la simple dimension discursive et associe donc une essence différente aux messages des acteurs en situation. Les interactions langagières sont belles et bien produites dans la volonté d'être mutuellement intelligibles mais il faut également souligner qu'elles sont produites avec l'objectif de guider l'activité. Ainsi, nous conservons le terme d'activité pour décrire le niveau supérieur de l'interaction.

Pour résumer, nous proposons d'utiliser la méthode RAINBOW pour mener une analyse de l'activité de conception collaborative en catégorisant les interactions (tours de parole) d'acteurs en situation. Cette analyse devra faire émerger des interactions qui pourront elles-mêmes décrire l'activité de conception.

RAINBOW se focalise sur l'analyse des interactions argumentatives en situation de débat. Nous avons à nous questionner sur la transposition de cette méthode du domaine de l'enseignement vers le domaine de la conception. Mais aussi, et d'abord, nous avons à nous questionner sur la place de l'argumentation en conception ? Dans le prochain chapitre nous tentons de définir les cadres de l'argumentation en conception.

Chapitre 3

NOTIONS ET CADRES THEORIQUES POUR L'ARGUMENTATION

Ce chapitre doit nous permettre de comprendre véritablement la nature et les buts de l'argumentation dans le sens commun et dans le contexte plus particulier de la conception collaborative. Il est construit sur deux volets présentant respectivement une définition classique et générale de l'argumentation, et une vision de l'argumentation comme activité d'évaluation dans le domaine de la conception.

---

1 L'ARGUMENTATION, DEFINITION GENERALE

Dans son ouvrage « L'Argumentation », Plantin cite Cicéron et propose une définition classique de l'argumentation. Il la définit comme :

« un mode de construction d'un discours en langue naturelle qui part de propositions non douteuses ou vraisemblables, et en tire ce qui, considéré seul, paraît douteux ou moins vraisemblable »

Plantin, 2005, p.19

Dans « Le Traité de l'Argumentation » de Perelman et Olbrechts-tyteca, l'argumentation est définie comme *« l'étude des techniques discursives permettant de provoquer ou d'accroître l'adhésion des esprits aux thèses que l'on propose à leur assentiment »* (Perelman et Olbrechts-tyteca, 1988, p. 5).

Breton (2006, p.40) fournit une définition de l'argument. Essayant de dépasser les définitions traditionnelles attribuant une valeur rhétorique à l'argument en lui-même, Breton cherche à comprendre sa place dans sa « dynamique de communication » et resitue alors l'argument dans le contexte de production et dans le contexte de réception. Il distingue deux niveaux de définition renvoyant au *contenu* et au *contenant* de l'argument. Le contenu représente les opinions que porte l'argument. Le contenant renvoie à la forme de l'argument et qui donne sa fonction à l'argument. Par exemple, un argument peut avoir le même contenu mais être de forme différente. Si l'argument est de forme *ad hominem*[12], sa fonction consiste alors à utiliser les circonstances d'émission d'une proposition pour le fragiliser (Leff, 2009). Dans ce cas, l'argument a une fonction relative à la forme qu'il prend, à savoir « attaquer sur le contexte d'émission ». Ce sur quoi il porte, le sujet, peut varier. Pour saisir cette distinction, il suffit de citer deux des arguments ad hominem les plus connus : Pourquoi Voltaire s'autorise à parler des droits de l'Homme alors qu'il est lui-même impliqué dans le commerce d'esclaves ? Pourquoi Rousseau se permet-il de discuter des conditions d'éducations des enfants alors qu'il a lui-même abandonné les siens ? Ces deux arguments sont des arguments qui ont la même forme, ad hominem, mais un contenu sémantique différent. Dans un cas, il s'agit de Voltaire et des esclaves, et dans l'autre de Rousseau et de ses enfants.

Breton (2006) distingue quatre grandes familles d'argument : les arguments qui s'appuient sur une autorité, ceux qui font appel à des présupposés communs, à une communauté, ceux

[12] Argument "ad hominem" : Leff (2009) parle de 3 point de vue pour définir l'argument « ad hominem ». Premièrement : la définition minimaliste de cet argument qui est « basée sur une distinction entre les aspects propositionnel et situationnel de l'argumentation. Dans cette optique, une attaque *ad hominem* n'a pas nécessairement de conséquence sur la vérité d'une affirmation, mais peut, et parfois doit, limiter la portée d'une proposition exprimée par une personne spécifique ». Le second point de vue consiste à considérer l'argument « ad hominem » comme un argument fallacieux. Le troisième point de vue est intermédiaire entre ces deux premières définitions.

qui consistent à présenter, à « cadrer » le réel d'une certaine façon, et enfin ceux qui convoquent une analogie. Selon Breton, l'argumentation peut être de plusieurs natures :

- Rhétorique : dans ce cas le but de l'argumentation est la « persuasion »,
- Dialectique : dans ce cas l'intérêt réside plus dans la construction du raisonnement,
- Démonstrative : dans ce cas l'argumentation est vue de manière quasiment « mathématique », elle repose sur des opérations logiques entre différentes propositions (exemple du syllogisme).

Les études de l'argumentation peuvent donc chercher à comprendre l'argumentation suivant différents aspects. Il existe plusieurs points de vue pour décrire l'argumentation.

1.1 LES MODELES DE L'ARGUMENTATION

Nous présentons ici deux modèles clés permettant de comprendre l'argumentation avec des points de vue différents.

1.1.1 LE MODELE DE TOULMIN (1958)

L'argumentation a donné lieu à plusieurs modélisations. Le modèle le plus répandu est probablement le modèle de la cohérence argumentative de Toulmin (1958). Ce modèle définit le discours argumentatif comme un ensemble de six éléments. Il distingue :

- une Donnée : une information connue.
- une Conclusion : une revendication qui porte sur la donnée et se place dans un contexte de contestation.
- une Loi de passage : une justification à l'élaboration d'un lien logique, une sorte d'autorisation à affirmer la conclusion.
- un Support : élément qui renforce et étaye la loi de passage.
- un Modalisateur : affecte la loi de passage et limite son effet. Il s'agit d'une limitation de l'applicabilité de la loi de passage.
- Une Restriction : une réfutation de la conclusion qui est souvent introduite par le modalisateur. Introduite par les termes « à moins que », « sauf si », etc.

Le modèle de Toulmin porte sur les discours continus et se focalise sur la structure logique de l'argumentation. Cependant, comme le note Plantin (2005), le modalisateur et la restriction représentent une réfutation provenant d'une contre-argumentation et apporte ainsi une dimension dialogique à ce modèle. Dans le modèle de Shannon et Weaver (1949), l'accent est mis sur la situation de communication et non sur la structure « logique » de l'argumentation.

1.1.2 LE MODELE DE SHANNON ET WEAVER (1949)

Shannon et Weaver proposent un modèle triangulaire pour expliquer les différents acteurs d'une argumentation et les relations qu'ils entretiennent entre eux. (cf. Figure 11)

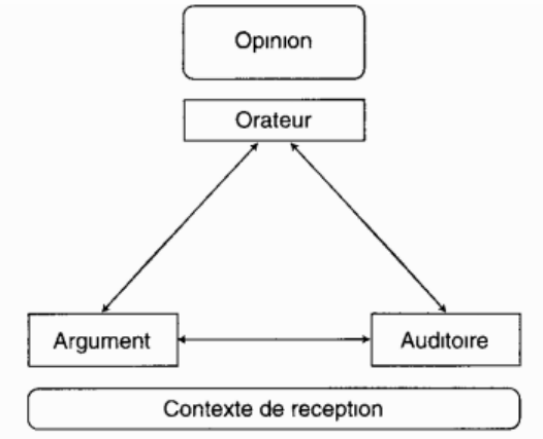

FIGURE 11 : SCHEMA DE LA COMMUNICATION ARGUMENTATIVE DE SHANNON ET WEAVER (1949) TIRE DE BRETON (2006)

L'intérêt de ce modèle réside dans sa robustesse et dans sa simplicité. Nous nous inspirons de l'ouvrage de Breton(2006) pour donner les définitions des différents composants du modèle :

- **L'opinion de l'orateur** : elle appartient au domaine du vraisemblable, qu'il s'agisse d'une thèse, d'une cause, d'une idée, d'un point de vue. Cette opinion existe en tant que telle avant d'être mise en forme comme argument. Elle n'est pas forcément destinée à devenir un argument. On peut avoir une opinion et la garder pour soi, ne pas chercher à en convaincre les autres, ou simplement les informer qu'on y adhère soi-même.
- **l'orateur** : celui qui argumente, pour lui même ou pour autrui. L'orateur est celui qui, disposant d'une opinion se place en posture de la transporter jusqu'à un auditoire et de la lui soumettre, pour qu'il la partage, c'est à dire la fasse sienne
- **l'argument défendu par l'orateur** : il s'agit de l'opinion mise en forme pour convaincre; l'opinion s'inscrit alors dans un raisonnement argumentatif. L'argument peut être présenté par écrit ou par la parole.
- **l'auditoire que l'orateur veut convaincre d'adhérer à l'opinion qu'il lui propose** : il peut s'agir d'une personne, d'un public, d'un ensemble de publics, ou même, dans un cas limite, de l'orateur lui-même lorsqu'il cherche à « sauto-convaincre »
- **le contexte de réception** : il s'agit de l'ensemble des opinions, des valeurs, des jugements que partage un auditoire donné, qui sont préalables à l'acte d'argumentation et qui vont jouer un rôle dans la réception de l'argument, dans son acceptation, son refus ou l'adhésion variable qu'il va entrainer.

Ce modèle à l'avantage de ne pas se focaliser sur le discours mais sur la situation. En effet, Breton (2006) souligne l'importance du contexte de réception et de la nature de l'auditoire dans la construction de l'argumentaire. Cette perspective selon laquelle c'est la nature de l'auditoire qui influence la façon dont l'argumentation est menée confère à ce modèle une véritable portée dialogique qui est presque totalement absente du modèle de Toulmin. Ainsi, ce modèle vient en quelque sorte compléter le modèle de Toulmin et permet alors d'obtenir une vision multidimensionnelle de l'argumentation en tant qu'activité située ayant une dimension communicationnelle et rhétorique.

Nous venons de présenter rapidement la structure de l'argumentation d'une manière générale selon deux modèles. Nous allons maintenant nous intéresser à un raisonnement plus particulier utilisé dans l'argumentation : le *raisonnement par analogie*.

1.2 LE RAISONNEMENT PAR ANALOGIE

Il existe plusieurs types de raisonnement permettant de lier les arguments entre eux, parmi lesquels : le *raisonnement analogique*, le *raisonnement plausible*, le *raisonnement déductif*, le *raisonnement inductif*, etc. Nous allons plus particulièrement étudier le raisonnement par analogie.

Le dictionnaire Larousse définit une analogie comme un « *rapport existant entre des choses ou entre des personnes qui présentent des caractères communs ; une ressemblance, une similitude* ». Le raisonnement par analogie, ou raisonnement analogique, consiste à inférer une propriété X à un élément A en raison d'un lien de similitude avec un autre élément B ayant cette même propriété X. Il s'agit alors d'effectuer un « transfert » de connaissances entre un élément dit « source » et un élément dit « cible » (Mille, 2006). L'analogie est un raisonnement permettant de résoudre des problèmes. Il peut être représenté schématiquement par le carré d'analogie (cf. Figure 12).

Le carré d'analogie

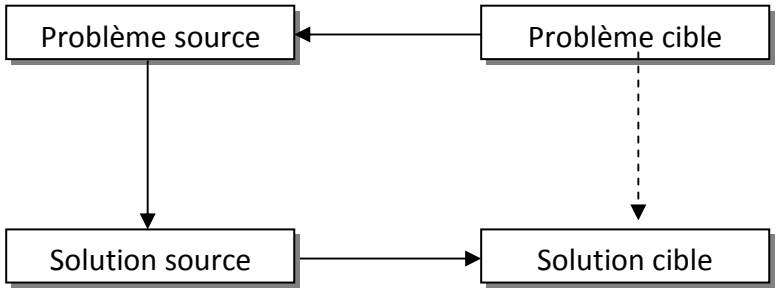

FIGURE 12 : LE CARRE D'ANALOGIE D'APRES MILLE (2006)

La figure ci-dessus modélise comment le raisonnement par analogie permet de résoudre un problème « cible » en s'inspirant d'un problème « source ». Il s'agit de construire une analogie entre un problème dont on cherche la solution (problème cible) et un problème dont on connait la solution (problème source). La solution du problème source peut ensuite être appliquée au problème cible si on la réadapte aux nouvelles circonstances.

Le domaine de l'intelligence artificielle adopte le terme de *cas* pour désigner les situations comparées et utilise le raisonnement par analogie pour construire le *Raisonnement à Partir de Cas* (RàPC) (Mille, 2006 ; Guin-Duclosson, Jean-Daubias & Nogry, 2001).

1.3 LE RAISONNEMENT A PARTIR DE CAS

Le Raisonnement à partir de cas, ou *case-based reasoning* en anglais, trouve ses racines dans les travaux de Minsky concernant la mémoire (Minsky, 1961). Le modèle de la mémoire de

Minsky repose sur le principe suivant lequel quand on rencontre une nouvelle situation (décrite comme un changement substantiel à un problème en cours), on sélectionne dans la mémoire une structure appelée *cadre* (*frame*). Il s'agit d'une structure remémorée qui doit être adaptée pour correspondre à la réalité de la situation en changeant les détails nécessaires. Les cadres sont des situations « idéales » regroupées en hiérarchie et sont reliés par les différences qui les séparent. Le RàPC repose sur le raisonnement par analogie mais il ajoute à ce raisonnement un mécanisme de recherche en mémoire de cas disponibles. L'analogie est alors détaillée en termes d'opérations cognitives (cf. Figure 13).

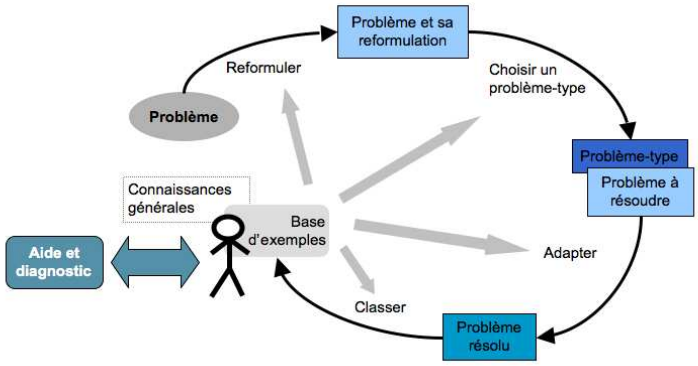

FIGURE 13 : CYCLE DU RAPC DETAILLE DANS L'EIAH AMBRE (GUIN-DUCLOSSON, JEAN-DAUBIAS & NOGRY, 2001)

Dans le cycle du RàPC, un individu face à un problème doit dans un premier temps reformuler le problème d'origine (problème cible) de façon à pouvoir l'assimiler à un « problème type » déjà résolu (problème source). L'individu doit alors adapter la méthode de résolution du problème-type (source) à son problème d'origine (cible). Une fois le problème d'origine traité, le couple problème-solution doit être classé dans la base d'exemples (base de cas) pour éventuellement aider à la construction d'une analogie future. Toutes ces étapes se font grâce à la bibliothèque de problème-solution dont l'individu dispose et qui le guide dans la reformulation du problème, la sélection, l'adaptation et le classement. Le cycle du RaPC est aujourd'hui décrit dans plusieurs études et notamment dans les travaux concernant les Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain (EIAH). Le cycle du RàPC est alors détaillé et les étapes sont marquées de façon à guider l'utilisateur dans sa résolution de problème. Ainsi, l'EIAH AMBRE[13] utilise ce paradigme pour guider les élèves de CM2 dans la résolution de problèmes additifs (Guin-Duclosson, Jean-Daubias & Nogry, 2001).

Sans prendre le nom de RàPC, il est aujourd'hui largement reconnu que le raisonnement par analogie permettant la réutilisation de connaissances pour résoudre de nouveaux problèmes est une stratégie essentielle des concepteurs, et particulièrement des concepteurs professionnels qui possèdent une expérience riche et disposent donc d'un plus grand nombre de connaissances issues de cette expérience (Visser, 2009 *;* Burkhardt & Détienne,

[13] AMBRE : Apprentissage de Méthodes Basé sur le Raisonnement à partir de l'Expérience. Le projet AMBRE est un projet pluridisciplinaire dont l'objectif est de concevoir des EIAH basés sur le Raisonnement à Partir de Cas et destinés à l'apprentissage de méthodes de résolution de problèmes

1995). Ceci est vrai dans tous les domaines de la conception, qu'elle soit architecturale, informatique ou industrielle.

Il faut ici faire une remarque qui est explicitée par Frydman (1999) qui cite Perelman et Olbrechts-Tyteca (1988). Même si la structure du raisonnement par analogie est relativement simple et rigide, « *le raisonnement par analogie n'est pas de nature logique mais rhétorique car sa force de conviction repose non sur une structure formelle mais sur un contenu* » (Frydman, 1999, p. 1053). Ainsi, ce qui fait la force du raisonnement par analogie, n'est pas sa structure logique, facile à présenter et à assimiler dans un débat mais véritablement sa portée rhétorique. La force du raisonnement par analogie est sa capacité à mobiliser des connaissances à la fois partagées et validées par le fait qu'elles ont déjà « fait leurs preuves » dans le passé. Nous constatons que les connaissances dont il est question dans le RàPC fonctionnent en couples de problème-solution. Cela nous renvoie alors aux modèles co-évolutifs du processus de conception qui reconnaissent une co-évolution du problème et de la solution lors l'élaboration d'une solution. On peut alors se demander si la transposition du RàPC à la conception supposerait l'existence d'une mémoire de cas résolu pour assister les concepteurs ?

Ainsi, l'argumentation ouvre la voie à des raisonnements amenant à la résolution de problèmes de conception (le RàPC) à partir d'une mémoire de cas s'appuyant sur les couples problème-solution. Quelle est réellement la place qui est faite à l'argumentation pour assister la conception de produit ? Cette argumentation fait elle référence au couple problème solution ? Nous abordons cette question d'un point de vue théorique dans le paragraphe suivant.

2 L'ARGUMENTATION EN CONCEPTION

Plusieurs travaux ont montré que l'argumentation était centrale dans le processus de conception (Blanco, 1998 ; Brissaud et al., 2003 ; Conklin, 2003). Nous proposons ici d'étudier comment l'argumentation est mobilisée pour assister les concepteurs dans leur travail.

D'après Brissaud et al. (2003), le processus de conception permettant aux concepteurs de converger vers une solution commune repose sur l'élaboration de deux dimensions :

- La dimension produit qui renvoie au concept de la solution en cours, qui contient toutes les données sur le produit et qui réunit les exigences fonctionnelles, les propositions de solutions technologiques ainsi que les processus associés de fabrication, d'assemblage, de recyclage, etc. Cette dimension inclue les aspects problème-solution qui permettent de décrire le produit.

- La dimension de l'argumentation développée de manière collective et qui contient les connaissances à propos de l'ensemble produit-projet pour évaluer et valider les choix techniques.

Ces deux dimensions sont interdépendantes, et dépendent également du contexte de la situation de conception. Dans la pratique, le concept de solution retenue est mémorisé et transmis pour les phases avales de fabrication mais il est également sauvegardé dans le système d'information de l'entreprise et pourra faire office d'une réutilisation. Cependant seule demeure la dimension solution. En effet, la discussion ayant entourée chacun des choix techniques est, pour sa part, délaissée. Les différentes alternatives envisagées ou les choix de conception, qui représentent pourtant la dimension problème, ne sont pas conservés. La dimension produit est donc conservée mais de manière incomplète. L'argumentation disparaît du système d'information de l'entreprise. Pourtant, même si celle-ci ne contient pas la solution finale en tant que telle, l'argumentation contient le moyen d'y parvenir et occupe donc une place majeure dans le processus de conception.

Dans cette section, nous proposons de nous focaliser sur cette seconde dimension et d'étudier la dynamique argumentative qui naît au sein d'un processus de conception collaborative. Pour cela, nous allons essayer de définir les notions clés qui existent dans le domaine de l'argumentation en conception. Nous présenterons ensuite rapidement les modèles classiques du *Design Rationale*.

2.1 LES SPECIFICITES DE L'ARGUMENTATION EN CONCEPTION

Lund, Prudhomme et Cassier (2007) décrivent l'argumentation en conception collaborative comme une opération cognitive et interactive par laquelle les acteurs cherchent à se convaincre mutuellement du sens et de la validité d'une solution, d'une exigence, ou de la relation entre exigence et solution. Ces acteurs ont souvent des expériences et des métiers différents qui leur font voir différents aspects du problème. Ils ont alors des méthodes, un vocabulaire et des exigences différentes et spécifiques à leurs métiers (Béguin & Cerf, 2004). Cette définition de l'argumentation est proche de celle acceptée par Toulmin qui attribue également à l'argumentation un objectif de persuasion. La divergence provient du fait qu'il ne s'agit plus de défendre une *conclusion* (au sens de Toulmin) mais une *proposition de solution*. L'espace de débat se trouve alors composé d'un ensemble de connaissances, à la fois techniques et empiriques, qui sont accessibles pour des experts du domaine familier du contexte. Dans cette perspective, la dimension rhétorique de l'argumentation, comme sa dimension dialogique, sont présentes et co-existent simultanément au sein de chacun des arguments.

De la même façon que Breton (2006), nous proposons de différencier forme et fond des arguments. Le fond renverra au contenu sémantique de l'argument, c'est-à-dire les objets, principes, concepts ou personnes sur lesquels il porte. La forme traitera de la fonction de l'argument en tant qu'il s'inscrit dans une stratégie argumentative et qu'il doit permettre d'attaquer ou de soutenir une thèse.

Comme nous l'avons dit, l'argumentation en conception est un jeu interactif permettant de mener l'évaluation en commun d'une solution. Dans ce jeu, les concepteurs sont amenés à élaborer des argumentations pour faire valoir des critères qui sont relatifs à leur métier et

bien souvent s'opposent aux critères d'un autre domaine (Boujut, 2001). Le critère apparaît dès lors comme la base de l'argumentation. Nous proposons d'étudier son rôle dans le paragraphe suivant.

2.2 LE ROLE DU CRITERE DANS L'ARGUMENTATION

Darses (2002) donne son point de vue sur les buts dans lesquels les critères d'évaluation sont mobilisés par les concepteurs :

- Les critères d'évaluation représentent la base sur laquelle les concepteurs construisent leur jugement et prennent leur décision.
- Les critères d'évaluation ne préexistent pas à la solution, ils sont au contraire construits au fur et à mesure du processus de conception. Même les critères classiques (comme le coût, la fiabilité, l'efficacité, etc.) ne sont pas stabilisés au début du processus de conception.
- Chaque concepteur faisant valoir des critères spécifiques à son domaine, c'est la pondération en commun de chacun de ces critères qui permettra de prendre une décision. Cette pondération est souvent menée de façon implicite.

Selon ce point de vue, le critère est mobilisé dans l'argumentation. C'est lui qui permet de construire l'argumentation en conception. Le critère est la performance attendue, qui participe à la définition du problème, mobilisée pour évaluer la solution. Il peut s'agir du poids, de la dimension, de son coût, de sa résistance, etc. ou d'aspects plus abstraits comme, par exemple, l'esthétisme ou la sécurité. Il n'est pas neutre dans une évaluation, et représente l'élément de base de l'argumentation permettant d'attaquer ou de soutenir une solution (Poveda, 1998).

Il peut arriver également que le critère ne soit plus un élément évaluatif mais qu'il devienne lui même l'objet de l'évaluation. En effet, l'argumentation peut se déplacer de la solution vers un critère d'évaluation qui devient le nouveau point à justifier et à faire valoir pour les concepteurs (Boujut, 2001). Cette notion de « déplacement » de l'argumentation d'une solution vers un critère d'évaluation fait écho à la notion d'approfondissement de la méthode RAINBOW présentée précédemment. L'approfondissement d'un argument constitue une justification à celui-ci et place donc le critère au centre de la négociation en position de nouvelle thèse temporaire.

Blanco (1998) introduit la notion de *registre de référence*. Il décrit ainsi des dimensions dans lesquelles les concepteurs inscrivent leur évaluation pour estimer la pertinence d'une solution. La forme travaillée d'une pièce pourra par exemple sembler pertinente dans un registre esthétique mais elle ne le sera pas dans un registre de fabricabilité. D'après Blanco (1998), un critère permet une mise en relation des caractéristiques du produit avec une représentation du problème portée par le concepteur : il revêt alors un rôle d'interface entre l'expression du problème et l'expression de la solution. Par « caractéristique du produit »

Blanco fait référence aux fonctions que doit remplir l'artefact conçu. Cette idée est présentée dans le schéma inspiré de Blanco (1998) ci-dessous (cf. Figure 14).

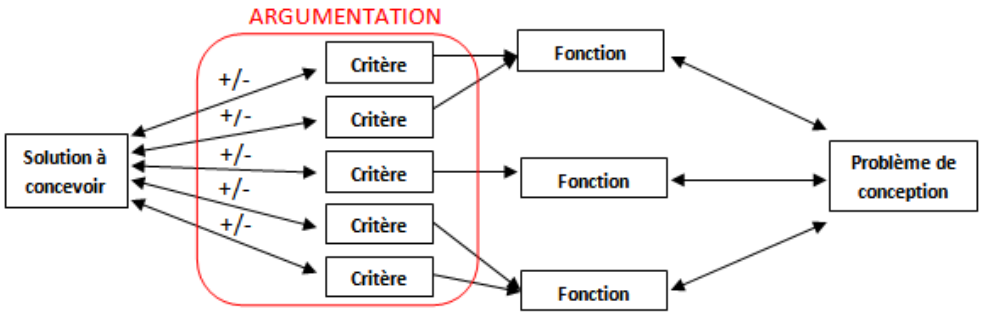

FIGURE 14 : LE ROLE D'INTERFACE DU CRITERE INSPIRE DE BLANCO (1998)

Ce schéma montre le caractère d'interface du critère dans l'évaluation de la solution. Un problème inclut un certain nombre de fonctions à remplir. Les solutions proposées permettent de satisfaire ou non les critères caractérisant ces fonctions (flèches +/-). Ainsi, via le jeu de mobilisation de critères d'évaluation, la représentation d'une solution est élaborée ou évaluée. Par exemple, un problème pourra être de réaliser un nouveau véhicule dont les fonctions seront de déplacer des personnes d'un point A à un point B, tout en minimisant son impact sur l'environnement. Quels sont alors les critères pour remplir ces fonctions ? On peut définir la vitesse de déplacement, le nombre et le poids des personnes, l'aérodynamisme, la quantité de CO_2/Km, la nature du carburant comme autant d'éléments (critères) à prendre en compte dans la conception de la solution. Le jeu collaboratif d'instanciation et d'implémentation de critères se déroule autour d'un processus argumentatif dans lequel différents experts défendent des priorités relatives à leur domaine.

Pour Brissaud, Garro et al. (2003), le processus de conception peut se représenter comme une séquence d'allers-retours entre des propositions de solutions et de nouvelles formulations du problème de conception. Ces allers-retours s'effectuent via des conjectures ou des critères. La mobilisation d'un critère permet de parvenir à une nouvelle formulation du problème. A partir de cette nouvelle formulation, les concepteurs peuvent émettre une nouvelle conjecture qui aboutit à une nouvelle proposition de solution (cf. Figure 15).

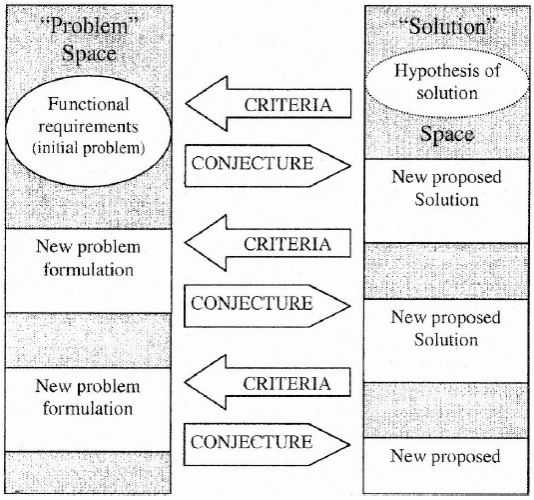

FIGURE 15 : SCHEMA DE LA CO-EVOLUTION PROBLEME-SOLUTION D'APRES BRISSAUD, GARRO ET AL. (2003)

Dans cette représentation, les critères et les conjectures occupent un rôle d'interface entre le problème et la solution. Ce modèle est intéressant car il parvient à articuler l'évolution du problème et de la solution sans confondre ces deux espaces. On peut néanmoins se demander si le critère se situe dans l'interface ou si c'est un élément de la description du problème comme nous l'avons vu précédemment. Nous constatons également que le processus argumentatif est invisible dans ce modèle et rien ne permet de se figurer les éléments amenant à la prise de décision.

En résumé, les arguments peuvent être caractérisés en termes de fond et de forme. La forme des arguments est contexte-dépendante. Sur le fond, l'argument porte principalement sur la solution et mobilise un critère qui l'attaque ou la soutient, mais aussi parfois sur un critère pour justifier de la pertinence du critère comme moyen dévaluation de la solution. Les critères et les conjectures ne préexistent ni à la solution ni au problème (Darses, 2003), mais s'inscrivent dans des registres de référence préexistants. Ils représentent le témoin idéal pour étudier la co-élaboration du problème et de la solution, mais aussi l'argumentation en conception. Il nous semble qu'ils représentent des éléments pertinents à conserver pour la mémorisation des dynamiques argumentatives.

Nous nous proposons à présent d'exposer un autre domaine traitant spécifiquement de l'argumentation en conception : le domaine du *Design Rationale*.

2.3 LE *DESIGN RATIONALE*

Le champ du *Design Rationale* (DR) cherche à *« développer des méthodes et des représentations assistées par ordinateur pour obtenir, maintenir et réutiliser les raisons pour lesquelles des décisions de conception ont été prises »* (Lewkowicz, M., & Lewkowicz, J., 2003, p. 5). Le DR renvoie donc à la nécessité de conserver et de tracer les raisons qui ont conduit à la validation ou au rejet d'une solution de conception. Il s'agit, comme présenté par Brissaud, Choulier, Garro et Prudhomme (2003) (cf. chap. 3, 2), de formaliser et de mémoriser la dimension de l'argumentation développée au cours du processus de conception et qui contient les connaissances à propos de l'ensemble produit-projet. Selon Darses (2001), le DR répond au besoin de décrire le chemin parcouru entre l'énoncé d'un problème et le choix d'une solution par l'objectivation des pratiques des concepteurs. Le DR, qui propose notamment de modéliser le processus de recherche de solutions sous la forme d'arborescences, peut permettre de représenter et de suivre l'exploration des pistes proposées au cours du processus de conception.

Nous proposons de présenter trois modèles classiques du DR : les modèles IBIS, QOC et DRL. Ces trois modèles sont des représentations semi-formelles du processus argumentatif. Ils permettent de formaliser une discussion pour la rendre compatible avec un traitement informatique tout en restant assez flexibles pour rendre compte de la spontanéité du comportement humain (Stumpf, 1997). Le modèle IBIS est le plus répandu dans le DR, il a donné lieu à de nombreux travaux dérivés et notamment au développement de l'outil *Compendium* (Buckingham Shum, Selvin, Sierhuis, Conklin, Haley & Nuseibeh, 2005) que

nous présenterons ensuite. Nous avons choisi de présenter aussi le modèle QOC car il traite explicitement des notions auxquelles nous nous intéressons, à savoir les critères et les conjectures.

2.3.1 IBIS - ISSUE BASED INFORMATION SYSTEM (CONKLIN, 2003)

IBIS a été proposé par Kunz et Rittel (1970). Son objectif premier est la résolution des *wicked problem*, pouvant se traduire par problèmes « pernicieux » ou « non structurés ». Ce sont des problèmes non directement solubles par des approches neutres, rationnelles, ou scientifiques. Ils peuvent être incomplets, contradictoires, et les éléments qu'ils contiennent peuvent évoluer. Les constituants des problèmes pernicieux entretiennent la plupart du temps des interdépendances d'une grande complexité. Les problèmes de conception sont dans la grande majorité des problèmes pernicieux. IBIS a vocation à tracer le processus argumentatif qui se déroule autour des choix de conception relatifs à ce type de problème en proposant une modélisation du processus en arborescence. Des nœuds et des relations de différentes natures permettent alors de différencier les composants du raisonnement argumentatif.
Il y a ainsi trois types de nœuds distincts :

- Problème (Issue) qui peut prendre la forme d'une question à laquelle il faut apporter une réponse.
- Solution alternative (Position) qui est une solution possible à l' *« issue »* énoncée.
- Argument (Argument) qui attaque ou soutient des solutions alternatives ou d'autres arguments.

Ces trois types de nœuds entretiennent entre eux des liens de différentes natures qui sont résumés dans la figure ci-dessous (cf. Figure 16).

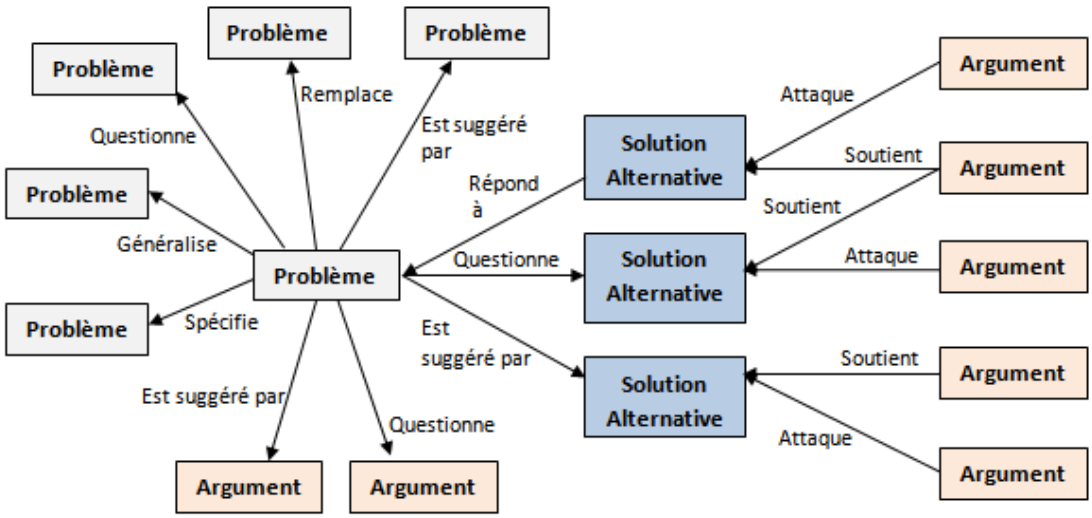

FIGURE 16: SCHEMA DE L'ENSEMBLE DES RELATIONS DANS LE MODELE IBIS

Ainsi il existe plusieurs natures de relations entre les nœuds : *Généraliser*, *Spécialiser*, *Remplacer*, *Questionner*, *Etre suggéré par*, *Répondre à*, *Soutenir* ou *Attaquer*. Le nœud central du modèle IBIS est le problème (*Issue*) qui peut permettre de remettre en question

un argument ou qui peut naître d'un argument. Un problème peut également être lié à un autre nœud problème plus ou moins général, pour le remplacer en cas de reformulation, pour le remettre en question ou pour le suggérer. Les alternatives de solutions sont soit attaquées soit soutenues par des arguments. Elles peuvent répondre à un problème ou être questionnée ou encore être suggérée par ce problème. À partir d'IBIS, ont été développées des variantes comme gIBIS[14], itIBIS[15], rIBIS[16] qui ont abouti à la réalisation du logiciel Compendium. Compendium est une application open source gratuite développée par la *Open University* du Royaume-Uni qui reprend la typologie IBIS en l'associant à des graphes et des hypergraphes. Comme le définit un de ses créateurs :

« Compendium est un médium dialogique de modélisation du discours concernant des problèmes à résoudre. Nous voulons créer un outil qui, entre les mains d'utilisateurs compétents, facilite la capture et la structuration des idées, et permette non seulement de modéliser le discours, mais aussi de modéliser les domaines de problèmes d'une manière qui invite et structure les contributions, et ce de manière synchrone ou asynchrone. Il est optimisé afin d'être utilisé dans ce qui constitue sans doute l'environnement d'utilisation le plus extrême pour un outil de représentation de la connaissance : la modélisation collaborative en temps réel. Le logiciel est une application Java gratuite fonctionnant sur toutes les plateformes.»

Buckingham Shum traduit par nous, 2007, p. 33

IBIS est une modélisation intéressante pour notre travail car elle fait aussi apparaître les notions de problème (issue), de conjecture, ou solutions alternatives (position) et les critères qui sont contenus dans les arguments (même si l'argument n'est pas définit explicitement à partir de critères). Cette typologie semble donc pertinente pour caractériser le processus argumentatif en conception. Il pourra être intéressant d'utiliser Compendium dans notre travail.

Ci-après, nous proposons de décrire le modèle QOC qui présente une typologie proche de celle définie ci-dessus.

2.3.2 QOC – QUESTION–OPTION–CRITERIA (MACLEAN, 1996)

Le modèle QOC a les mêmes objectifs et le même principe de modélisation en arborescence que le modèle IBIS. Sa typologie de nœuds diffère légèrement. Il comprend trois types de nœuds (cf. Figure 17): les *Questions* renvoient à des problèmes à résoudre ; les solutions alternatives sont appelées *Options ;* le type *Criterion* représente les critères d'évaluation des *Options* et qui soit les soutiennent, soit les attaquent. Les solutions alternatives (options) peuvent ouvrir sur de nouveaux problèmes (questions), une nouvelle ramification prenant alors racine sur cette option. Ce nouveau problème fait lui-même l'objet de nouvelles

[14] gIBIS : *Graphical IBIS*

[15] itIBIS : *Intended text IBIS*

[16] rIBIS : *Real time IBIS*

propositions pour le résoudre. Une des particularités de QOC tient du fait que tous les critères doivent être rattachés à toutes les *options*. Il est ainsi plus facile de visualiser quelle option reçoit le plus d'évaluations positives. Les critères peuvent servir à évaluer d'autres critères (Lacaze, 2005)

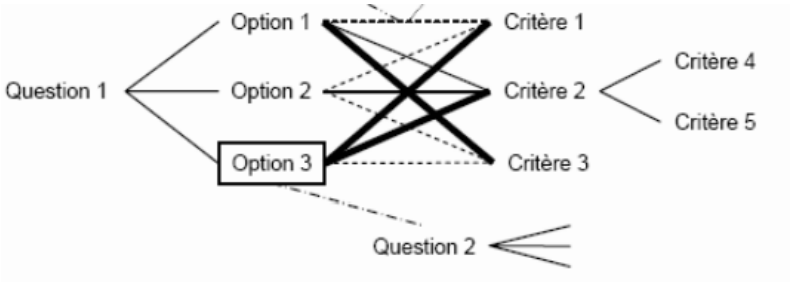

FIGURE 17 : SCHEMA ILLUSTRANT LE MODELE QOC INSPIRE DE LACAZE (2005)

Sur le schéma précédent, les évaluations positives sont indiquées par des traits pleins et les évaluations négatives par des traits en pointillés. On constate que l'option 3 est la seule qui reçoit deux évaluations positives, c'est donc celle qui émerge de ce modèle.

2.3.3 DRL – DECISION RATIONALE LANGUAGE (LEE & LAI, 1992)

Le DRL s'inscrit dans la continuité des approches IBIS et QOC. Reprenant la modélisation en diagramme, le type de nœud est plus complexe et donne lieu à une grammaire permettant de tracer le déroulement du processus argumentatif avec l'objectif principal de se souvenir des raisons des choix de conception. On retrouve les types de nœuds des modèles présentés ci-dessus. Le DRL discerne ainsi les *Decision Problems* qui représentent les problèmes ; les *Alternatives* qui sont les solutions alternatives éventuelles pour résoudre le problème ; le *Goal* regroupe les faits et les règles et fait référence à un critère *;* les *Questions, Procedure, Viewpoint* représentent des compléments descriptifs de la prise de décisions. Les *Goals* peuvent être déclinés en *Subgoals*. De la même façon, les *Decisions Problems* peuvent entretenir un lien de spécification ou de généralisation entre eux. Les *Claims* sont liés et s'attaquent ou se soutiennent entre eux. Un ensemble de *Claims* reliés donne lieu à un argument (Lee & Lai, 1992 ; Projet Conception Outils Supports médias Organisation pour la Collaboration des Entreprises [Projet COSMOCE], 2005). La figure suivante présente l'organisation de la grammaire de DRL (cf. Figure 18).

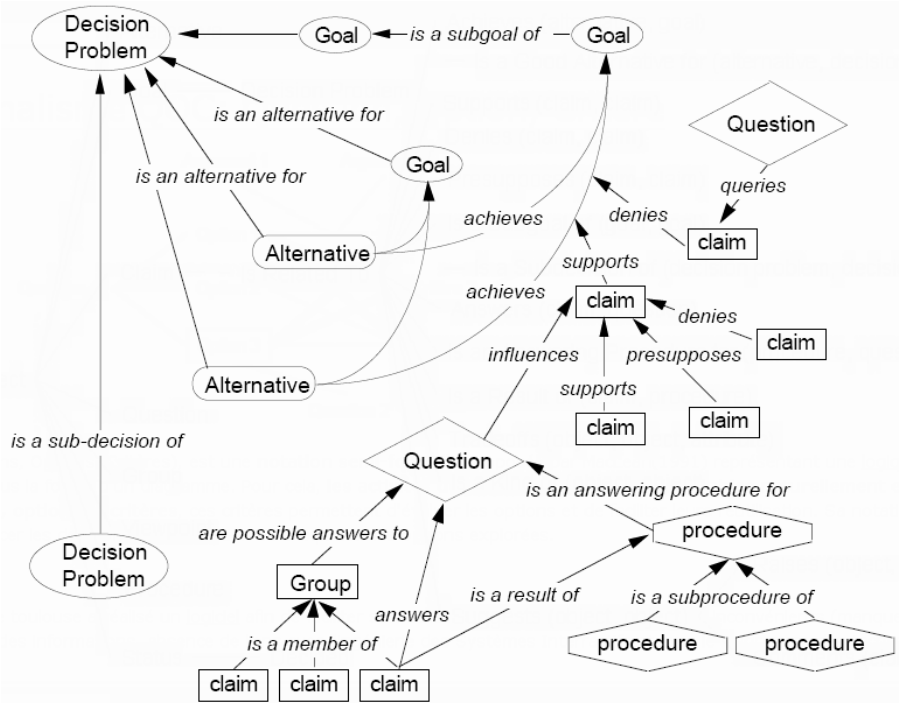

FIGURE 18 : MODELISATION DE LA GRAMMAIRE DRL TIREE DE LEE (1990)

On constate que, sur cette représentation, la partie supérieure gauche est réservée aux alternatives de solutions (*Alternatives*) permettant de répondre au problème (*Decision Problem*) et critères (*Goal*) construisant l'évaluation. La partie inférieure droite est réservée aux *Claims*, aux *Questions* et aux *Procedures* permettant de qualifier la relation d'une Alternative avec un *sub-goal*. Ce modèle est donc largement orienté vers la qualification et la justification des prises de décisions.

Ces trois modèles, en adoptant la modélisation en arborescence et en s'inspirant des travaux de Toulmin (1958), notamment par le fait qu'ils postulent à l'existence d'une thèse comme point de départ d'un processus argumentatif, s'inscrivent dans la même lignée d'outils semi-formels basés sur l'argumentation. Cependant, comme l'écrit Stump (1997), leurs objectifs divergent légèrement. Le modèle IBIS se focalise sur le problème. Il cherche à participer à l'analyse du problème pour assister les concepteurs. Pour cela, il essaie de couvrir la discussion dans son ensemble. QOC de son côté a vocation à faire émerger des options. C'est donc un modèle plus opérationnel. DRL, pour sa part, se focalise sur la décision prise et contribue à lui apporter une dimension qualitative. Il s'agit de ce que l'auteur appelle « *a decision rationale management system* » (Stump, 1997, p. 5).

Ces modèles présentent des divergences, mais on peut néanmoins constater que leur façon d'aborder l'argumentation comporte des similitudes. Ainsi dans ces trois modèles, on retrouve les notions de Problème, de Conjecture, et de Critère. Le Problème est présent sous la forme d'*Issues* dans IBIS, de *Questions* dans QOC et de *Decision Problem* dans DRL. Les Conjectures sont présentes sous la forme de Positions dans IBIS, de Options dans QOC, et d'Alternatives dans DRL. Les Critères sont présents implicitement sous la forme d'Argument dans IBIS, et explicitement sous la forme de Criteria dans QOC et de Goal dans DRL.

2.4 CRITIQUES DU DESIGN RATIONALE

Plusieurs critiques ont été faites au DR. Nous les exposons ici afin de justifier les raisons pour lesquelles nous nous sommes écartés de ce champ disciplinaire.

Falzon, Darses et Sauvagnac (1998) montrent que les représentations et pondérations des critères (ou contraintes) utilisés pour évaluer les solutions varient selon les métiers et le problème à traiter : ainsi le recueil des critères doit rendre compte de cette « polypondération », du caractère « polydisciplinaire » émanant des différents métiers, et également du caractère polysémique découlant du fait que les concepteurs ont des cultures différentes et associent donc des significations différentes à des mêmes termes. Nous constatons que les modèles du DR sont loin de répondre à ces besoins.

Lacaze (2005) propose une critique explicite de ces trois modèles. IBIS ne fait pas entrer dans la discussion les décisions qui ne font pas l'objet d'un débat ou qui sont délaissées. Il écarte alors une partie des alternatives de solutions sans motif particulier. De plus, IBIS ne permet pas de lier les arguments entre eux et empêche alors de faire émerger des arguments favorisant plusieurs solutions. Enfin, les diagrammes de IBIS deviennent rapidement énormes, difficilement manipulables et très difficilement compréhensibles. L'auteur reproche à DRL une grammaire trop riche qui rend son utilisation laborieuse et sujette à consommer énormément de temps pouvant être à l'origine d'une perte de moyens plus que d'un gain. QOC, qui échappe à ces critiques de par son côté synthétique, présente aussi des défauts. Le principal défaut de QOC est l'absence de justifications des alternatives de solutions et des critères. QOC présente également le défaut de vouloir associer chacune des alternatives de solutions à chacun des critères, ce qui n'a pas toujours de cohérence dans le discours et rend donc l'émergence d'une option biaisée.

Tazi (2005) réalise un travail similaire et propose également une critique des modèles IBIS et DRL. Il reproche à IBIS d'utiliser un principe suivant lequel la description de l'argumentation représente une procédure appropriée pour résoudre des problèmes de conception. Or, la compréhension de ce principe et des méthodes qui en découlent est loin d'être évidente pour les concepteurs qui ont dès lors du mal à mettre en place son usage. IBIS est aussi critiqué car il peut être à l'origine d'une frustration de la part des utilisateurs. En effet, ceux-ci perçoivent souvent IBIS comme un outil de résolution de problème alors qu'il s'agit en réalité d'un outil d'assistance à l'explicitation de la résolution de problème. Son utilisation, aussi rigoureuse soit-elle, ne donnera pas la réponse à un problème. Enfin, Tazi évoque la difficulté de représenter le contexte en utilisant IBIS. Cela demanderait un travail énorme et peut-être irréalisable.

Nous avons nous-mêmes quelques critiques à formuler en regard des objectifs que nous nous sommes fixés concernant le DR. Au terme de notre réflexion sur la nature de l'activité, et en particulier au vu du fait qu'elle est située, nous ne pouvons que nous associer à Tazi (2005) pour reprocher à IBIS, et aux autres modèles, l'absence de caractérisation du contexte dans la prise de décision. Qu'en est-il alors de la dimension sociale dans le processus décisionnel ? Le rôle institutionnel des acteurs ne contribuerait il pas à donner un

poids particulier à certaines propositions ou à certains arguments ? Il est évident qu'un argument soumis par une personne de haute autorité dans une discussion ne peut pas avoir le même poids qu'un argument présenté par une personne d'un statut inférieur. De plus, le DR a pour vocation à tracer le processus permettant de prendre une décision. Même s'il semble être un formidable outil pour conserver les traces de la construction collaborative, il va de soi que les processus d'émergence et/ou de convergence en eux-mêmes ne sont pas du tout abordés. La portée explicative est ainsi fortement réduite pour comprendre quels sont les facteurs influençant la prise de décision. Le DR ne permet pas de mettre en place une méthode de recherche visant à caractériser les véritables raisons qui amènent à prendre une décision. Aucune forme de raisonnement ni aucune dynamique argumentative ne sont identifiées dans le DR et le processus de décision n'est pas capturé.

Nous verrons ultérieurement dans le cadre d'une de nos études que les outils du DR ne sont pas opérationnels et sont loin de répondre aux besoins des concepteurs.

2.5 SYNTHESE SUR L'ARGUMENTATION EN CONCEPTION

L'argumentation apparaît comme décisive dans l'activité de conception collaborative par le fait qu'elle supporte le processus décisionnel amenant à élaborer une solution en commun. Nous avons pointé une forme de raisonnement particulièrement présent dans la conception : le raisonnement par analogie. En cherchant à connaitre les autres formes que pouvait prendre l'argumentation, nous nous sommes intéressés au champ du DR. Plusieurs travaux ont montré ses limites. Il semble que le DR ait une dimension opérationnelle peu convaincante et une dimension explicative n'amenant pas à cerner de dynamique argumentative dans son contexte. Le DR autorise néanmoins l'identification de concepts clés pour caractériser l'argumentation en conception. Il s'agit du concept de *question*, (ou de problème à résoudre), du concept de *proposition de solution*, (ou conjecture), et du concept de *critère* qui permet de supporter l'évaluation de solution. Le DR permet également de définir ce que nous appelons les *approfondissements* qui apparaissent comme des justifications pouvant porter sur le Problème lorsque celui-ci est spécifié ou sur un critère.

Nous avons défini notre vision de l'activité et l'avons caractérisée comme située et distribuée. Nous avons ensuite pu présenter une méthode d'analyse respectant les contraintes méthodologiques relatives à nos choix théoriques : la méthode RAINBOW. Nous venons, dans cette partie, de préciser les concepts et les notions que RAINBOW devait manipuler pour être transposée dans le domaine de la conception et véritablement permettre une analyse d'une situation de conception collaborative. De façon explicite, il s'agit des notions de «couple problème-solutions », de « critères », de « sous-solution » (au sens de composant de solution), l'approfondissement étant déjà inclus dans RAINBOW. L'adaptation de RAINBOW devra également considérer les interactions en tant qu'entités duales composées d'une dimension sémantique et d'une dimension fonctionnelle, autrement dit composées du fond et de la forme des interactions.

Les problématiques liées par ailleurs à la réutilisation des informations et/ou connaissances issues des expériences passées et de la remémoration des raisons de choix de conception ne sont pas nouvelles, et toutes les entreprises y sont confrontées d'une façon ou d'une autre. Ces entreprises ont, pour la plupart, développé leur propre système pour parvenir à capitaliser les connaissances et se souvenir des raisonnements élaborés tout au long des projets qu'elles ont rencontrés. Nous proposons d'étudier ces mesures qu'elles ont mises en place. Nous proposons ainsi d'aborder un chapitre théorique complémentaire qui portera sur l'ingénierie des connaissances. Nous nous demanderons qu'est-ce que capitaliser des expériences ? Que doit-il être capitalisé ? Comment le faire pour que ce qui a été capitalisé soit réutilisable ? A travers les questions que nous tâcherons d'apporter à ces questions, nous pourront enrichir notre réflexion et mieux comprendre les réels besoins des concepteurs.

Chapitre 4

L'INGENIERIE DES CONNAISSANCES

Dans ce chapitre, nous nous interrogeons sur les mesures réelles prises par les entreprises pour assister les prises de décision et conserver les choix de conception. Cette problématique s'inscrit dans le champ de la Gestion des Connaissances, plus connu sous le terme anglo-saxon de Knowledge Management (KM). Ce chapitre est construit sur trois axes. Le premier porte sur la définition du concept de Connaissance et sur les distinctions qui existent avec des concepts voisins comme l'Information ou la Donnée. Le second présente les méthodes et outils les plus classiques qui sont utilisés aujourd'hui dans le KM. Enfin le troisième axe s'étend sur les répercussions et les conséquences qu'implique l'intégration d'un outil au sein d'une organisation avec ses pratiques et sa culture.

---

1 NOTIONS ET DEFINITIONS DU DOMAINE

1.1 QU'EST-CE QUE LE KNOWLEDGE MANAGEMENT ?

Le Knowledge Management (KM) est la résultante des travaux de management scientifique initiés par Taylor en 1911 (Taylor, 1911). Ces travaux se sont développés et ont donné lieu à un ensemble de bonnes pratiques qui se sont aujourd'hui cristallisées pour donner naissance à une méthode d'analyse du Génie Industriel (Wilson, 2002). Le KM, tel que nous le connaissons aujourd'hui, est né dans les pays anglo-saxons vers le milieu des années 1990 et s'est réellement développé grâce aux travaux menés dans les départements de *Recherche et Développement* des grandes compagnies (Nonaka & Takeuchi, 1995 ; Grundstein, 2000a, 2000b ; Balmisse, 2006). Hinton (2003, p. 4) en donne une définition : *« Knowledge management is a collective term for the facilitation of improvements to an organisation's capabilities, efficiencies and competitive advantage through the better use of its individual and collective knowledge and information resources […] the aim is the effective utilisation of information and knowledge within organisations, particularly the intellectual assets of individuals, leading to improved performance* ». Ainsi, l'objectif final du KM est de parvenir à accroître la valeur d'un capital immatériel de l'entreprise constitué de connaissances, et de transposer les compétences humaines en un capital assimilé dans la structure de l'entreprise (Sveiby, 1998). Cette capitalisation du savoir de l'entreprise peut se faire notamment par la « numérisation » des connaissances dans des systèmes informatiques de type base de données permettant ainsi de les conserver et de les partager (Sveiby, 1998).

Avant de continuer plus avant, il s'agit d'expliciter clairement la distinction que nous faisons entre le *Knowledge Management* et l'Ingénierie des Connaissances (IC). Le KM s'inscrit dans le champ plus large de l'ingénierie des connaissances. L'IC a vocation à étudier la nature des connaissances « *du point de vue de l'homme : comment elles sont créées, utilisées et manipulées par l'être humain. Elle consiste à concevoir des systèmes dont le fonctionnement permet d'« opérationaliser » des connaissances portant sur le traitement ou la résolution d'un problème donné. La résolution (semi-) automatique de problèmes implique deux étapes essentielles : la modélisation du problème et d'une méthode de résolution dans un cadre théorique donné, l'opérationnalisation informatique du modèle obtenu* » (Charlet, 2005, p.2). Le KM s'interroge également sur la nature de la connaissance et sur les moyens de la manipuler mais dans un contexte établi d'entreprise et d'acteurs collaborant. Le champ du KM provient des approches scientifiques ayant pour but de parvenir à rationnaliser le management de la connaissance (Wilson, 2002) et notamment grâce à la mise en place d'une gestion efficiente de celle-ci. En tant qu'outils de consulting, le KM avait pour but premier d'améliorer la productivité des entreprises. L'ingénierie des connaissances s'attache à comprendre la nature exacte des mécanismes humains de manipulation de celles-ci mais avec la visée explicative de la recherche. L'un comme l'autre abordent le même objet mais avec des objectifs divergents. Le KM doit mener à une meilleure productivité en entreprise et s'attache à comprendre l'activité collective de gestion de la connaissance (Hinton, 2003),

et l'IC à une meilleure connaissance de la cognition humaine en vue de la modéliser (Soulier, 2009). Dans notre travail, le contexte est celui de l'entreprise. Le KM semble être le champ dans lequel inscrire notre étude. Cependant, notre travail est avant tout scientifique et nous proposons alors de mener notre discussion en nous inspirant de travaux du KM comme de l'IC.

1.2 SAVOIR, INFORMATION, DONNEES ET CONNAISSANCE

Le concept de Connaissance a évolué depuis que les entreprises s'interrogent sur la façon de la capitaliser. Une approche moderne voit aujourd'hui le jour et dépasse l'approche traditionnelle formelle issue des sciences de l'information.

Patrick Serrafaro, consultant en KM, enseignant chercheur et Président Directeur Général de KAD/KAM International S.Ad, propose une approche formelle pour caractériser la connaissance. Voici les définitions qu'il donne des termes *données* et *connaissances* (Serrafero, 2000, p. 3) :

- *« la donnée est une information explicite, typée et valuée. Quand elle est alphanumérique, la typologie des données est limitée : booléen, entier, réel, texte, énuméré, objet. L'exploitation informatique des données alphanumériques relève de la théorie des systèmes de gestion de bases de données (SGBD) […]».*
- *La connaissance est une information contextualisée, de nature explicite ou implicite. Le contexte d'une connaissance permet d'associer une valeur de vérité (vraie ou fausse) à l'information. […] Quand une connaissance n'est pas un fait et ne correspond donc pas à une information explicite, elle correspond alors à une information implicite relevant de mécanismes plus ou moins sophistiqués de raisonnement (dits règles d'inférence) pour être exploitable et produire des faits utiles et de l'information explicite. »*

Dans cette perspective, la *Donnée* et la *Connaissance* sont considérées comme objectivables. Ainsi, ce qui distingue les données des connaissances c'est le caractère « contextualisé » des connaissances qui permet de leur attribuer une valeur de vérité.

A partir de cette vision formelle de la connaissance, Serrafero (2000) établit le modèle Knova qui définit un ensemble de dimensions pour manipuler la connaissance et notamment une unité pour la quantifier : le *cogniton*[17]. Nous n'approfondirons pas la description du modèle Knova. Il s'agit simplement de citer ici l'un des travaux relatifs à la connaissance dans ce champ d'interprétation du concept de connaissance.

[17] *Cogniton : « Le cogniton est défini comme le granule élémentaire de connaissance, non décomposable, d'une compétence métier donnée relevant d'un domaine métier identifié. Son unité de mesure proposée est le Kit (knowledge digit). Son support est l'information dont l'unité de mesure est le bit (binary digit), son contexte est défini par le domaine métier de la compétence propriétaire (ex : compétence : « concevoir un essieu monté » du domaine métier « bogie de train à grande vitesse »). » (Serrafaro, 2000, p.4).*

Cette approche formelle de la connaissance soulève certaines questions. En effet, considérer que la connaissance est une information contextualisée revient à affirmer que l'on doit numériser un « contexte ». Il s'agit alors de définir les éléments du contexte et les relations qu'ils entretiennent entre eux pour les saisir dans le système. Pour Duranti et Goodwin (1992, p. 2), cet objectif est inaccessible : « *it does not seem possible at the present time to give a single, precise, technical definition of context, and eventually we might have to accept that such a definition may not be possible* ». Nous partageons ce point de vue. En considérant que cela soit envisageable, la question qui se pose alors est : quels sont les éléments du contexte à conserver ? Suivant la personne consultée, il est évident que la définition du contexte et des éléments pertinents pour le caractériser seront différents. Lorsqu'un concepteur attachera de l'importance à certains critères ou certaines circonstances, un autre concepteur d'un autre métier, proposera d'en considérer d'autres. Le client, le responsable marketing ou le chef de projet auront également leur propre définition du contexte. Quelle est alors la définition à choisir ? Le contexte est indubitablement une donnée subjective. Il y a autant de définitions du contexte qu'il y a d'acteurs de la situation. On peut alors imaginer un outil qui centraliserait chacune des définitions du contexte de décision, mais quelle serait alors son opérationnalité ? Chaque acteur devrait se plonger dans un réseau d'informations complexes pour le mettre à jour. Que faire en cas de désaccord sur une donnée ? Il est évident qu'une telle entreprise est difficilement envisageable et probablement destinée à échouer. De plus, comme le rappellent Duranti et Goodwin (1992), l'action est située et les sujets agissent en fonction de leur propre perception de la situation à un moment donné ; il n'y a donc pas un contexte, mais autant de contexte qu'il y a d'acteurs au cours de l'action. Caractériser un contexte « objectif » en croisant les subjectivités aurait une valeur explicative nulle puisqu'il s'agirait en réalité d'une reconstruction artificielle de la situation n'appartenant à une aucune réalité vécue.

Wilson (2002) propose des définitions des concepts d'*Information*, *Donnée* et *Connaissance* plus adéquates selon notre point de vue. Pour ce dernier, *« les connaissances impliquent des processus mentaux de compréhension, d'entendement et d'apprentissage qui se déroulent dans l'esprit et uniquement dans l'esprit, bien qu'ils impliquent des interactions avec le monde en dehors de l'esprit et des interactions avec les autres »* (Wilson traduit par nous, 2002, p. 2). Ainsi pour Wilson, nous exprimons des messages avec des signes oraux et graphiques ou avec des gestes qui portent en eux même non de la connaissance mais ce que l'auteur appelle de « l'information ». Cette information peut être saisie et comprise par un autre acteur qui l'intègrera alors à son propre système de connaissances. Les systèmes de connaissances étant propres à chaque individu, l'information ne sera pas intégrée de façon similaire entre les personnes : *« Les connaissances construites à partir de messages ne peuvent jamais être exactement les mêmes que les connaissances ayant servi de base à l'émission de ces messages» (Wilson traduit par nous, 2002, p. 2).* Cette définition rejoint celle de Tanguy et Villavicencio (2000, p.22) : « *la connaissance est un savoir incarné dans une personne physique. Autrement dit quelque chose qui est su par quelqu'un est une connaissance pour ce quelqu'un. La connaissance renvoie toujours à un possesseur humain à même de la mettre en œuvre, elle est à la base des compétences de tout individu* ». Dans

cette perspective, les objets physiques ou virtuels et les valeurs qui y sont associées apparaissent comme des *« données ».* Si ces données entretiennent des relations entre elles ou sont situées dans un contexte, il s'agira alors *« d'informations ».* Pour Nonaka et Takeuchi (1995), les connaissances relèvent de perceptions cognitives, de savoir-faire et d'expériences qui se combinent au sein des produits ou services conçus. Tanguy et Villavicencio (2000) distinguent le *savoir* qui est une connaissance partagée par un collectif et qui peut alors se définir comme une « information institutionnalisée ».

1.3 LA CONNAISSANCE TACITE ET LA CONNAISSANCE EXPLICITE

Nonaka et Takeuchi (1995) s'inspirent des travaux de Polanyi (1966) et distinguent la *connaissance tacite* et la *connaissance explicite*.

La connaissance tacite est une connaissance personnelle qui relève de l'expérience. D'après Polanyi (1966, p. 4) *« we know more that we can tell » que nous traduisons par « nous savons plus que nous ne pouvons exprimer »*. La connaissance tacite guide en partie l'action et se trouve notamment mobilisée inconsciemment dans des routines. Acquise dans l'action ou dans l'observation de l'action, cette connaissance est contexte-dépendante. Ne faisant office d'aucun formalisme quel qu'il soit, elle demeure inaccessible consciemment et devient alors impossible à exprimer et à communiquer (Braumard, 2002).

La connaissance explicite est son opposé. C'est une connaissance acquise par un apprentissage. Elle est formalisée et peut être transmise via le langage ou d'autres signes permettant d'exprimer des idées. Cette connaissance explicite, en tant qu'intégration d'une information formalisée, peut trouver un support dans l'informatique. Une base de données contenant de l'information permettra d'assurer, sous certaines conditions, la sauvegarde et le transfert des connaissances explicites.

La connaissance implicite est, elle, une forme de connaissance qui peut être explicitable mais que l'on n'a pas explicité.

La capitalisation et le partage des connaissances s'effectuent à plusieurs niveaux suivant Nonaka et Takeuchi (1995) : au niveau de l'entreprise, qui doit mettre en œuvre des ressources pour que ce management des connaissances touche l'ensemble des acteurs concernés, au niveau du groupe, qui doit pouvoir interagir autour de l'information présente sur le système de capitalisation et de partage, et au niveau de l'individu, qui doit accéder au système et le mettre à jour de son propre chef.

Selon ces auteurs, l'information peut évoluer suivant quatre processus qui forment le modèle SECI, pour Socialisation, Externalisation, Combinaison, Intériorisation (cf. Figure 19) :

- De la connaissance tacite à la connaissance tacite : La transmission et le partage de connaissance dans l'activité quotidienne sur le lieu de travail par un apprentissage implicite. C'est un processus de socialisation.
- De la connaissance tacite à la connaissance explicite : l'expérience permet de construire des raisonnements, des concepts, des hypothèses, des modèles. Il faut

alors expliciter, formaliser cette connaissance tacite pour la rendre explicite. C'est un processus d'externalisation.

- De la connaissance explicite à la connaissance explicite : par exemple par la mise en place d'une base de données pour partager et capitaliser de la connaissance. Il s'agit d'un processus de combinaison.
- De la connaissance explicite à la connaissance tacite : L'entreprise est dite « apprenante », un savoir formel lui permet de mettre en place des actions qui produisent des feed-back, et donc de l'information tacite. C'est un processus d'intériorisation.

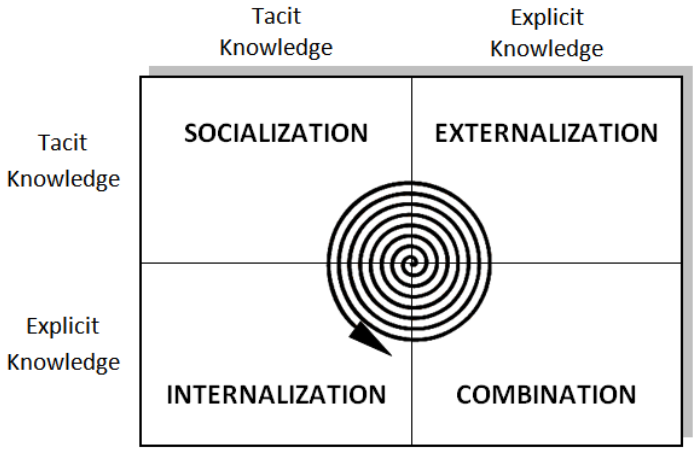

FIGURE 19 : TYPOLOGIE DES MODES DE CREATION DE SAVOIR, (NONAKA & TAKEUCHI, 1995)

Wilson critique ce modèle, car de son point de vue le tacite n'est pas explicitable. Il propose de remplacer dans ce modèle « connaissance explicite » par « information » et « connaissance tacite » par « connaissance », arguant du fait que dans toute connaissance, il y a une part de tacite. Par ailleurs, tout comme Grundstein (2000a), ancien conseiller de direction chez Framatome et responsable des Méthodes et Applications Innovantes dans le domaine des technologies de l'Information, Nonaka et Takeuchi (1995) mettent l'accent sur l'importance de cibler l'information stratégique de l'entreprise. Nous montrerons ultérieurement comment peut se traduire cette volonté d'identifier l'information pertinente.

Pour conclure sur le concept de Connaissance, la vision traditionnelle, dérivée directement des sciences de l'information, qui considérait que la connaissance était de « l'information contextualisée », est aujourd'hui dépassée au profit d'une vision socio-psychologique qui défend l'idée que la connaissance est subjective et ne peut être désolidarisée d'une individualité. En d'autres mots, la connaissance se situe dans la tête des concepteurs et pas ailleurs. L'entreprise de la stocker dans un système informatique est illusoire et toute tentative pour la capitaliser est vaine. On peut, au mieux, capitaliser de l'information. Pour Ballay (2005), consultant en management des hommes et des organisations à EDF et Gaz de France, le KM s'appuie sur les avancées en psychologie du travail et en sciences cognitives (notamment sur la vision de la mémoire non comme une base d'information mais comme un réseau permettant la sélection et la reconstruction d'informations) pour défendre l'idée que le *capital intellectuel* se trouve aussi bien dans les hommes que dans les processus, les outils, ou encore les organisations. Il parle de la nécessité de mettre en place une dynamique de

gestion des connaissances dans laquelle chaque acteur de l'entreprise sera impliqué et participera à l'élan général de gestion de la connaissance.

1.4 LES FONCTIONS DE LA GESTION DES CONNAISSANCES

Les travaux de Ouni et Dudezert (2004) répertorient trois approches pour définir le KM :

- **L'approche Technologie de l'Information - Système d'Information (TI-SI)** : Dans cette première catégorie l'accent est mis sur l'aspect technologique du système, nécessaire pour le support des processus de gestion de la connaissance. Il faut ici rappeler que même si, comme nous l'avons montré ci-dessus (cf. Chap. 4, 1.1), les systèmes manipulent de l'information, leur objectif est bel et bien de gérer de la connaissance.
- **L'approche Tactique** : Dans cette approche on regroupe les articles qui étudient des démarches tactiques de gestion de la connaissance. Ces démarches s'intéressent aux aspects organisationnels et culturels de la gestion des connaissances pour la satisfaction des objectifs stratégiques de l'entreprise.
- **L'approche Systémique** : Il s'agit ici d'une approche transversale qui étudie le système de gestion de connaissances dans son environnement global. Le système de gestion des connaissances évolue par rapport aux contraintes et objectifs stratégiques de son environnement. Dans cette approche, on essaie de décomposer le système de gestion des connaissances en un ensemble de sous-systèmes dont chacun joue un rôle bien défini.

L'approche TI-SI et l'approche Tactique ne font pas partie des domaines que nous étudions. Nous proposons de nous focaliser sur les travaux faits dans l'approche systémique. Grundstein (2000a) propose une approche qui s'inscrit dans ce mouvement systémique. Pour Grundstein, la connaissance doit être caractérisée sous trois points de vue. Il nomme ainsi trois dimensions qu'il appelle *fonctionnelle*, *ontologique* ou *génétique* et dont il donne les définitions suivantes :

- **Le point de vue fonctionnel** consiste à déterminer le degré de contribution d'une connaissance aux objectifs de l'entreprise.
- **Le point de vue ontologique** consiste à déterminer des critères liés aux caractéristiques de la connaissance, afin d'étudier sa vulnérabilité.
- **Le point de vue génétique** consiste à prédire la durée d'usage de la connaissance dans l'entreprise, selon ses objectifs à moyen et à long terme.

Grâce à cette approche multidimensionnelle, Grundstein définit le concept de *connaissances cruciales* et décrit en même temps les fonctions qu'un système de gestion des connaissances doit remplir pour permettre une capitalisation efficace et utile des connaissances. Grundstein (2000a, p. 11) définit les connaissances cruciales comme *« 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. »

Le schéma ci-dessous présente les fonctions de gestion de la connaissance (cf. Figure 20).

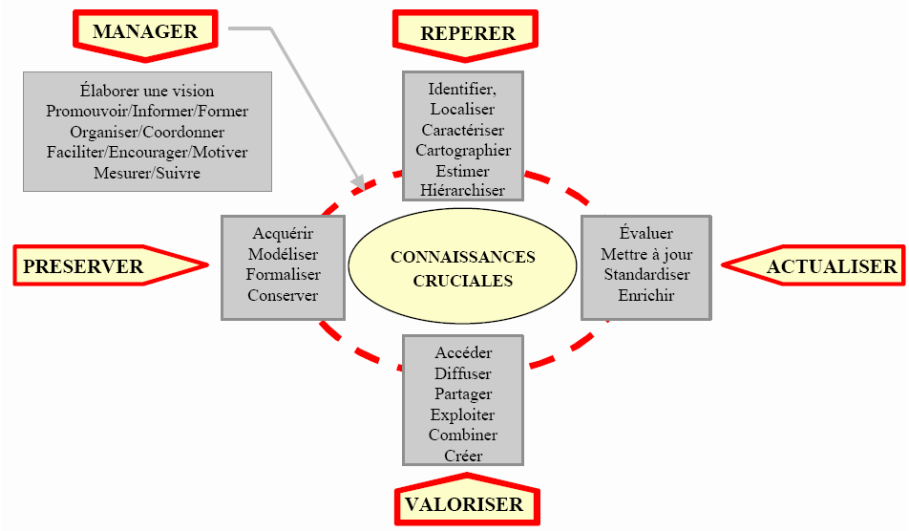

FIGURE 20 : LES FONCTIONS DE GESTION DES CONNAISSANCES CRUCIALES (GRUNDSTEIN, 2000A)

Le schéma résume la vision de Grundstein sur les fonctions que doit permettre un système de gestion des connaissances. Pour chaque fonction, un ensemble de termes permettent de la définir et d'en préciser la portée et l'intérêt.

La fonction Repérer consiste à identifier la connaissance cruciale. C'est-à-dire à la repérer et à la différencier de la connaissance non cruciale. Il s'agit de savoir qui la crée et à quel moment dans le processus de conception. Il s'agit également de la caractériser pour savoir quels sont ces supports particuliers et quel est son niveau d'abstraction.

La fonction Préserver permet de conserver les connaissances. Cette fonction implique un travail de modélisation des connaissances et de formalisation de celle-ci qui permet de les faire entrer dans un système type système de *base de données*[18] qui permettra de réaliser des opérations sur ces informations.

La fonction Valoriser a pour objet de diffuser et de partager les connaissances après qu'elles aient été préservées. Il faut alors songer à un système ergonomique accessible aux utilisateurs concernés. L'information pertinente doit être retrouvable par un système de recherche adapté aux utilisateurs.

La fonction Actualiser est une fonction de maintenance du cycle d'enrichissement de connaissance. Il ne s'agit pas de remplir une base de connaissances explicites à sa mise en usage et de ne plus y apporter de modifications. Une base est « vivante », son utilisation doit être dynamique et permettre un enrichissement constant qui assure une capitalisation de

[18] Système de Base de données : L'expression « base de données » est la plus couramment acceptée mais suivant les définitions acceptées, il conviendrait mieux de parler de *base d'informations*.

l'ensemble des connaissances de l'entreprise en même tant qu'une information actualisée pertinente pour les utilisateurs.

La fonction Manager est transversale à toutes les autres fonctions. C'est une fonction qui permet d'assurer l'interaction entre le concepteur qui met la base en application et les utilisateurs. Il s'agit de se renseigner sur les besoins des utilisateurs et en même temps de les informer sur l'outil et son utilisation prévue. Cette fonction est primordiale. Elle passe par des phases de réunion, de présentation, de formation, d'accompagnement. Cette fonction à également l'objectif d'assurer un suivi de la base et de fournir des « *feed back* » sur la façon dont les opérateurs l'utilisent.

Cette nouvelle perspective socio-psychologique de la connaissance rejette l'idée d'un système contenant de la connaissance mais elle ne rejette cependant pas l'idée que la connaissance explicite doit être managée et peut l'être par un système informatique. Même si l'expression « bases de connaissances » n'a pas de sens, cela ne veut pas dire que la production d'outils ou de méthodes d'assistance à la gestion de connaissance est superflue. Dans le paragraphe suivant, nous proposons d'étudier les méthodes et outils qui ont été développés dans le domaine du *Knowledge Management*.

2 LES OUTILS ET METHODES DU KM

2.1 LES METHODES DU KM

Nous reprenons ici l'article de Stephan (2007), consultant de la société Voirin-Consultant, qui propose une critique d'une liste des méthodologies les plus connues dans le domaine de la gestion des connaissances. Stephan distingue les méthodes rédactionnelles et les méthodes de modélisation de processus et de systèmes de connaissances.

Les méthodes rédactionnelles les plus connues sont : la méthode REX[19], la méthode CYGMA[20], la méthode RPC[21]. Elles interviennent dans le processus de formalisation des

[19] La méthode REX (Retour d'EXpérience) Cette méthode a été développée par le CEA (Conseil de l'Energie Atomique) afin de rendre pérennes les connaissances acquises lors de la conception de réacteurs nucléaires. Elle est composée d'une méthodologie de formalisation des connaissances ainsi que d'un logiciel qui gère les éléments d'expérience recueillis grâce à la méthodologie. Ces éléments peuvent être de natures différentes : documents écrits, schémas, images, etc. Le procédé REX construit un *système de connaissances* par la mise en oeuvre de onze procédures qui vont de l'identification des connaissances à capitaliser à la diffusion de ces connaissances.

[20] La méthode CYGMA (CYcle de vie et Gestion des Métiers et des Applications) Cette méthode a été créée par la société Kade-Tech afin de capitaliser des connaissances liées à la vie d'un produit manufacturé. La démarche de mise en oeuvre de CYGMA est de partir du besoin des équipes de terrain pour construire un livrable qui permettra le transfert de connaissances.

[21] La méthode RPC (Rédiger pour Partager des Connaissances) : l'objectif est de cadrer la formalisation d'un ensemble de connaissances. La formalisation des processus se divise en trois étapes : cadrer le contenu ; identifier les sources qui détiennent les connaissances ; structurer le domaine de connaissances décrit.

connaissances lorsqu'il s'agit de produire un écrit. Elles constituent des cadres qui vont permettre d'exprimer des notions ou processus en langage libre mais suffisamment réfléchi pour que les informations ainsi recueillies soient véhiculées sans ambiguïté.

Les méthodes de modélisation de systèmes de connaissances ont pour objectif la création d'un schéma, d'un processus qui rend visible les interactions entre les différents éléments de connaissance.

Parmi les plus connues, on trouve :

- **La méthode MASK** (Method for Analyzing and Structuring Knowledge)[22] ,
- **La méthode CommonKADS** (Knowledge Analysis and Design System/Support)[23]
- **La méthode KOD** (Knowledge Oriented Design)[24].

Ainsi, il existe plusieurs méthodes de management de la connaissance. Il semble que pour une étude à court terme les méthodes rédactionnelles soient plus adaptées, ceci car elles dispensent l'intervenant de modéliser le domaine tout en occasionnant une modification en douceur des pratiques de l'entreprise.

2.2 LES OUTILS DU KM

Il existe des outils de différentes natures. La méthode CYGMA propose entre autre la mise en place d'une Banque de Connaissances et d'une Base de Connaissances qui représentent deux outils qu'il est intéressant de distinguer (Serrafero, 1997, p.8).

- « ***la Banque de Connaissances*** *: il s'agit d'un contenant dont le support est l'hypertexte. La banque de connaissances permet une informatisation multimédia du bréviaire de connaissances afin d'en faciliter la consultation par les mécanismes de références croisées des hypertextes. L'ergonomie de sa consultation (par mot-clef, par navigation thématique,…)*

[22] La méthode MASK : Créée par Jean-Louis Ermine, son objectif est de modéliser les connaissances, c'est-à-dire de les formaliser sous une forme graphique qui rend visibles les interactions entre chaque élément de connaissance. Neuf modèles-types ont été établis pour modéliser les différents aspects d'un système de connaissances – les tâches, les concepts, les phénomènes, etc.

[23] La méthode CommonKADS (Knowledge Analysis and Design System/Support) Conçue en 1985 par Anne Brooking, Joost Breuker et Bob Wielinga, son objectif est de proposer un processus d'acquisition des connaissances afin de modéliser l'ensemble des connaissances d'une organisation. La démarche de mise en oeuvre de cette méthode fait intervenir un auditeur qui, à partir d'entretiens avec les différents experts de l'organisation, va déduire les modes de fonctionnement soit d'une personne (expert) soit de l'organisation.

[24] La méthode KOD (Knowledge Oriented Design) : La méthode a été créée dans les années 1980 par Claude Vogel. Le principe est de modéliser une connaissance en se fondant sur trois modèles – le modèle pratique, le modèle cognitif et le modèle informatique – combinés à trois paradigmes de comportement – l'être, le faire et le dire -. Cette méthode préconise une démarche par laquelle l'auditeur interviewe les personnes ressources de la connaissance et va interpréter leur discours afin de modéliser une spécification de l'expertise.

et sa facilité de distribution (par reproduction de son support numérique) en font un excellent outil de partage et d'enrichissement de la mémoire technique de l'entreprise ».

- **la Base de Connaissances** : il s'agit d'un contenant dont le support est la règle informatisée. La base de connaissances est la forme la plus sophistiquée et la plus puissante d'informatisation des savoir-faire de conception (tout au moins ceux qui sont formalisables sous forme d'information). Ils sont alors exploitables par un moteur d'inférence, véritable algorithme de simulation des raisonnements déductifs. L'objectif est alors de fournir, en temps réel, une assistance permanente aux décisions de conception de l'utilisateur à l'aide d'une application métier dont la finalité est la conception assurée par les connaissances (nous dirions par les informations). L'ensemble des valeurs possibles des paramètres de conception et des formes géométriques candidates sont constamment encadrées par des domaines de valeurs numériques et géométriques montrant, à tout instant et a priori à l'utilisateur, les degrés de liberté restant dans son activité de conception. Afin de trouver la solution optimale, plusieurs solutions de conception possibles peuvent être explorées automatiquement ou interactivement grâce à un mécanisme de gestion d'hypothèses et de retour arrière du moteur d'inférence. Toute solution trouvée est réputée conforme à l'ensemble des savoir-faire de conception stockés dans la base de connaissance de l'application métier. Les bases de connaissances reposent sur des moteurs d'inférences. Ces moteurs d'inférence doivent, dans une certaine mesure, interpréter les informations dont ils disposent en mémoire. Comme l'exprime Charlet (2002, p. 19) : « *les SBC manipulent des représentations symboliques selon des prescriptions formalisées lors de la modélisation des connaissances. Ces représentations s'expriment à l'aide de primitives qui renvoient à des notions du domaine […] ces représentations peuvent et doivent se rapporter à des expressions interprétables dans le domaine par tout spécialiste* ». Ainsi, Les SBC doivent disposer d'une sémantique pour pouvoir conserver des informations mais aussi d'une syntaxe pour pouvoir manipuler ces informations. Ces systèmes, qui mettent en place une certaine forme de raisonnement et qui disposent d'informations très spécialisées, assument alors le rôle de véritable agent de la conception et prennent le nom de « systèmes experts ».

La mise en place d'un système expert n'est pas l'objet de notre travail et il est inconcevable de se lancer dans une telle opération. La mise en place d'une banque d'informations, est cependant bien plus abordable aussi bien sur les aspects techniques que sur les aspects organisationnels. Elle semble de plus particulièrement bien adaptée pour les problématiques de capitalisation et de diffusion des connaissances explicites et pour le suivi des décisions techniques.

Nous venons de présenter un certain nombre d'outils et de méthode dont l'un, *banque de connaissance*, semble adapté à une étude sur le court terme pour une organisation disposant de peu de ressources techniques et humaines. Il faut alors se demander : Quelles sont les retombées de ces méthodes par rapport aux objectifs fixés ? Nous proposons d'étudier les conséquences de la mise en place d'un système expert de gestion de la connaissance dans le paragraphe suivant.

2.3 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU KM

Nous proposons dans cette section une discussion sur les bénéfices et les problèmes que suscite la mise en place d'outils de gestion de la connaissance.

Suivant les études, les bienfaits de la mise en place d'un système de gestion de la connaissance sont nuancés. Le KM étant une discipline relativement neuve, il est difficile d'avoir un point de vue tranché sur les bienfaits de ces systèmes. Quand certains y voient une génération d'outils révolutionnaires qui permettent de concevoir par la connaissance et cela de manière automatisée, d'autres y voient un outil minimisant le pouvoir de l'humain et étant à l'origine d'une surcharge de travail considérable. Les résultats chiffrés sont difficiles à obtenir du fait de la complexité des situations dans lesquelles les outils sont implantés et de la quantité des facteurs ayant une influence dans sa mise en place. La valeur ajoutée de tels systèmes n'est pas encore reconnue par l'ensemble de la communauté du KM.

2.3.1 LES BENEFICES DES OUTILS DU KM

Serrafero (1997) défend l'idée que les outils de KM apportent une valeur ajoutée très importante aux performances de l'entreprise, notamment concernant les délais de conception (cf. Tableau 2).

TABLEAU 2 : TABLEAU DU GAIN DE TEMPS A LA MISE EN PLACE D'OUTIL DE KAD/KAM (SERRAFERO, 1997)

Génération	Définition papier	Définition numérique	Validation physique	Validation virtuelle	Total Processus	Gain relatif	Gain cumulé
Manuelle No-AO	100 h	-	100 h	-	**200 h**	-	-
Essais virtuels	100 h	-	10 h	50 h	**160 h**	-20%	-20%
DAO	10 h	50 h	10 h	50 h	**120 h**	-25%	-40%
CAO intégrée	10 h	50 h	10 h	5 h	**75 h**	-37%	-62%
KAD/KAM	10 h	5 h	10 h	5 h	**30 h**	-46%	-85%

Les outils de CAO permettaient un gain cumulé de temps de l'ordre de 60% par rapport aux outils de DAO. Les technologies du KM permettent de gagner encore plus de temps, puisque la réduction des délais et de l'ordre de 85% par rapport à la génération d'outils précédente. Lorsque la définition numérique du produit est effectuée grâce à l'assistance d'un système expert, celle-ci peut alors être réduite par 10. Le temps pour le processus complet se trouve alors divisé par deux par rapports aux systèmes de CAO. Ce gain de temps est d'autant plus remarquable, que ce n'est pas l'unique avantage des outils du KM.

L'avantage de délaisser le soin à un outil de KM de la définition numérique du produit et que ce procédé assure une conception par les connaissances. Aucune des pièces modélisées ne peut violer les règles de conception qui ont été entrées dans la base, à moins qu'un concepteur intervienne et force l'opération, les anomalies de conception sont quasiment impossibles.

Les outils du KM présentent un troisième avantage non négligeable. En plus d'une fiabilité accrue et d'une réduction des délais, l'utilisation de ces outils offre la possibilité de rédiger des documents fonctionnels de manière automatique, ce qui réduit alors considérablement la charge de travail. Les schémas fonctionnels, la maquette numérique, le dessin de

définition ou encore la gamme d'usinage peuvent être générés automatiquement. Auparavant, seul le dessin de définition pouvait être généré par les outils de CAO, et il fallait encore faire générer la maquette par un concepteur.

Enfin, les systèmes experts reposent sur une base de données qui permet de stocker, en plus des règles de conception, l'ensemble des projets et des études qui sont réalisés par l'entreprise. C'est systèmes se présentent alors comme des outils assurant la fonction de capitalisation des connaissances (nous avons vu cependant vu que stocker de l'information n'était pourtant pas suffisant pour capitaliser de la connaissance) tout en fournissant une assistance à la prise de décision.

En résumé, les bénéfices des outils du KM peuvent être très nombreux. La mise en place d'un système expert semble réellement profitable pour une entreprise : la réduction des délais, la capitalisation de connaissances, le respect des règles de conformités, l'assistance à la prise de décision, etc. Cette vision élogieuse défendue par Serrafero (1997) est cependant relativement partiale et doit faire l'objet d'une nuance. En effet, même si les outils du KM présentent de nombreux avantages, ils comportent également un certain nombre d'inconvénients dont nous proposons de faire état dans la section suivante.

2.3.2 LES INCONVENIENTS DES OUTILS DU KM

Le principal aspect négatif des outils de KM est le processus de démotivation qu'ils engendrent. Pour Ballay (2005, p. 8), les systèmes actuels peinent à atteindre le seuil de *percolation* c'est-à-dire le seuil de dynamisme et d'intégration dans les pratiques de travail suffisant pour rendre un système de gestion des connaissances efficient :

« Ces bases de connaissances sont bien sûr des outils métiers, et pourtant nous constatons que leur apport reste parfois limité à une accumulation voire à une saturation d'informations. Souvent, elles ont une durée de vie éphémère (cycle d'un projet, dossier d'affaire, dossier de veille...). De plus elles induisent un surcoût d'animation important. Enfin, il est souvent difficile de valoriser une base de connaissances au delà du niveau local où elle a été produite, ce qui en limite considérablement la portée, voire l'annule dans certains cas. »

Ballay, 2005, p.8

Ainsi, un véritable effort d'accompagnement et de motivation doit être entrepris dans chaque projet de mise en place d'un outil de système de gestion de la connaissance. Il faut également veiller à la bonne instrumentation (Rabardel, 1995) de l'outil qui se présente plus comme un outil « d'assistance » à la gestion des connaissances que comme un outil de gestion des connaissances. Ballay (2005) propose ainsi une synthèse des réactions négatives qui peuvent être provoquées par la mise en place d'un tel outil en entreprise. Il en recense cinq qui sont :

- **Le manque de motivation**. Pour qu'une base vive, il est nécessaire qu'un certain nombre d'acteurs de l'entreprise la fasse vivre en l'alimentant. Or, il s'agit pour eux de transmettre dans le domaine 'public' de l'entreprise, des savoirs personnels. Ces savoirs seront automatiquement soumis à l'évaluation des

utilisateurs tiers. En contribuant à la *base d'informations*, on dévoile son savoir et on s'expose à la critique. On prend le risque de formuler publiquement une information erronée et de recueillir un jugement négatif de la part de la hiérarchie et de ses collaborateurs. S'exprimer en public est une situation anxiogène qui entraine une réelle démotivation des acteurs concernés dans l'utilisation d'un outil de partage et de centralisation des informations que représentent les systèmes de gestion de connaissances.

- **La logique de territoire.** Ballay pointe du doigt la méfiance des experts face à un outil qui représente une menace de les déposséder de leur influence. L'outil est un « agent » d'expertise qui peut fournir une analyse contradictoire avec la leur. Les managers de leur côté reprochent à l'outil de servir de plate-forme de communication les relayant à un rôle plus secondaire. L'outil prend le rôle d'intermédiaire de l'information et le manager n'est plus forcément convoqué pour certaines questions d'ordre technique. Il se trouve lui aussi dépossédé d'une forme de pouvoir. Le système expert devient l'intermédiaire à tous les niveaux et prend un pouvoir considérable dans le management d'une entreprise.
- **L'alourdissement de la charge de travail.** Nous citerons ici les termes de l'auteur qui nous dit :

  « Un troisième obstacle est lié à l'ensemble des normes sociales et organisationnelles qui, au-delà de leur objectif d'efficacité collective, produisent du stress, des habitudes, des routines, et de la passivité intellectuelle. Ainsi, nos activités quotidiennes sont jalonnées et structurées par toutes ces normes que sont les procédures, les routines, les règles et les habitudes. Tout cela est simplement antinomique de la connaissance. Ou, plus précisément, cela représente la phase vieillissante de toute connaissance incorporée. Ces « vieilles connaissances » produisent chaque jour de l'efficacité puisqu'elles sont consensuelles et incorporées dans nos automatismes ; mais dans le même temps, elles constituent un obstacle épistémologique et psychologique à tout renouvellement, à tout changement. Or la connaissance est fondamentalement un processus de transformation. »

  Ballay, 2005, p. 5

  Ainsi, même si un outil s'avère utile sur le long terme, il représente nécessairement une surcharge de travail dans le court terme. Plus les pratiques sont modifiées et plus la surcharge de travail visant à mettre en place de nouveaux automatismes sera importante. L'alourdissement de la charge de travail est probablement le facteur principal de démotivation à utiliser un système expert.

- **La quantité effective de travail à fournir.** Dans certains cas, chercher à réutiliser des connaissances issues de l'expérience de l'entreprise n'est pas un processus aussi trivial que ce que l'on pourrait penser. Il faut avant d'utiliser les informations de la base, il faut se les approprier. Nous retrouvons ici les problématiques ayant amené à la nouvelle définition de la connaissance. La

connaissance n'est pas seulement une information contextualisée mais une information intégrée dans un système de connaissances. Comme dit Ballay (2005, p.6) : « *La connaissance n'existe qu'au moment où un être humain l'actualise dans son esprit et dans ses gestes ».* Un concepteur qui veut utiliser « une connaissance » de la base de connaissance doit avant tout intégrer lui-même cette connaissance s'il désire la réutiliser. Il doit en comprendre son mécanisme, ses tenants et ses aboutissants. Cette intégration est nécessaire en raison du contexte changeant. Une connaissance est liée au contexte de son utilisation. Le contexte de sa première utilisation et de sa réutilisation n'est pas le même et une adaptation de celle-ci est nécessaire. Ce travail d'intégration de 'la connaissance' n'est pas toujours pris en compte mais il représente pourtant un frein très important à la mise en place des systèmes experts. Nous faisons ici remarquer que l'adaptation d'une solution d'un contexte donné à un autre contexte est l'illustration d'un raisonnement analogique. Le système expert représente une mémoire et une assistance technique au raisonnement analogique à partir de cas. Il est visible qu'il ne peut cependant pas fournir une solution sans l'aval du concepteur.

- **le risque de se comporter en « moutons de Panurge »**. Si la capitalisation et la réutilisation de connaissances deviennent un mécanisme trop naturel, l'innovation risque d'être délaissée au profit d'*une ingénierie régulée sur le principe de réutilisation. Il n'y a plus la culture de discussion et de débat* autour des solutions. De la même façon, la veille technologique permettant de se tenir à jour des nouvelles technologies et des solutions développées par les concurrents risquent d'être mises à l'écart. Le processus de conception devient un processus « passif ». Comme le dit Ballay (2005, p. 6) *« Trop de capitalisation peut finalement étouffer des opportunités d'innovation et de changement ».* L'envie de réutiliser ce qui a déjà fait ses preuves est très grande et prime naturellement sur l'envie d'innover qui comporte une charge de travail supplémentaire. L'innovation concerne rarement l'ensemble du produit. Même un produit innovant repose sur des connaissances déjà utilisées. Le système expert peut représenter un frein, plus ou moins important à l'innovation, sans pour autant l'empêcher.
- **L'absence des raisons des choix de conception** : Les outils experts, même s'ils permettent de connaître les règles de conception mobilisées pour élaborer une solution, ne prennent pas réellement en charge le suivi des prises de décisions techniques. Ils ne conservent pas les principes de solutions alternatifs envisagés qui sont délaissés au cours du processus de conception. Le suivi concerne donc uniquement la solution finale retenue et ne constitue donc pas une réelle mémoire du processus. En effet, les systèmes experts ont vocation à assister la prise de décision et non pas à conserver les raisonnements et les informations dont se sont servis les concepteurs pour faire des choix technologiques. Ces outils ne permettent donc pas de remplir la seconde dimension identifiée par Brissaud et al. (2003), à savoir la dimension argumentative. La fonction de traçabilité des

décisions de conception que s'attache à remplir le DR n'est donc pas assurée avec les outils de KM.

2.4 CONCLUSION

Nous venons de présenter comment les entreprises répondent à leur besoin de capitaliser et de partager la connaissance créée pendant un processus de conception. Leurs approches s'inscrivent ainsi dans un mouvement pragmatique dont les résultats sont motivés par la recherche de gain de productivité. La connaissance est primordiale dans le domaine de l'ingénierie. Ballay (2005, p. 8) qui nous dit que « *la connaissance, et plus largement le capital intellectuel, est considérée par la plupart des observateurs et des acteurs économiques, comme l'actif essentiel pour la performance des entreprises, aussi bien par exemple en termes de productivité, de marketing, ou de capacité d'innovation.* » Il est évident qu'une entreprise vendant de l'ingénierie, vend avant tout une expérience et un savoir-faire plus qu'un artefact. La connaissance est donc ce que vend l'entreprise et il parait donc primordial de la gérer convenablement.

La première tendance, issue de la théorie de l'information était de considérer que les connaissances étaient de l' « information contextualisée ». Ce principe parfaitement en accord avec bon nombre de théories dominantes dans le domaine de la recherche a néanmoins été supplanté par une approche psychologique issue de l'IC considérant que la connaissance se trouve dans la tête des individus et qu'elle ne peut être que subjective. Dès lors que ce précepte est posé, l'ensemble des objectifs du KM s'en trouve modifié. Il ne s'agit plus de fournir des outils de capitalisation de connaissances mais des outils d'assistance à la production, au partage et à la conservation des connaissances explicites. Il s'agit d'assister le partage et la capitalisation d'informations mais l'utilisation de ces connaissances nécessite un processus d'intégration qui ne pourra être fait par, et seulement par, les individus eux-mêmes.

Traditionnellement, les outils élaborés et utilisés sur le terrain prennent la forme de systèmes experts reposant sur des moteurs d'inférence contenant des règles et les procédures d'un domaine entier. Basé sur l'élaboration d'une modélisation d'un domaine de connaissances leur développement est fastidieux et leur complexité considérable implique un long travail pour les intégrer aux pratiques des concepteurs. Ces outils ont l'objectif d'assister la prise de décision et ne conservent pas les raisonnements permettant de parvenir à ces décisions. Ainsi, le processus argumentatif n'est ni décrit ni expliqué. A fortiori, les mécanismes interactionnels par lesquels s'effectuent la prise en compte simultanée des multiples contraintes n'est pas caractérisé. Les travaux du KM en fournissant des définitions et des concepts apportent des éléments de réponses notamment en ce qui concerne la nature d'une connaissance et les fonctions permettant de les rendre exploitables par l'entreprise. Ainsi, même si les outils du KM supportent l'argumentation en favorisant notamment les activités collectives, ils ne permettent pas de comprendre comment elle se construit et quels sont ses mécanismes.

Au terme de cette réflexion sur le KM nous concluons notre cadre théorique. La section suivante est une synthèse qui permet de récapituler notre approche pour expliciter la problématique sur laquelle ont porté nos recherches. Elle ouvre la voie à la réflexion méthodologique de cette thèse.

CONCLUSION ET PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Résumons rapidement le fil de notre argumentaire.

Nous voulons assister des activités de conception collaborative. Les théories de l'action semblent pouvoir être unifiée dans une Théorie de l'action qui considère que les activités émergent de la dynamique des interactions. L'interaction devient donc notre focus d'analyse. L'activité est située et distribuée sur des personnes et des artefacts, il s'agit donc d'adopter une démarche qui prenne en compte ces caractères relevant à la fois de la psychologie et de la sociologie. Nous choisissons alors d'utiliser une méthode socio-psychologique s'inscrivant dans le cadre du socioconstructivisme et issue des champs théoriques du CSCL, de l'argumentation, des dialogues centrés sur la tâche et de l'interactionnisme qui propose une méthode d'analyse des interactions en situation de débat : la méthode RAINBOW. La conception collaborative en tant que lieu de négociation entre divers acteurs est assimilée à une situation de débat et la méthode RAINBOW, à condition d'être adaptée au contexte de la conception de produit, devient un outil adéquat pour analyser des interactions. Approcher la conception collaborative sous l'angle du débat implique un questionnement théorique nécessaire sur les situations de débats et notamment sur les travaux en argumentation. Ce choix nous oriente alors vers le domaine du *Design Rationale* qui propose d'étudier l'argumentation à la base de l'activité collective de conception. Cependant, nous montrons que le DR présente d'importantes limites théoriques comme opérationnelles. Nous ne pouvons dès lors plus nous inspirer des méthodes ou des outils de ce domaine et choisissons donc de conserver uniquement les notions centrales de l'argumentation en conception, à savoir : le critère, le couple problème-solution et la conjecture. La prise en compte de ces concepts dans notre analyse socio-psychologique menée avec RAINBOW, doit nous permettre de comprendre comment les interactions de nature argumentative permettent l'émergence des activités de conception. Notre problématique de thèse devient alors : **Peut-on repérer une dynamique des interactions en conception collaborative de produits industriels qui nous aide à accéder à une compréhension de l'activité des concepteurs ? Si oui, comment peut-on caractériser cette dynamique ?**

Notre entreprise ayant une dimension prescriptive il faut également déterminer le cadre de notre action prescriptive. Le *Knowledge Management* en fournissant des principes issus directement du milieu industriel fournira le cadre de notre action prescriptive. Ce nouveau champ théorique nous permet alors de mettre au point une méthodologie d'intervention en entreprise. Notre intervention prescriptive, forte des hypothèses de recherches que notre analyse aura définies, prendra alors la forme que les outils du KM préconisent en cherchant

notamment à satisfaire les fonctions que Grundstein (2000a) décrit dans la gestion de l'information.

Notre problématique de recherche se voit enrichie d'une dimension pratique. Désireux de mettre en applications nos résultats, il faudra alors nous demander **quelle est la méthode ou les outils, reposant sur les mécanismes interactionnels, qui peuvent être développés et mis en application dans un contexte d'entreprise industrielle ayant déjà sa culture et ses pratiques ?**

Nous abordons à présent un chapitre méthodologique décrivant la méthode scientifique que nous avons mise en œuvre pour répondre à notre problématique.

Chapitre 5.
CADRE METHODOLOGIQUE

Dans ce chapitre, nous décrivons comment notre positionnement théorique a orienté nos choix méthodologiques. Nous montrons notamment comment nous utilisons une méthode de catégorisation des interactions (RAINBOW) malgré nos multiples emprunts à l'ethnométhodologie qui pourtant refuse une telle démarche. Notre méthode s'inspirant de la DRM convoque simultanément une approche ascendante et une approche descendante et permet, à travers un cycle itératif, d'approfondir l'analyse tout en la questionnant. Dans la seconde partie de ce chapitre, nous explicitons précisément comment nous prévoyons de mener les études de cas futures.

---

1 UNE METHODE INSPIREE DE LA DRM

Les chercheurs et les industriels ont des problématiques qui leur sont propres. Il existe des problématiques « industrielles » et des problématiques « scientifiques » bien distinctes et qui demandent la mise en place d'un véritable dialogue pour parvenir à les faire converger. Les industriels sont demandeurs de résultats concrets leur permettant d'améliorer leur productivité. Les chercheurs, eux, ont pour objectif l'édification d'un savoir plus générique. Un de nos objectifs est de relier les résultats issus de notre étude avec les connaissances théoriques établies dans le domaine de la conception industrielle afin de fournir des résultats qui soient opérationnels. Par opérationnels, nous entendons exploitables directement sur le terrain. Ces résultats prendront alors la forme d'outils d'assistance ou de méthodes pour favoriser l'argumentation en conception.

Chalmers (1987) prétend qu'il existe deux voies scientifiques permettant de construire des connaissances dans un domaine scientifique : une voie ascendante et une voie descendante (cf. Figure 21).

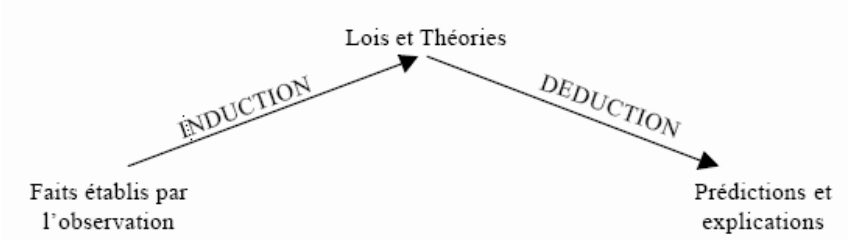

FIGURE 21 : METHODES DE RECHERCHE "BOTTOM-UP" ET "TOP-DOWN" DE CHALMERS (1987)

La voie ascendante, qui prend le nom de raisonnement « bottom-up » en anglais, s'apparente à l'approche empirico-inductive de Bucciarelli (1988). Cette approche ne cherche pas à valider des hypothèses élaborées au préalable par la recherche. Elle doit au contraire se faire avec un œil naïf et se détacher de tous les préétablis provenant des connaissances du domaine. Elle permet d'ouvrir le champ d'observation et de ne pas analyser une situation avec un regard pré-centré sur ce que les chercheurs souhaitent montrer. L'intérêt est de parvenir à découvrir des phénomènes auxquels on ne s'attend pas. L'approche descendante, ou « top-down », est l'approche hypothético-déductive de la démarche scientifique classique. Suivant cette approche, des hypothèses préalablement établies sur la base de connaissances théoriques doivent être validées, ou invalidées, au terme d'une étude scientifique.

Ces deux voies entretiennent un lien étroit avec la nature des résultats qu'elles sont susceptibles de fournir et donc, avec les questions de recherches auxquelles elles apportent des réponses. L'approche empirico-inductive se veut descriptive et se trouve donc sujette à fournir des résultats de nature qualitative (Anadón & Guillemette, 2007). Reposant sur un recueil de données (interviews, observations, etc.), elle fournit une grande quantité de données qui nécessitent un travail long et complexe pour les traiter. Le recueil et l'analyse des données se déroulent en plusieurs phases successives qui se construisent au fur et à

mesure et dépendent des résultats obtenus antérieurement. On parle alors de *design émergeant* (Anadón & Guillemette, 2007). Becker (2009) propose une description du processus que suit une recherche classique qualitative :

« la bonne recherche qualitative est un processus itératif, dans lequel les données collectées au moment T1 informent les opérations de collecte de données effectuées au moment T2. Les bons chercheurs savent qu'ils commencent leur travail en ne sachant que très peu de choses sur leur objet d'étude, et utilisent ce qu'ils apprennent jour après jour pour guider leurs décisions ultérieures quant à savoir quoi observer, qui interviewer, que chercher, quelles questions poser. Ils interprètent les données à mesure qu'ils les obtiennent, sur des périodes de plusieurs mois ou plusieurs années, sans attendre (comme on le fait, par exemple, dans le cas d'un sondage) de les avoir toutes pour commencer à réfléchir à ce qu'elles signifient. Ils élaborent des interprétations préliminaires, posent les questions que ces interprétations suggèrent et qui leur serviront de test, puis retournent sur le terrain collecter les données qui rendront ces tests possibles ».

Becker, 2009, p.6

Au niveau méthodologique, la légitimation de la connaissance construite de manière qualitative repose sur l'élaboration d'un consensus intersubjectif entre chercheurs mais également entre chercheurs et participants (Anadón & Guillemette, 2007). Comme le souligne Clénet (2006, p.64), s'inspirant des travaux de Le Moigne (1990), « *on peut rendre compte activement des processus qualitatifs par la modélisation systémique* ». En effet, l'approche systémique à vocation à traiter des questions de recherche avec exhaustivité, c'est-à-dire en traitant un ensemble de dimensions que les recherches qualitatives s'attachent aussi à étudier : les causes et les conséquences d'un phénomène, ses composants constitutifs et leurs relations, sa place dans un système plus large, les phénomènes endogènes ou exogènes émergent, etc. En sciences humaines, la recherche qualitative se présente comme une démarche de compréhension des apprentissages humains et des phénomènes sociaux (Clénet, 2006), la finalité étant la compréhension et l'interprétation que les individus font de leurs propres expériences. Un travail approfondi ne pouvant être mené sur un grand nombre d'individus ou de situation, sa validité externe s'en trouve alors réduite et les études qualitatives sont souvent réservées à des phases de recherche exploratoire.

L'approche qualitative présente un biais important qui provient du phénomène dit d'*abduction* (Anadón & Guillemette, 2007). Ce phénomène suppose que le choix d'une situation à étudier comme l'analyse qui en est faite ne peuvent pas être vierges des aprioris théoriques du chercheur qui les fait. Le chercheur qui analyse des données, soulève des questions, prend des décisions, le fait en fonction de son savoir qui lui-même est composé de connaissances théoriques. Nous verrons ultérieurement comment ce biais peut être contourné.

De l'autre côté, l'approche hypothético-déductive adopte une démarche visant à confirmer ou infirmer une théorie à partir de présupposés théoriques. La théorie devra alors être

testée sur le terrain et validée ou invalidée. Ce travail d'évaluation d'une hypothèse prend traditionnellement la forme d'une expérimentation. L'expérimentation apparaît comme une situation artificielle dans laquelle les conditions sont contrôlées de façon à montrer qu'un ou plusieurs facteurs sont responsables d'un phénomène. Ces expérimentations nécessitent généralement la prise en compte et la mesure d'indicateurs prédéterminés. Les mesures relevées font alors l'objet d'un travail statistique visant à démontrer de manière mathématique que l'influence d'un facteur sur les résultats obtenus est significative. L'analyse porte donc sur des mesures et fournit des résultats d'ordre quantitatif.

Il faut bien noter que si toutes les approches empirique-inductive sont de nature qualitative, la réciprocité n'est pas vraie : les approches qualitatives ne sont pas nécessairement inductives. On peut par exemple chercher à démontrer un phénomène identifié théoriquement avec une approche qualitative. Par exemple, en analysant un texte argumentatif pour décrire la qualité des arguments, avec pour hypothèse que les textes du groupe A seraient de meilleur qualité que ceux du groupe B. Dans ce cas, il s'agira d'une recherche déductive utilisant une méthode qualitative. Les approches hypothético-déductives ne sont pas exhaustivement d'ordre quantitatif.

Les approches ascendantes et descendantes peuvent cependant être combinées. La méthode empirico-inductive, qui permet de formuler des hypothèses sans avoir d'apriori, peut être complétée dans un second temps par une seconde approche descendante permettant de vérifier les résultats dans un cadre expérimental. Nous proposons justement de présenter une méthode hybride permettant d'analyser les situations de conception avec cette double approche montante et descendante. La DRM[25] de Blessing et Chakrabarti (2002) est une méthode de recherche spécifique à la conception qui propose une double approche à la fois montante et descendante reposant sur un cycle de description-prescription pour caractériser une situation de conception.

1.1 LA DRM : DESIGN RESEARCH METHODOLOGY (BLESSING & CHAKRABARTI, 2002)

La DRM de Blessing et Chakrabarti (2002) est une méthode qui a l'objectif de fournir un cadre analytique rigoureux aux recherches en conception. Elle propose une séquence d'analyse en quatre étapes s'organisant autour d'un processus itératif et permettant ainsi une continuelle remise en question des résultats d'expérimentations. (cf. Figure 22).

[25] DRM : Design Research Methodology qui se traduit par Méthodologie de Recherche en Conception.

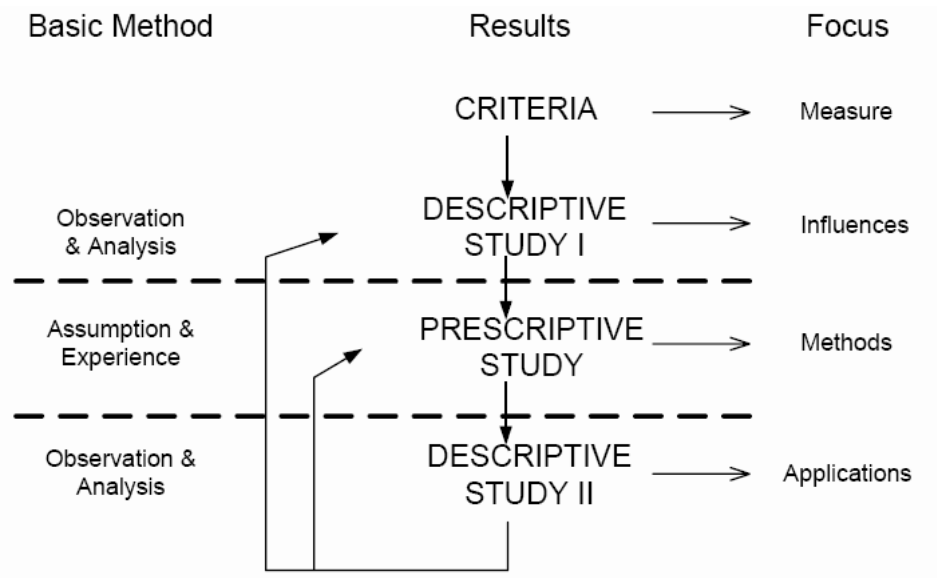

FIGURE 22 : SCHEMA DE LA DRM (BLESSING & CHAKRABARTI, 2002)

Le schéma ci-dessus représente l'organisation des quatre étapes de la DRM :

- **La première étape** consiste à définir l'objet d'étude et notamment à identifier les critères de succès pouvant représenter des indicateurs à mesurer. Le but de cette étape est de définir les buts que la recherche doit atteindre afin d'orienter l'étude descriptive sur les éventuels facteurs de succès ou d'échecs de ce qu'on désire montrer.

- **La seconde étape** se compose d'une étude descriptive permettant de trouver des mécanismes faisant évoluer les valeurs des indicateurs précédemment identifiés. Il s'agit d'une étape d'observation qui fournit des résultats qualitatifs. Il s'agit ici d'identifier les facteurs influençant les critères de succès identifiés à l'étape précédente. Il s'agit également de comprendre comment ces facteurs influencent ces critères. A la suite de cette identification, l'étude descriptive doit permettre de formuler des pistes pour développer un support à la conception (outil ou méthode). Cette étape aboutit donc à la formulation d'hypothèses (pouvant prendre la forme d'un modèle) devant être éprouvées à l'étape suivante.

- **La troisième étape** est une étape prescriptive qui prévoit l'implémentation d'une méthode ou d'un outil sur les bases des mécanismes identifiés dans l'étape précédente. Il s'agit alors de parvenir à tester les hypothèses formulées précédemment en situations réelles. Il faut alors évaluer l'outil ou la méthode élaboré à l'étape descriptive.

- **La quatrième étape** amène à se questionner sur les résultats obtenus lors de l'étude de prescription. Elle permet de se rendre compte si les solutions proposées et implémentées pour assister les concepteurs sont efficaces (mesure à partir des critères d'influence). La quatrième étape suscite de nouveaux

questionnements qui appellent alors un nouveau cycle pour identifier de nouveaux mécanismes et vérifier leur influence dans une situation.

La DRM apparaît plus comme une méthodologie que comme une méthode au sens ou la définissent Pelletier et Demers (1994). Il n'est pas attendu que chaque étape soit réalisée de façon stricte et approfondie. Suivant les projets, certaines étapes peuvent s'avérées irréalisables ou inutiles. De la même façon certaines étapes peuvent être réalisées en parallèles notamment lorsqu'il s'agit de choisir une technologie pour élaborer l'outil qui supportera l'étape prescriptive. Il est à ce moment là nécessaire d'évaluer si la technologie choisie est efficace dans le contexte d'intervention. La DRM est ainsi flexible dans la séquence des phases d'analyse.

Le grand intérêt de la DRM réside dans la dimension expérimentale, dont l'absence dans les recherches classiques rend alors leurs résultats difficilement exploitables sur le terrain. L'étape prescriptive s'inscrivant dans une boucle itérative d'évaluation représente un véritable moyen de valider à la fois des hypothèses et les supports qui les rendent opérationnelles.

Cette méthodologie a un ainsi triple avantage dans notre approche :

- Premièrement, la première étape descriptive représente une phase d'observation naïve qui permet d'identifier des mécanismes sur la base d'observations empiriques et non uniquement sur la base de connaissances théoriques. Cette phase est en accord avec notre cadre théorique. L'ethnométhodologie reconnait à chaque situation son unicité et applique volontiers des méthodes descriptives pour identifier des points sur lesquels focaliser les analyses. Il s'agit dans cette étape d'une démarche ascendante.

- Dans un second temps, la phase prescriptive visant à évaluer des hypothèses par la mise en place d'un outil ou d'une méthode tout en contrôlant les circonstances des situations convient totalement à notre objectif d'obtenir des résultats prescriptifs et opérationnels sur le terrain.

- Enfin, le troisième avantage provient de son approche évaluative conférant une certaine validité aux outils et méthodes établis avec cette démarche. Nos résultats ayant vocation à être appliqués, il est primordial que les méthodes que nous préconisons fassent l'objet d'une évaluation avant d'être mise en application par les professionnels de l'industrie.

Nous venons de choisir notre méthode d'analyse. Il convient maintenant de se demander comment l'implémenter dans le contexte de notre recherche. En d'autres mots, comment mener les études d'explicitation des critères de succès ainsi que les études descriptives et prescriptives que prévoit la DRM pour analyser l'argumentation en conception ? L'analyse empirique de situations complexes réelles se déroule dans ce qui est communément appelé *une étude de cas*.

1.2 L'ETUDE DE CAS DANS LA DRM

On trouve dans la littérature un certain nombre de définitions de l'étude de cas. Celle que l'on retrouve souvent est celle de Yin (1994) pour qui une étude de cas apparait comme une recherche qui mobilise des sources empiriques multiples pour étudier un phénomène contemporain dans une situation réelle. En d'autres termes, il s'agit d'une observation de terrain pour analyser des phénomènes complexes, qui doit permettre notamment la confrontation de plusieurs experts. D'après David (2004), les études de cas se distinguent :

- des recherches non empiriques,
- des recherches purement expérimentales au sens où on isole un phénomène de son contexte (univers confiné) et où l'on peut contrôler les différentes variables en jeu,
- des recherches dans lesquelles une seule source empirique serait mobilisée,
- des recherches non expérimentales mais qui porteraient sur des phénomènes qu'il est facile de séparer de leur contexte
- des recherches qui porteraient sur l'étude d'un phénomène passé.

Notre objet d'étude, l'activité d'argumentation en ingénierie, représente donc un objet d'étude idéal : c'est un phénomène complexe, qui se déroule quotidiennement dans les entreprises et qui nécessite des analyses croisées pour comprendre les différents facteurs sociotechniques qui l'influencent.

L'étude de cas est pratiquée depuis des décennies par les chercheurs de la plupart des sciences sociales, mais beaucoup semblent continuer à penser que cette méthode de recherche est réservée à des phases exploratoires et ne permet pas d'atteindre la généralisation, condition de scientificité des résultats. La réponse est donnée par David (2004) :

> *« Il faut donc, pour généraliser les résultats d'une étude de cas, être capable non pas seulement de décrire précisément le contexte (telle entreprise, tel projet, etc.) mais aussi, et surtout, de dire de quel genre de contexte il s'agit. Le fait que ce type de résultat soit éventuellement plus conjectural que celui d'une approche quantitative ne change pas grand'chose : un résultat, quel qu'il soit, n'est généralisable que s'il s'accompagne d'un certain nombre de clés permettant de maîtriser un processus de transposition qui reste, en son point de départ, au moins partiellement conjectural. »*
>
> David, 2004, p. 14

Autrement dit, l'étude de cas n'est pas réservée aux phases exploratoires, et elle permet la généralisation des résultats mais à condition que les résultats qu'elle fournit puissent faire l'objet d'une analogie avec une autre situation. Il en résulte la nécessité d'expliciter et, surtout, de « typer » le contexte afin que les résultats obtenus puissent être transposés à un autre contexte du même « type ».

Nous nous devons cependant de considérer une réserve importante exprimée par Yin (1994). Selon lui, l'étude de cas serait peu rigoureuse, ses résultats difficiles à généraliser et

ce type de recherche consommerait un temps trop important, en produisant des documents volumineux et indigestes, en regard de l'intérêt limité des conclusions. En réalité, Yin considère que la généralisation dans les études de cas est de nature différente : il faut généraliser la généralisation et, pour ce faire, considérer la généralisation statistique comme une théorie parmi d'autres de la construction de connaissances. Il est donc exact de dire que les résultats issus de démarches d'étude de cas ne sont pas généralisables selon un raisonnement d'inférence statistique (David, 2004). C'est exactement le positionnement que nous adaptons. Il ne s'agit pas pour nous d'énoncer des vérités absolues sur les règles que doivent suivre, ou suivent, les concepteurs. Il s'agit pour nous de décrire une situation et de mettre en lumière les mécanismes que nous aurons identifiés en vue d'éclairer des situations proches sans pour autant caractériser l'ensemble des situations de conception collaborative. Des études complémentaires comparant nos résultats avec ceux obtenus sur d'autres terrains permettront alors de rendre les résultats plus généraux.

Stake (1994) distingue trois types d'études de cas :

- **L'étude de cas « collective »** : Elle désigne un dispositif de recherche dans lequel plusieurs cas sont étudiés successivement.
- **L'étude de cas instrumentale :** Le cas est analysé à travers une théorie définie au préalable. La recherche consiste à comprendre un phénomène en regard de cette théorie. Par exemple, si l'on étudie une situation de débat selon les principes du socioconstructivisme, il s'agit de mettre au point une méthodologie pour voir en quoi l'interaction sociale a permis à des sujets d'acquérir de nouvelles connaissances. On pourra alors penser à demander à des sujets de rédiger un texte personnel avant et après le débat pour accéder à cet apprentissage.
- **L'étude de cas intrinsèque :** Le cas est analysé à la lumière de multiples théories qui ne sont pas sélectionnées au préalable. La situation du cas est choisie car elle renvoie à un objet d'étude qui intéresse les chercheurs. Au cours de l'analyse empirique, ceux-ci sont amenés à mobiliser plusieurs théories pour essayer de trouver des articulations, des liens logiques entre les différents facteurs de la situation. Dans ce type d'étude, ce sont les théories qui doivent « correspondre » au cas. Le cas devient alors, non pas un élément qui est interrogé par une théorie, mais plutôt un élément qui interroge des théories.

Pour implémenter les quatre étapes de la DRM, nous avons mené successivement deux études de cas.

La première étude est exploratoire et descriptive. Elle a le double objectif de remplir les objectifs des étapes 1 et 2. Cette première étude doit nous permettre d'approcher l'argumentation en conception d'une façon ouverte et de fixer les critères de succès dans un premier temps, puis, des pistes de recherches à approfondir dans un second temps. Même si l'argumentation représente un support pour mener cette étude de cas, il n'en demeure pas moins que c'est la conception collaborative en tant qu'objet d'étude qui a motivé notre recherche. Ainsi, en étudiant l'argumentation en conception, notre attention s'est portée dans un premier temps sur les *théories de l'action* et sur la nature réelle de l'activité de

conception. Puis nous avons étudié le *Design Rationale* qui nous a alors questionnés sur le processus argumentatif et les réponses que les entreprises prévoient pour le conserver ou l'assister. Nous avons alors considéré les outils et les méthodes développés dans domaine du *Knowledge Management*. Ainsi, à travers une analyse empirique guidée par nos réflexions, nous avons successivement mobilisé des théories originales. En cela, la première étude de cas s'inscrit clairement dans le cadre d'une étude de cas intrinsèque.

La seconde étude de cas que nous avons menée va remplir les objectifs de l'étape 3 et 4 de la DRM. Elle contient cependant un premier moment descriptif destiné à étudier si les mécanismes étudiés lors de la première étude de cas sont bels et bien transposables au contexte de la nouvelle étude et si l'outil que nous comptons développer et introduire s'applique à l'activité étudiée. Dans la première étude de cas, nous mettons en exergue les processus argumentatifs par lesquels les concepteurs débattent, et notamment comment sont mobilisées des solutions antérieures et réactualisées. Ces mécanismes identifiés représentent des théories que la seconde étude de cas va permettre de confirmer ou d'infirmer. La validation de ces théories passe par le développement d'outils d'assistance qui seront évalués dans une étude prescriptive. Il s'agit donc d'étudier un cas à partir d'une théorie. La seconde étude de cas est donc bien instrumentale.

La première étude de cas s'est déroulée dans le groupe AB Volvo et la seconde dans une PME du nom de GPI (*Global Process Industry*). Le travail effectué et les résultats obtenus pour chacune des deux études de cas sont présentés dans les chapitres 6 et 7. Nous exposons à présent en détails les méthodes utilisées pour conduire chacune des étapes de la DRM.

2 ETAPE 1 DE LA DRM : LA DEFINITION DES CRITERES DE SUCCES

La première étape consiste à caractériser l'objet d'étude et à identifier les critères de succès. Notre objet d'étude a été largement décrit dans le cadre théorique de cette thèse, il s'agit de l'argumentation en conception collaborative de produits industriels. Nous nous concentrons alors sur les critères de succès de notre recherche. Notre recherche ayant une importante dimension méthodologique, nous proposons de distinguer deux types de critères de succès : *les critères de succès méthodologiques* et *les critères de succès visés par la recherche*.

2.1 LES CRITERES DE SUCCES METHODOLOGIQUES

Les critères de succès méthodologiques ont été explicités dans notre réflexion théorique. Ils sont ceux qui permettront de valider notre méthode comme adéquate au vue des objectifs qui sont les nôtres. Nous les rappelons ici succinctement :

- Nous avons montré que la conception collaborative sert une ingénierie concourante nécessitant la prise en compte des contraintes au plus tôt dans le processus de

conception. La participation de l'ensemble des acteurs concernés et l'expression des contraintes de chacun font donc partie des objectifs principaux de ce mode d'organisation qui vise une intégration large des contraintes. Un critère de succès renvoie donc au taux d'implication des acteurs dans le processus argumentatif.

- Nous avons également montré que l'activité de conception collaborative avait une forte composante humaine. Un critère de succès de notre méthode se trouve dans sa capacité à caractériser la « dimension humaine ». Ce choix méthodologique implique que notre analyse devra considérer chaque acteur de la situation en tant qu'individualité ayant son expérience, ses compétences et ses objectifs propres. La description des profils des acteurs en présence est donc l'un de nos objectifs pour comprendre les tenants et les aboutissants de l'activité argumentative déployée.

- Enfin, nous avons fait le choix de situer notre recherche dans un cadre ethnométhodologique, malgré le fait que nous avons choisi aussi de catégoriser les interactions des concepteurs que nous étudions. Un des critères de succès de notre méthode consiste alors à mener l'analyse d'après le point de vue subjectif des acteurs et à considérer chaque interaction comme une production intentionnelle d'un participant poursuivant un but dans un contexte technique et social particulier.

  Ainsi notre méthode d'analyse sera considérée comme satisfaisante si :

  - elle considère le taux d'implication des acteurs dans le processus argumentatif,
  - elle prend en compte le rôle socio-institutionnel, l'expérience et les objectifs des individus,
  - elle se construit dans une perspective subjective centrée sur l'individu.

Nos critères de succès méthodologiques ainsi explicités, nous présentons les critères de succès visés.

2.2 LES CRITERES DE SUCCES VISES

Les critères de succès visés correspondent aux critères relatifs à notre problématique. Les critères de succès sont donc liés à la pratique qui fait référence. Le critère de succès général repose sur l'identification des interactions collaboratives particulières susceptibles d'accélérer la convergence vers une solution commune.

Ainsi, nous proposons de caractériser la place des interactions relatives à l'argumentation par rapport aux autres interactions (ce sur quoi elles portent, leur place, les acteurs qui les produisent et leur but, etc.). Comment caractériser l'argumentation en vue de favoriser la convergence ?

- Nous avons montré que le processus argumentatif reposait sur une structure qui peut être décrite différemment suivant le domaine dans lequel on se place. Le DR

distingue des éléments de l'ordre du critère ou de la proposition ; la méthode RAINBOW distingue des éléments d'ordre plus fonctionnel comme les arguments et les opinions. Un des critères de succès dans l'élaboration d'un outil d'assistance repose donc sur la capacité de l'analyse à déterminer avec précision les notions du domaine de l'argumentation qui doivent être manipulées pour influencer cette activité.

- Nous avons également l'objectif de trouver une hypothèse de réponse à notre problématique scientifique. Tremblay et Perrier (2006, p. 1) définissent l'hypothèse de réponse à une problématique empirique qualitative de cette façon : *« Dans une recherche empirique qualitative, l'hypothèse concerne un rapport, entre deux ou plusieurs phénomènes, que nous croyons pouvoir constater dans la réalité. On supposera qu'un certain phénomène est la cause d'un autre, ou qu'il en est une conséquence, ou encore que certains rapports combinés entre eux ont des effets particuliers. On évoquera des concepts explicatifs ou on proposera des formes de classification »*. Ainsi, notre étude exploratoire dans le groupe AB Volvo devra permettre de mettre à jour des rapports entre des phénomènes que l'on aura observés et en proposer des explications. Il pourra également s'agir de proposer une classification entre des éléments observés (nous verrons par la suite que les résultats obtenus au terme de notre recherche qualitative prennent la forme de descriptifs qualitatifs mais également d'une classification des interactions observées, cf. Chap. 6, 2.6).

  Ajouté à cet objectif scientifique nous avons également l'ambition de répondre à la problématique de notre recherche appliquée. Notre recherche étant appliquée, nos résultats de recherche doivent être opérationnels. La problématique appliquée s'apparentera alors à la problématique industrielle de notre terrain d'intervention. D'après, Tremblay et Perrier (2006, p. 1), dans une recherche appliquée : *«l'hypothèse prend la forme d'une solution à un problème particulier […] lorsqu'une solution effective est trouvée — une technologie par exemple — alors l'hypothèse se trouve confirmée de manière éclatante».* Ainsi, répondre à une problématique appliquée nécessite l'implémentation d'une méthode ou d'un outil et sa mise en pratique sur le terrain. Cet outil devra représenter une concrétisation de l'hypothèse que nous aurons construite.

Ainsi, notre travail d'analyse sera considéré comme satisfaisant si :

- il explicite clairement les notions argumentatives qu'il étudie, et les relations que ces notions entretiennent. Ces explicitations seront les nôtres, bien que basées sur les interprétations des participants, telles que nous les comprenons.
- il parvient à fournir une explication des phénomènes observés durant l'observation empirique ou une classification d'observables, il fournit des résultats opérationnels sous la forme d'un outil ou d'une méthode basé sur

notre hypothèse scientifique rendant compte de la dynamique du processus argumentatif dans l'activité de conception.

Il faut ici remarquer que les objectifs de notre recherche pratique cherchent à fournir un outil d'assistance à l'argumentation. Dans le cas où l'outil ne s'intégrerait pas dans les pratiques des concepteurs, il conviendrait de poursuivre la recherche (par une nouvelle itération du cycle de description- prescription prévu par la DRM) sans que cela n'amène à considérer que la recherche a échoué. La démarche même de développement et d'évaluation de l'outil/méthode reste un critère de succès dans une recherche pratique.

Les critères de succès ainsi explicités, nous procédons à une description détaillée de la méthode que nous comptons utiliser pour mener à bien l'étape 2 de la DRM, à savoir l'étude descriptive.

3 ETAPE 2 DE LA DRM : L'ETUDE DE CAS DESCRIPTIVE I

Comme nous l'avons dit précédemment, l'étude descriptive a été réalisée en deux temps représentés par un travail descriptif dans deux entreprises différentes : l'entreprise Volvo dans un premier temps, et l'entreprise GPI dans un second temps. Le travail descriptif mené sur le second terrain avait vocation à étudier la « transposabilité » de l'hypothèse de la première étude descriptive.

3.1 LA SITUATION DE CONCEPTION

Le cadre théorique de l'ethnométhodologie pose le contexte comme un des éléments explicatifs centraux pour comprendre pourquoi les acteurs mènent leur activité de la façon dont ils le font.

Une caractérisation du contexte en conception de produit est donnée par Prudhomme, Pourroy et Lund (2007). Selon les auteurs, une situation de conception collaborative est une situation dans laquelle des concepteurs de fonctions et rangs professionnels différents, ayant des expériences et des cultures différentes débattent avec des contraintes de temps, pour élaborer une solution technique qui satisfassent les exigences du client et les contraintes de chacun d'eux. Comme nous l'avons dit, c'est une situation de débat qui n'a pas comme simple objectif de faire réfléchir mais d'élaborer un objet technique ou produit. Ainsi, une situation de conception est composée d'une *tâche* portant sur *un objet*, elle est exécutée par des *acteurs*, elle se déroule dans un environnement *projet*, un environnement *technique* et un environnement *industriel*. Le schéma suivant donne une représentation graphique de la situation ainsi définie (cf. Figure 23).

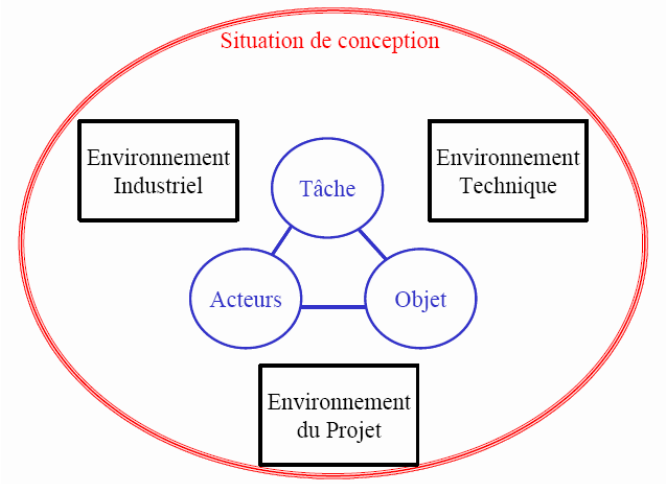

FIGURE 23 : CONTEXTE DES SITUATIONS DE CONCEPTION TIRE DE PRUDHOMME, POURROY ET LUND (2007)

Nous décrivons précisément chacune de ces six entités.

- **La tâche** : elle correspond à ce que doivent faire les concepteurs. Elle dépend de l'avancement du processus de conception et de la définition du produit. Cette tâche peut être, par exemple, d'analyser le besoin, de construire un principe de solution, ou encore de valider une solution établie par l'expertise de différents d'experts.

- **Les acteurs** : Cette entité représente les personnes impliquées dans la conception. Les acteurs sont caractérisés par leur expertise, leur rôle et leur statut. Ces acteurs peuvent être des experts provenant de différents domaines techniques (mécanique, pneumatique, électricité, hydraulique, etc.), des personnes responsables de la gestion de projet ou de la gestion de la réunion, ou encore des spécialistes apportant leur point de vue sur des domaines complémentaires (qualité, marketing, etc.). Ils ont une expérience métier différente, une culture qui varie selon les métiers et un degré de familiarité avec les autres acteurs plus ou moins avancé selon l'ancienneté dans l'entreprise et dans le projet. Les rôles socio-institutionnels des acteurs dépendent de leur rôle dans le projet. Ils sont primordiaux pour comprendre la nature de certaines interactions. Par exemple, La parole d'un chef de projet ou d'un concepteur aguerri, a plus de poids que celle d'un jeune concepteur.

- **L'objet** : L'objet fait référence au produit à concevoir. Cet objet peut être caractérisé par sa complexité, son degré d'innovation, ses performances attendues, ou encore son cycle de vie.

- **L'environnement technique** : cet environnement comprend l'ensemble des outils techniques que les concepteurs manipulent. L'environnement peut être très variable suivant les contextes. Par exemple, certains peuvent se contenter de travailler à partir d'un plan papier lorsque d'autres ont besoin d'un logiciel de CAO. Pour le travail à distance, les concepteurs doivent, en plus, être en mesure d'utiliser des outils de communication comme un dispositif de vidéoconférence ou un tableau blanc.

- **L'environnement projet** : l'environnement projet correspond à l'organisation et la répartition des tâches entre les acteurs. La planification du projet est à l'origine de contraintes pour les concepteurs qui doivent agir en conséquence. Il est important d'avoir conscience de cet environnement car il permet de mieux comprendre les comportements des individus et du collectif : lorsqu'un chef de projet a pour objectif de faire respecter des jalons dans le

processus et donc de presser la prise de décision, des concepteurs cherchent avant tout à faire respecter leurs contraintes.

- **L'environnement industriel** : De par son organisation, ses règles de fonctionnement, ses politiques ou encore ses stratégies, l'industrie représente également une contrainte de l'environnement.

Nous venons ici de décrire les différentes dimensions de l'étude et les facteurs que nous prenons en compte dans l'analyse descriptive des deux études de cas. Nous proposons maintenant une réflexion sur les moyens d'analyser les interactions dans une étude de cas.

3.2 L'ANALYSE DES INTERACTIONS (JORDAN & HENDERSON, 1995)

Pour nourrir l'étude descriptive, nous proposons de présenter les travaux de Jordan et Henderson (1995), représentants du mouvement interactionnistes, qui fournissent une définition détaillée de la méthode de *l'Analyse des Interactions* (AI).

L'interactionnisme est un courant de la sociologie qui est né dans la première moitie du XXe siècle et qui trouve ses origines dans les travaux des anthropologues de l'Ecole de Chicago. De cette école, a dérivé le courant de l'interactionnisme dit « symbolique », représenté notamment par les travaux de Goffman (1988). Ce dernier abandonne les analyses quantitatives pour proposer une méthode pouvant « *analyser la structure de contraintes qui encadre l'engendrement des conduites de chacune des parties liées à une action en commun* » (Ogien, 2005, p. 1). Il ne s'agit plus de comprendre l'action par l'analyse des interactions entre des individus mais par l'analyse de ces interactions en tant qu'elles sont contraintes par un environnement. Ainsi, l'interactionnisme symbolique étudie « *les phénomènes sociaux sous l'angle des interactions qui lient les acteurs au quotidien, cherchant à rendre compte des significations qu'ils engagent dans ces interactions* » (Morrissette, 2010, p. 4). C'est dans ce courant que s'inscrit la méthode d'analyse des interactions décrite par Jordan et Henderson. Jordan et Henderson (1995, p. 1, traduit par nous) définissent l'AI comme *« une méthode interdisciplinaire pour la recherche empirique d'interactions d'être humains entre eux et avec les objets de leur environnement* ». Elle prend ses racines principalement dans les courants de l'ethnographie, la sociolinguistique, l'ethnométhodologie, l'analyse conversationnelle, la proxémique, et l'éthologie. Elle porte sur les activités verbales et non verbales, outillées ou non, supportées par des objets intermédiaires ou non.

Jordan et Henderson (1995, p. 1, traduit par nous) explicitent l'hypothèse de base : *« les connaissances et les actions sont fondamentalement sociales à l'origine, dans leurs organisations, leurs utilisations, et elles sont situées dans un certain environnement social et matériel »*. Le but précis de l'analyse des interactions est précisément d' *« identifier les régularités avec lesquelles les participants utilisent les ressources d'un monde social et physique complexe constitués d'acteurs et d'objets avec lesquels ils opèrent »*. L'interactionnisme symbolique reprend les principes énoncés par le constructivisme et le socioconstructivisme qui ont été remis à jour par l'ethnométhodologie puis repris par la théorie de l'Action située et la Cognition distribuée. La méthode d'analyse des interactions

préconise alors la construction d'un corpus « exhaustif » permettant de mener une analyse « la plus complète possible ». Des analyses temporelle, spatiale, sociale, et technique peuvent aider les analystes à comprendre le sens des interactions dans la réalité où elles naissent. Un enregistrement vidéo de l'action semble alors indispensable :

- L'analyse peut être plus approfondie que si elle est faite à la volée lors du déroulement de l'activité,
- La vidéo peut être présentée à plusieurs juges et notamment des personnes absentes lors de l'enregistrement,
- La vidéo peut être revue à plusieurs reprises et permettre alors à des analystes de faire évoluer leur propre analyse dans le temps,
- La vidéo peut être visionnée en compagnie d'un acteur qui peut apporter alors un éclairage à la situation (il s'agit d'auto-confrontation qui n'est pas une méthode propre à l'AI).

L'AI préconise également une transcription de toutes les interactions que réalisent les acteurs de la situation. Plusieurs formats de transcription existent. Il s'agit de définir au préalable le format qui conviendra le mieux aux analyses que l'on souhaite mener. Dans notre travail, nous avons choisi de nous inspirer des travaux de Ivarsson (2006) qui propose une transcription multimodale rendant compte des interactions simultanées à chaque instant, qu'elles soient outillées ou non, et verbale ou non. Cette transcription doit ensuite faire l'objet d'un séquençage qui permet de découper l'enregistrement en plusieurs séquences. Pour chaque séquence, un rapide descriptif est rédigé. Il s'agit d'obtenir une vue d'ensemble du corpus et de « zoomer » sur des moments intéressants pour mener des analyses plus microscopiques. L'AI n'a pas pour objectif d'analyser des corpus entiers. Elle préfère se focaliser sur de courts extraits et réaliser une analyse qualitative multimodale. Nous présenterons ultérieurement les transcriptions et séquençage que nous avons réalisés dans notre travail.

La seconde hypothèse fondatrice de l'AI stipule que *« les observations vérifiables produisent la meilleure fondation pour analyser les connaissances du monde » (Jordan et Henderson, 1995, p. 3, traduit par nous)*. Cette vision empirique suggère alors une approche empirico-inductive. Une observation naïve et dépourvue d'hypothèse ne veut pas dire que la méthodologie pour la mener est triviale. Il faut justement construire un corpus qui donnera une image fidèle et objective des conditions réelles de la situation.

En résumer, L'AI préconise de mener une approche empirico-inductive et d'analyser une activité en considérant les interactions comme situées et la cognition comme distribuée. Cette méthodologie respecte notre cadre théorique et pose en même temps un cadre pour le déroulement de la seconde étape de la DRM. Nous proposons donc de reprendre cette méthodologie pour mener notre analyse d'une situation de conception en milieu industriel.

3.2.1 UNE METHODE HYBRIDE

Il faut ici ouvrir une parenthèse méthodologique. Dans le chapitre 2 de cet ouvrage, nous avons montré que la méthode RAINBOW, en tant qu'outil d'analyse de l'argumentation,

permettait d'analyser les situations de débat et qu'elle pouvait être transposée pour analyser les situations de conception coopérative. Nous montrerons comment nous avons effectué la transposition dans l'étude de cas ultérieurement (cf. Chap. 6, 2.5.5). Nous voyons apparaître ici un paradoxe théorique. En effet, la méthode RAINBOW a des fondements issus de la socio-psychologie s'inspirant en partie d'une approche quantitative de catégorisation qui semblent s'opposer à ceux dont s'inspire l'AI.

Le paradoxe provient du fait que lorsque l'AI propose une approche ascendante, RAINBOW suggère une approche descendante. Respectant les deux principes fondamentaux de l'AI notre approche a d'abord été de nature empirico-inductive (ascendante), et donc dépourvue d'hypothèse de départ. Nous avons cependant utilisé la grille RAINBOW comme grille explicative de la situation que nous observions. Or, RAINBOW est une méthode qui catégorise les interactions et applique des connaissances préétablies à un contexte. Elle s'inscrit alors dans le cadre des approches descendantes. Notre méthode semble totalement paradoxale compte tenu du cadre théorique de l'ethnométhodologie dans lequel nous nous inscrivons et qui admet que seul l'auteur d'une interaction peut en déterminer la nature et la portée. Juger et catégoriser des interactions est donc contraire au fondement théorique de l'ethnométhodologie. Comment contourner ce paradoxe ?

Si notre démarche reste descriptive, malgré l'utilisation d'une grille de catégories, c'est parce que nous nous sommes autorisés à faire évoluer la grille RAINBOW. Ces évolutions ont été faites en fonction des observations de la situation et en fonction des analyses en contexte que nous avons effectuées. Dans cette optique, RAINBOW n'apparait plus comme un cadre d'analyse rigide permettant de caractériser une situation grâce à des présupposés théoriques mais comme un support de base pour construire une analyse descriptive. Nous avons fait évoluer la grille en la modifiant suivant les fonctions d'interactions que nous pouvions identifier dans notre analyse descriptive et pragmatique de la situation. La grille reflète notre interprétation des interactions, mais nous avons veillé à prendre en compte la culture et l'expérience des acteurs. Nous avons également considéré les réponses des autres intervenants dans la situation. Même si l'analyse comporte en elle une part d'interprétation, elle est quand même faite à partir de ce que les acteurs sont susceptibles de penser.

A travers une boucle itérative de raisonnement « *top-down* » et « *bottom-up* » permettant de construire et d'utiliser de la grille simultanément, nous sommes parvenus à dresser une liste des diverses fonctions des interactions collaboratives. Nous avons procédé en essayant de classer l'ensemble des interactions que nous rencontrions en nous assurant qu'elles entraient bien dans les catégories existantes ou en en créant de nouvelles lorsque cela nous semblait nécessaire. Ce travail ayant été mené par des chercheurs d'horizons divers, il a nécessité l'explicitation des concepts avec précisions et a entrainé de très nombreuses redéfinitions des catégories. A terme, nous avons dû réaliser une comparaison de codage et un calcul du taux de similarité entre les chercheurs en charge du codage pour nous assurer que nous étions parvenus à des définitions suffisamment strictes pour constituer une méthode rigoureuse d'analyse d'une situation de conception.

Une telle méthode d'analyse fournit un double résultat : d'un côté, elle permet d'obtenir une classification de l'ensemble des interactions, et de l'autre, elle aboutit à la création d'un nouveau cadre d'analyse (RAINBOW transposé à la conception) permettant de caractériser les situations de conception coopératives. Nous présentons ultérieurement comment a été réalisé ce cycle itératif et quelle grille d'interactions nous avons finalement obtenue au terme de notre analyse descriptive.

En réalité, la méthode que nous avons utilisée n'est pas originale. Le caractère hybride de cette méthode apparaît comme l'explicitation et la concrétisation du phénomène d'*abduction* mentionné plus haut (cf. Chap. 5, 1). Selon Kelle (1995), la codification qualitative repose sur, un raisonnement basé à la fois sur l'induction analytique et sur l'abduction. Quand l'induction analytique permet d'interpréter des observables, l'abduction permet de trouver des relations conceptuelles entre les catégories et donc des règles pour comprendre un phénomène : « *l'inférence abductive permet de combiner de manière créative des faits empiriques avec des cadres heuristiques de référence. L'utilisation de l'induction analytique et de l'abduction permet d'actualiser le travail créatif de la recherche qualitative tout en ayant recours aux connaissances existant dans le domaine auquel l'objet d'étude appartient* » (Anadón & Guillemette, 2007, p. 34).

Il faut ici faire une remarque. Nous avons croisé deux méthodes d'analyses des interactions. Cependant, même si notre méthode d'analyse diverge légèrement de la méthode stricte d'analyse des interactions, la définition de l'interaction reste la même que celle que nous donne l'interactionnisme, à savoir : **des actions, au sens de la Théorie de l'activité, c'est à dire conscientes et dirigées vers un but, émises par un individu à destination d'artefacts ou d'individus, et pouvant être médiatisées par un instrument.**

Nous décrivons à présent la troisième étape de la DRM.

4 ETAPE 3 DE LA DRM : L'ETUDE DE CAS PRESCRIPTIVE I

La seconde étude de cas a vocation de tester les hypothèses que la première étude aura permis d'établir. Nous avons dit que la première étude était empirique. Elle doit dans notre cas utiliser l'argumentation comme théorie de base pour analyser la conception collaborative. Les entités et critères qu'elle considère ont été énumérés dans la section précédente. Il faut maintenant s'interroger sur la méthodologie et sur les mesures à prendre pour mener une étude prescriptive, tout en sachant que le contexte n'est pas le même que pour la première étude de cas.

4.1.1 MISE EN PLACE D'UNE ETUDE DE CAS PRESCRIPTIVE

Avant de mettre en place une action prescriptive, il faut avoir conscience des difficultés que l'on risque de rencontrer. Ces difficultés ont été brièvement abordées dans le chapitre 4 à propos de la portée des outils de gestion des connaissances. Nous proposons ici d'en compléter la liste et de dresser une méthodologie pour essayer de contourner ses difficultés annoncées.

Tendance réfractaire habituelle

Une tendance réfractaire est continuellement observable lors de la mise en place d'un outil devant modifier le travail. Cela est dû principalement à deux raisons :

- **La rupture des routines de travail :** La mise en place d'un nouvel outil de travail engendre nécessairement une modification des pratiques qui est souvent mal acceptée par les employés. La rupture des routines de travail nécessite une réadaptation et un réapprentissage qui sont perçus comme un travail supplémentaire à fournir. Même si à long terme le travail peut être rendu moins pénible, il est nécessaire de fournir un effort cognitif plus important sur le court terme. L'adaptation à la nouvelle forme du travail nécessite un accompagnement et une formation qu'il ne faut pas négliger si l'on veut que l'outil soit accepté.
- **L'hostilité envers l'acteur de l'extérieur :** L'outil peut également faire l'objet d'un rejet car il provient d'une personne extérieure à l'entreprise. Il peut alors être considéré comme une prescription de quelqu'un qui dicte ce qu'il faut faire alors qu'il ne connait pas le métier lui-même. La plupart des experts en charge de modifier les organisations et le travail sont rarement des personnes qui connaissent le travail en lui-même pour l'avoir fait. Comment alors expliquer qu'une personne extérieure au domaine et à l'entreprise puisse y apporter des modifications bénéfiques ?

Ainsi, un outil ou une méthode modifiant l'activité de l'entreprise sont vécus comme un agent extérieur qui vient apporter une surcharge de travail supplémentaire. Afin d'éviter cette réaction de rejet, l'analyste en charge d'intégrer l'outil aux pratiques de l'entreprise doit avant tout construire une relation de confiance avec les employés concernés. Toute modification d'une organisation commence par l'établissement d'un lien social qui doit apporter un gain de crédibilité à la démarche entreprise. L'établissement de ce lien social permet également de faire en sorte que les employés se sentent écoutés et que leur point de vue soit respecté.

Pour remédier à ces difficultés, nous avons choisi d'utiliser la méthode de l'observation participante (Lapassade, 2002). Nous la présentons dans la section ci-après.

4.1.2 LA METHODE DE L'OBSERVATION PARTICIPANTE

Selon Schmidt et Simone (2000) cités par Salembier et al. (2001), il existe deux façons de réaliser une assistance instrumentée à des activités coopératives :

- **L'assistance par la régulation prescriptive :** dans ce mode d'assistance il s'agit d'assister la coopération par la mise en œuvre d'un modèle normatif de la coopération. Il s'agit alors de chercher à formaliser le plus possible les interactions et les procédures entre les employés. L'intérêt de cette démarche est d'automatiser un certain nombre de procédures pour centraliser l'information et informatiser les flux de communication dans l'optique de mettre en place des systèmes de type « workflow ». Comme le rappellent Salembier et al. (2001, p. 7), cette forme d'assistance a été vivement critiquée par les ethnométhodologues notamment par le

fait que cette démarche « *ne prend pas en compte le caractère situé de l'action humaine* ». Elle enfermerait les acteurs dans des procédures rigides ne garantissant pas un degré de liberté suffisant pour réagir en cas d'imprévu. L'autre critique qui est faite à cette démarche est qu' « *elle ne se préoccupe pas assez de la validité écologique des modèles d'activité utilisés, dans la mesure où elle privilégie trop les analyses par tâches/fonctions/flux de données au détriment d'analyses empiriques fines des activités coopératives » (*Salembier et al., 2001, p. 7).

- **L'assistance par la régulation émergente :** le seconde mode d'assistance repose pour sa part sur une analyse de l'environnement. Il s'agit alors de caractériser le contexte, les processus formels comme informels, afin de cerner les activités réelles au plus proche pour y appliquer une assistance adaptée. Il s'agit alors, non de modifier les activités, mais de les médiatiser (Schmidt & Simone, 2000). L'activité ne se trouve plus restructurée, mais simplement supportée. Salembier et al. (2001, p. 8) nous disent alors que *« l'accent est […] mis sur le partage d'informations contextuelles et l'accès commun à un espace d'échange dans lequel les agents vont être en mesure d'interagir, de construire de l'intelligibilité mutuelle et de négocier des savoirs (aspect particulièrement important dans les cas de figures où l'activité coopérative n'est pas réglée par des procédures rigides) ».* Ce mode d'assistance nécessite des observations de terrain et une analyse fine d'enregistrements audio et vidéo (Heath et Luff, 1992, cités par Salembier et al., 2001).

L'assistance par régulation émergente semble plus adaptée à la mise en place d'un système collaboratif qui chercherait à assister plus qu'à prescrire. Nous avons cherché à mettre en place cette assistance grâce à la méthode dite « de l'observation participante ». La méthode de l'observation participante consiste à immerger un observateur dans le contexte que l'on souhaite étudier pendant un temps suffisamment long pour qu'il devienne lui-même acteur de la situation qu'il observe. L'analyste a ainsi accès à un ensemble de données invisibles, ou du moins difficilement appréhendables, pour une observation de courte durée. L'observateur immergé peut ainsi se familiariser avec le contexte technique de l'entreprise. Il peut alors saisir les problématiques auxquelles sont confrontés les concepteurs et apprécier la nature des solutions qui sont mises en place.

Il a également accès à l'organisation institutionnelle et à l'organisation sociale de l'entreprise. L'observation du déroulement réel des activités de l'entreprise sur le long terme lui donne la possibilité de décrire la fonction « effective » des différents acteurs sans que cela soit donné par une tierce personne donnant son point de vue personnel.

La méthode de l'observation participante accorde à l'observateur la place privilégiée d'acteur et d'observateur en même temps. Elle a également l'avantage d'assurer à l'observateur une insertion, et plus particulièrement, une intégration, dans l'entreprise qui lui permet alors d'être écouté en tant que collaborateur familier s'exprimant en connaissance de cause. Ce troisième point est primordial, particulièrement dans le cas où il s'agit de mener une action prescriptive destinée à modifier les pratiques des employés de

l'entreprise. Il s'agit à l'analyste de se faire accepter, cela afin de gagner en crédibilité et d'assurer que la mesure mise en place bénéficiera de la plus grande considération. Nous verrons par la suite que, malgré une longue période d'insertion, les problématiques liées aux modifications de l'activité peuvent persister.

Cette étude prescriptive a été réalisée dans l'entreprise GPI. Elle s'est déroulée sur plusieurs mois durant lesquels j'ai dû me familiariser avec le contexte, analyser l'activité propre de GPI en vue de proposer un outil qui réponde à ses attentes tout en permettant de tester les hypothèses concernant les mécanismes d'argumentation identifiés lors de la co-revue de Volvo AB.

5 ETAPE 4 DE LA DRM : L'ETUDE DESCRIPTIVE II

Nous nous interrogeons à présent sur les moyens de mesurer les conséquences réelles de l'outil sur l'activité. Il existe des difficultés dont nous faisons état ici.

Mesurer l'effet de la mise en place d'un outil s'avère très délicat pour plusieurs raisons :

- **Résultats à long terme** : Mettre en place un nouveau système a automatiquement des retombés négatives sur le court terme (cf. section précédente). L'intérêt est souvent d'améliorer le travail sur le moyen terme, voire sur le long terme. Par exemple, un projet d'informatisation de documents peut engendrer un dérèglement important si certains employés ne sont pas habitués aux ordinateurs. Pourtant, une fois que les acteurs se sont familiarisés avec l'outil, il est possible de faire une enquête de satisfaction ou de calculer certains indicateurs permettant d'attester d'une hausse de productivité. Il faut alors prendre en considération ce délai et mettre en place une étude complémentaire qui aura lieu quelques temps après la mise en place de l'outil. En ce qui concerne un outil de gestion des connaissances, il est prévisible que l'outil porte ses fruits sur le très long terme. Par exemple, s'il s'agit de mettre en place une banque d'informations alimentée par l'entreprise elle-même, tant que la banque n'est pas considérablement fournie, elle ne peut pas réellement assister les concepteurs. Il faut alors la faire vivre pendant plusieurs années, puis effectuer une étude pour voir si la productivité a bel et bien augmenté. Ce délai important représente un frein très important pour mesurer l'effet d'un outil.
- **Mesurer les conséquences**, aussi bien positives que négatives, d'un outil nécessite un véritable questionnement sur les indicateurs à prendre en compte. La productivité peut s'être améliorée simplement car l'outil demande une charge de travail plus importante, et dans ce cas, il ne représente pas véritablement une avancée pour l'entreprise. De même, l'outil modifie l'activité mais certains facteurs aussi peuvent la modifier : une restructuration du personnel, le climat économique général, etc. Qu'est-ce qui peut alors véritablement être attribué à l'outil ? Dans le cas, d'une base d'informations devant permettre d'assister les concepteurs à produire des solutions, comment savoir quelle est la part de l'outil dans l'élaboration du concept ? Ces deux problématiques (situation problématique et problème de conception) nous renvoient

à la méthode de résolution de problème complexe. Le Moigne (1990) recommande l'utilisation de « *satisfying* » pour qualifier une solution à un problème complexe. Pour cela, deux concepts sont distingués, l'efficacité et l'efficience. Il ne s'agit plus de trouver la meilleure solution, la solution optimale, c'est-à-dire la plus efficace, il s'agit de trouver une solution effective, c'est-à-dire qui remplira les objectifs du système. On a par cette approche une réponse à un moyen de valider une solution d'un problème complexe, ce qui reste dans la méthode analytique un point éternel de débat. La définition du dictionnaire Larousse définit quelque chose d'*efficace* comme quelque chose qui « *produit l'effet attendu* ». L'*effectivité* dépasse l'*efficacité* car elle ajoute en plus un critère de performance. L'effectivité pourrait se résumer à une efficacité performante. Or, est considéré comme performant ce qui obtient des résultats remarquables en égard des moyens mis en œuvre[26]. La performance sous-tend alors une analyse des moyens et donc des facteurs d'influence. L'effectivité comprend en elle-même une part d'analyse qui n'existe pas dans l'efficacité, limité à une simple considération de l'objectif à atteindre. L'effectivité est donc le critère de validation de solution à des problèmes complexes et les modèles analytiques ne sont pas adaptés aux problèmes complexes. La démarche systémique permet d'arriver à des solutions satisfaisantes en prenant tous les critères d'un problème (même si cette solution ne peut pas être optimale pour tous les paramètres du problème). Cette démarche très lourde représente une solution théorique mais bien loin d'être applicable dans la pratique.

6 CONCLUSION METHODOLOGIQUE

Ainsi, la DRM qui prévoit un cycle itératif d'étapes de description et prescription est notre cadre méthodologique général. Il permet de respecter les principes théoriques énoncés dans les nombreuses disciplines dont nous nous servons (sociologie, psychologie cognitive, sciences de l'ingénieur, etc.) pour pénétrer le domaine de la conception collaborative. A travers ce cadre, nous essaierons constamment de mettre en lien une approche ascendante (issue de l'observation) et une approche descendante (issue de connaissances théoriques).

La première phase descriptive repose sur une compréhension de la situation que nous proposons de mener via une analyse des interactions. L'AI et la méthode RAINBOW sont deux outils d'analyse des interactions que nous essaierons alors de combiner. RAINBOW ainsi que d'autres modèles d'activités de conception serviront de base à la description des interactions que nous pourrons observer en situation. Notre questionnement général portant sur l'argumentation, il conviendra pour nous de réfléchir à la fonction pragmatique des interactions dans le cadre d'un processus argumentatif. Cette analyse des interactions argumentatives s'effectuera, comme le recommande l'AI, par la constitution d'un corpus et

[26] Définition de la performance inspirée de l'encyclopédie Larousse, version électronique accessible à l'adresse : http : //www.larousse.fr

par l'analyse et la transcription d'une vidéo. La vidéo permettra de confronter les points de vue de différents chercheurs et de réaliser des analyses de plusieurs types.

Nous venons de présenter la méthode générale avec laquelle nous allons mener notre étude. Nous proposons de discuter des études de cas à mener dans chacune des étapes de la DRM. Notre première étude de cas, qui illustre l'étape descriptive, a été réalisée dans le groupe industriel AB Volvo. La seconde étude de cas a été menée dans une PME de la région lyonnaise, Global Process Industry (GPI).

Chapitre 6.
ETUDE DE CAS AB VOLVO

L'étude de cas Volvo constitue le premier volet de notre travail. Elle s'inscrit dans la première et la seconde étape de la DRM et sert de premier temps de compréhension de l'activité de la conception collaborative dans un contexte que nous allons préciser. Au terme de celle-ci, nous avons pu formuler les hypothèses que nous avons ensuite testées dans un second contexte industriel. La présentation qui est faite ici, suit la méthode de l'étude de cas descriptive développée dans le chapitre précédent (cf. Chap. 5, 3). Ainsi, nous décrivons le contexte, le dispositif de capture de données, les données, l'analyse que nous en avons faite, et enfin les résultats que nous avons obtenus.

.

---

1 CONTEXTE DE L'ETUDE DE CAS

Nous exposons dans cette section quelques éléments du contexte industriel AB Volvo. Nous débutons par une rapide présentation du groupe, puis nous décrivons ensuite le contexte spécifique de la situation que nous avons observée.

1.1 PRESENTATION DU CONTEXTE GENERAL

La recherche que nous avons menée a été conduite dans le cadre du projet régional COSMOCE[27] . Ce projet, qui s'est déroulé de 2003 à 2006, avait pour but de comprendre les pratiques des concepteurs en situation de travail collaboratif. Il a été organisé une collaboration entre plusieurs laboratoires[28] et industriels de la région Rhône-Alpine avec l'objectif double de fournir un terrain d'étude à ces premiers et d'offrir une expertise extérieure à ces seconds. Dans ce contexte, un doctorant du laboratoire 3S[29] a été amené à réaliser un stage d'observation participante dans le groupe AB VOLVO. C'est à la lumière des connaissances de ce doctorant et grâce aux liens qu'il a tissés dans l'entreprise que nous avons pu construire le corpus constituant la base de cette étude.

Le groupe AB VOLVO, d'origine suédoise, travaille à l'international. Il est structuré autour de *Business Areas* et *Business Units*[30](cf. Figure 24). Les business areas représentent des marques qui vendent des produits sur le marché. Les *business units* sont chargées de fournir des solutions technologiques aux *business areas*. Ces solutions technologiques prennent la forme de produits finis élaborés par des concepteurs de différents domaines (mécanique, électrique, assemblage, etc.). Le groupe AB Volvo a accepté de nous laisser observer une réunion de revue de conception du *business unit* 3P travaillant à des solutions de

[27] Le projet COSMOCE (*Conception, Outils, Supports, Médias, Organisation pour la Collaboration des Entreprise*) : Programme de recherche financé dans le cadre d'appel d'offres « thématiques prioritaire » de la région Rhône-Alpes, thématique « STIC Entreprise Virtuelle », sous la responsabilité de Guy Prudhomme (Ex-Laboratoire 3S). *www.cosmoce.prd.fr*

[28] Les laboratoires qui ont participé à l'étude sont : LEG, 3S, GILCO, RIM, LIRIS et ICAR.

[29] Le laboratoire 3S (*Sols, Solides, Structures*) : Unité mixte de recherche du CNRS, de l'université Joseph Fourier (UJF) et de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG). Les chercheurs du pole Conception Intégrée de 3S se sont associés à des chercheurs de GILCO, du LAG et et de LEIBNIZ IMAG pour former le laboratoire G-SCOP en 2008. *www.g-scop.inpg.fr*

[30] business areas : Au nombre de huit : *Mack Trucks*, *Renault Trucks*, *Volvo trucks*, *Volvo CE*, *Volvo Penta*, *Volvo Aero* et *Financial Services,* et 10 business units : *3P* (ingénierie du camion), *Powertrain* (conception des moteurs et des chaînes de puissance), *Parts* (pièces détachées), *Logistics* (logistique, transport, approvisionnement), *Information Technology* (technologie de l'information, informatique), *Mobility Systems*, *Technological Development*, *Technology Transfert*, *Celero* et *Others.*

positionnement de câbles électriques tout au long de la structure du camion, appelé routage, pour le compte du *business area* Renault Trucks[31] fabricant des camions.

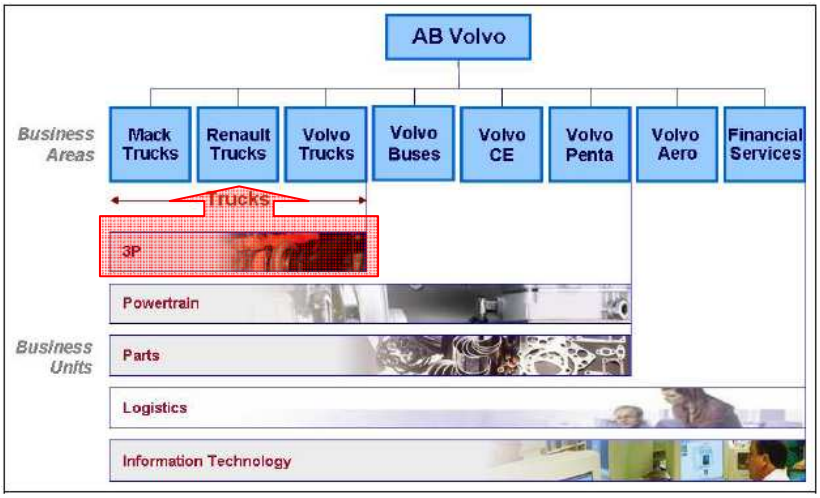

FIGURE 24.ORGANISATION DES BUSINESS UNITS ET BUSINESS AREA DU GROUPE AB VOLVO (CHARTIER, 2007)

La figure précédente représente un schéma de l'organisation interne du groupe AB Volvo. L'encart rouge localise notre espace d'observation.

1.2 LES REUNIONS DE REVUE DE PROJET CHEZ RENAULT TRUCKS

Dans la *business area* Renault Trucks, les réunions de revue de projet (cf. Chap. 1, 1.3) sont appelées des AMS, pour Accord Maquettage Série. Nous avons observé et étudié une AMS portant sur le routage. Le routage est le cheminement des câbles sur la structure d'un camion. Les câbles qui assurent la circulation de fluide et/ou énergie de différentes natures (eau, gasoil, urée, électricité, etc.) doivent être positionnés de façon à respecter les exigences définies par le service qualité. Les AMS ont pour objectif de « *réunir l'ensemble des acteurs intervenants dans la conception produit process de tous les cas d'études, par type de véhicule, sur les études d'architecture menées sur une ou plusieurs zones afin de : coordonner l'activité études des routages pour tous les circuits souples et rigides sur véhicule industriel, présenter une proposition de routage et échanger pour prendre en compte les contraintes de tous les acteurs, valider en consensus le routage* » (Gauthie, 2006). Lors de ces réunions, des acteurs responsables de la conception, la fabrication, la gestion de projet, la qualité et l'après vente se retrouvent et discutent afin de prendre des décisions qui conviennent à tous. Le chef de projet, dit « l'architecte », joue le rôle de coordinateur et de pilote de l'AMS et s'assure notamment de la pertinence du scénario présenté. Le responsable de l'assemblage, appelé « industriel », valide les routages proposés par le concepteur par rapport aux processus industriels qu'il connait. Il peut lui-même faire des propositions concernant le routage. Le responsable qualité a pour objectif de veiller à ce que la solution respecte les normes qualités. Le responsable après-vente s'assure que la solution est démontable et « remontable » au cours de la vie du véhicule. Tout au long de la réunion,

[31] Ex-département de conception et fabrication de camions de l'entreprise Renault (Renault Véhicules Industriels) cédé en échange de 20% du capital de Volvo.

plusieurs études de conception faisant suite à des demandes de modifications (DDM) sont présentées par un concepteur en charge de trouver une solution. Les solutions sont discutées, puis validées ou rejetées par les autres acteurs du projet. Comme son nom l'indique, l'AMS est un moment d'évaluation et de validation plus qu'un moment de proposition de solution. Les AMS se trouvent tout au long de la phase de conception et occupent ainsi un rôle d'évaluation de la solution, avant que la phase industrielle soit lancée (cf. Annexe 1). Il existe un calendrier prévoyant les AMS plusieurs mois à l'avance. Cependant, l'ordre du jour de chaque AMS est envoyé par e-mail toutes les semaines. Il fait office de convocation et contient le lieu et l'heure de l'AMS, ainsi qu'un minutage de la réunion avec les fonctions présentées et les personnes concernées. Les décisions prises lors de l'AMS sont notées dans un fichier de suivi et de coordination des demandes de maquettages et dans un compte-rendu de réunion qui sera envoyé à l'ensemble des acteurs du développement de la solution (Chartier, 2007).

2 CONTEXTE DE L'EXPERIMENTATION

2.1 L'AMS OBSERVEE

L'AMS que nous avons observée se déroulait sur deux sites distants : un site se trouvant dans la banlieue lyonnaise, à St-Priest, et un site se trouvant à Blainville, à proximité de Caen (cf. Figure 25).

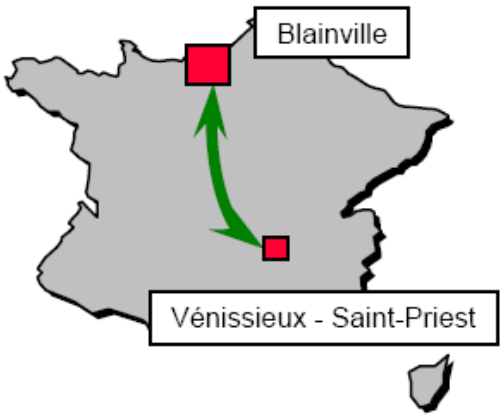

FIGURE 25. LOCALISATION DES DEUX SITES DISTANTS BLAINVILLE ET ST-PRIEST (CHARTIER, 2007)

Lors de l'AMS, les concepteurs travaillaient sur le routage électrique, c'est-à-dire sur le passage et la fixation des câbles électriques sur toute la structure des camions (cf. Figure 26).

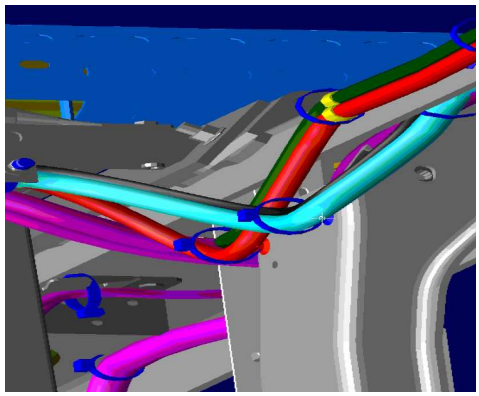

FIGURE 26. REPRESENTATION 3D DU CHEMINEMENT DE FAISCEAUX ELECTRIQUES

L'image précédente montre une partie d'une représentation 3D du cheminement de câbles sur une structure du camion telle que la voient les acteurs de l'AMS. Les couleurs associées aux câbles symbolisent la nature du flux transporté. Tous les concepteurs visualisaient la même image du modèle CAO. Ce modèle était manipulé par un seul concepteur : le concepteur fonction électrique. Un service de conférence téléphonique classique leur permettait d'échanger oralement mais aucun dispositif ne leur permettait de se voir physiquement. Le camion étudié était un camion de moyenne taille appartenant à la gamme Midlum de Renault Trucks.

2.2 LES ACTEURS

Plusieurs acteurs, répartis dans différents groupes, étaient présents sur chaque site. Ils se connaissaient tous pour avoir déjà participé à des projets antérieurs.

Voici une présentation des groupes, des acteurs et de leur rôle sur chaque site.

2.2.1 ST-PRIEST

Trois groupes métiers étaient en présence sur le site de St-Priest : le groupe Architecture et Gestion de projet, le groupe Fonction électrique et enfin le groupe Industriel chargé de l'assemblage.

Le groupe métier Architecture et Gestion de projet est constitué de deux acteurs : un Architecte et un PMS (Planificateur Maquettage Série). L'architecte (Damien[32]) a le rôle de chef de projet et doit notamment veiller au bon déroulement de l'AMS. C'est lui qui a la vision la plus intégrée et la responsabilité de l'ensemble du projet. C'est souvent lui qui tranche lors des prises de décisions. Il a aussi un rôle de médiateur dans l'AMS et doit contrôler que chacun puisse s'exprimer. Le PMS (Frédéric) agit en tant que prestataire pour AB Volvo. Il n'a intégré Volvo que peu de temps avant l'observation et n'influe aucunement sur le déroulement des prises de décisions. Son rôle est de rédiger le compte rendu contenant les décisions prises et les points à traiter ou actions à mener suite à ces décisions.

[32] Nous employons des pseudonymes afin de conserver l'anonymat des participants.

Le groupe fonction électrique est composé de trois personnes : un concepteur fonction, un responsable fonction et un responsable qualité. Le concepteur fonction (Simon) soumet des solutions techniques sur lesquelles il a travaillé en asynchrone, dans son métier. Ces solutions sont présentées sous formes de modèles CAO partagés dans l'application CATIA[33]. Elles doivent être validées, notamment par les membres du groupe Industriel chargé de l'assemblage de Blainville qui vérifient que les opérateurs sur chaîne de montage disposent de moyens physiques pour réaliser ce qui a été conçu numériquement. Lors de l'AMS, le concepteur fonction s'attarde sur différents points le long du cheminement des câbles en présentant les décisions qu'il a prises à différents endroits. Son objectif personnel est de faire valider ses propositions. Le responsable fonction (Robert) soutient et accompagne le concepteur fonction. En tant que responsable de la fonction électrique il est au courant de ce que propose le concepteur et est à même d'en discuter avec les autres membres du projet.

Le groupe Industriel chargé de l'assemblage n'est pas représenté dans sa totalité à St-Priest. Deux personnes de ce groupe sont présentes : un responsable industriel (Hervé) et un responsable qualité (Etienne). Hervé est habituellement localisé à Blainville, il a souhaité se déplacer et assister à la réunion en présentiel pour des raisons d'organisation personnelle. Le rôle d'Etienne a été relativement difficile à discerner en raison de son silence tout au long de l'AMS.

2.2.2 BLAINVILLE

Le nombre d'acteurs n'est pas équilibré entre les deux sites, seulement deux personnes sont présentes à Blainville. Elles appartiennent toutes deux au groupe Industriel chargé de l'assemblage. Elles disposent d'un ordinateur sur lequel est affiché le modèle 3D partagé mais n'ont pas la capacité d'intervenir sur la représentation.

Le groupe Industriel chargé de l'assemblage se compose d'un responsable montage (Sylvain) et d'un prototypiste (Laura) en charge de veiller à la « montabilité » physique d'un prototype. Leur objectif principal est de valider la faisabilité de l'industrialisation (assemblage et montage) des solutions numériques proposées par le groupe fonction électrique. Les industriels de par leurs connaissances des réglementations en vigueur et des processus de montage sont à même de valider ou d'invalider les solutions de routages proposées. Ils maitrisent toutes les contraintes relatives au montage, que ce soit au niveau des processus sur chaine ou de la réalisation d'un prototype. Nous verrons qu'ils représentent une force de proposition dans l'AMS. Comme le précise Chartier (2007), la validation d'une solution numérique par des industriels reflète bien le besoin d'associer le produit et son processus de montage dans le développement de la solution.

La figure suivante présente la disposition des acteurs sur chacun des deux sites observés (cf. Figure 27).

[33] Le logiciel CATIA (*Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée*) est un logiciel de (CAO) créé par la société Dassault Aviation. www.3ds.com/products/catia

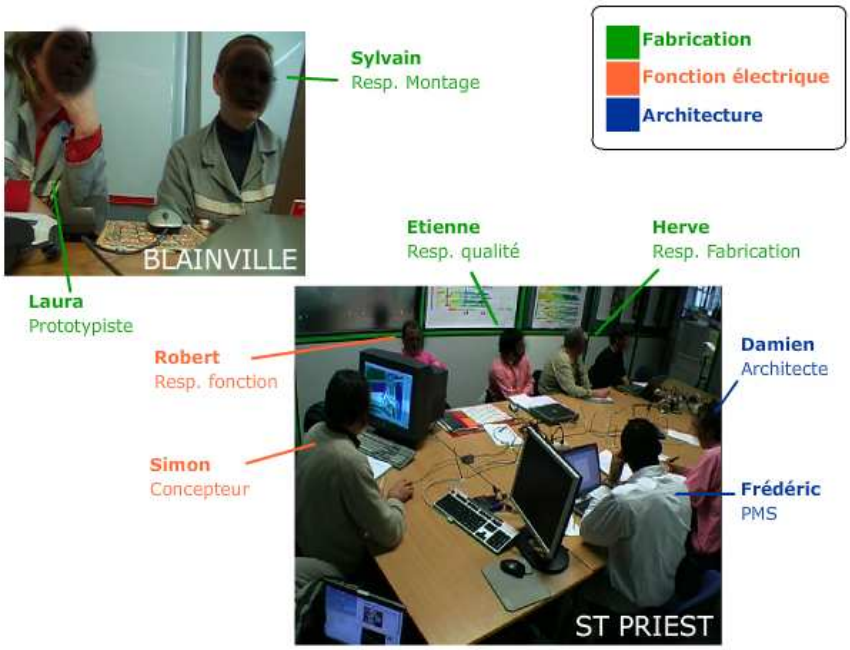

FIGURE 27. LES ACTEURS DE L'AMS

La photo en haut à gauche présente une prise de vue faite sur le site de Blainville, la photo en bas à droite présente une prise de vue faite à St-Priest. Les couleurs permettent d'assimiler les acteurs à leurs groupes respectifs Industrie/Fabrication, Fonction électrique ou Architecture. Les personnes présentes sur les photos n'ayant pas d'étiquettes sont des observateurs qui assistaient à la réunion en temps réel.

2.3 DISPOSITIF DE CAPTURE DE L'ACTIVITE

Nous avons mené une observation de deux heures sur les deux sites en même temps.

2.3.1 REPERAGE DU LIEU

Le recueil de données a nécessité deux sessions de repérage préalable sur le site de St-Priest. Le repérage n'a pas pu être réalisé sur le site de Blainville car celui-ci était trop éloigné pour se rendre sur place avant l'AMS.

La première session, effectuée quelques semaines avant la prise de données, consistait à assister à une AMS pour prendre connaissance du type d'activité que nous aurions à capturer, de l'espace dont nous disposions pour placer le matériel de capture et des outils utilisés par les concepteurs pour travailler. Nous avons ainsi pu dresser un schéma de la salle et réfléchir au dispositif d'enregistrement.

La seconde session a eu lieu la veille de l'expérimentation. Elle était destinée à la mise en place des outils de capture.

2.3.2 LE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT

La salle dans laquelle s'est déroulée l'AMS à St-Priest, est une salle IPAO (Ingénierie de Process Assistée par Ordinateur) nommée salle Avenir. Cette salle est adaptée à des

situations de co-revues à distance et dispose donc d'équipements de communication prévus à cet effet.

Nous avons été soucieux d'obtenir des vues en plongée pour visualiser au mieux les manipulations des outils mis à disposition (station de travail, ordinateur du PMS, document papiers, etc.) et nous avons dû nous adapter à un espace restreint. La salle Avenir (cf. Figure 28) étant relativement exiguë et il est apparu impossible d'utiliser des trépieds classiques pour positionner les caméras. Nous avons donc adopté une solution empruntée aux techniques de l'éclairage professionnel. Un mât télescopique en carbone, appelé *varipole*, a été dressé entre le sol et le plafond et a fait office de poutre sur laquelle fixer deux bras amovibles supportant les caméras. Cette installation discrète offre une très grande marge de manœuvre pour disposer les caméras et permet d'obtenir les angles de vue précis. Nous avons disposé deux caméras sur le varipole au fond de la salle pour obtenir des vues en plongée de ¾ arrière (caméras 1 et 2). Une caméra supplémentaire était disposée sur un trépied devant la table et faisait face aux concepteurs (caméra 3). Enfin, l'autorisation d'installer un logiciel de capture des données informatiques projetées (plan 3D au centre des discussions) ne nous ayant pas été accordée, nous avons positionné une quatrième caméra en bout de table destinée à enregistrer la projection de la représentation 3D partagée (caméra 4). Un dictaphone servait de source supplémentaire pour capter les échanges oraux.

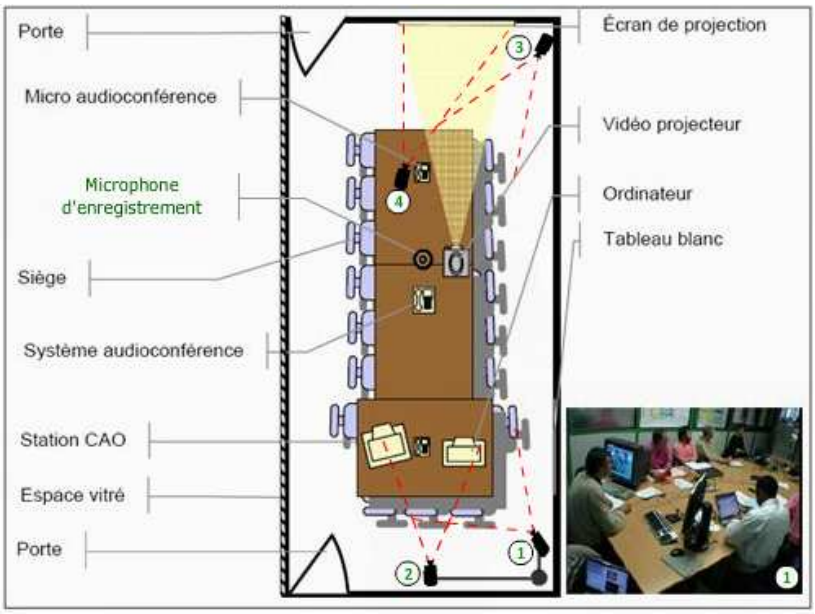

FIGURE 28. SCHEMA DU DISPOSITIF DE CAPTURE DU SITE ST-PRIEST

La topographie de la salle de réunion de Blainville nous est restée inconnue jusqu'au jour de l'observation. Nous avons donc dû anticiper le matériel qui nous serait nécessaire. Deux caméras ont été utilisées pour capturer la situation (cf. Figure 29). Une caméra, posée sur un trépied, filmait de ¾ arrière et permettait d'enregistrer l'écran de l'ordinateur et les gestes de l'acteur le manipulant (caméra 6). La deuxième caméra était placée de face et permettait d'enregistrer les visages et les gestes des deux industriels en même temps (caméra 5). Un dictaphone numérique faisait office de microphone pour enregistrer le son. Pour les mêmes raisons de sécurité qu'à St-Priest, l'utilisation d'un logiciel de capture n'a pas été autorisée.

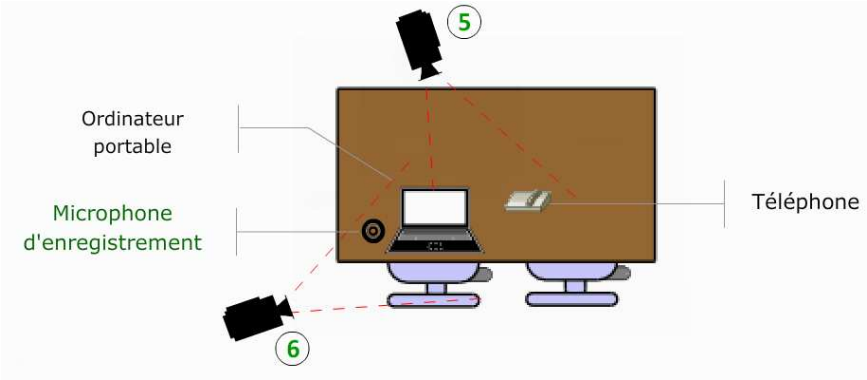

FIGURE 29. SCHEMA DU DISPOSITIF DE CAPTURE DU SITE BLAINVILLE

Nos caméras étaient des caméras DV (*digital video*). Ce format, sur bande magnétique, offre un haut rendu vidéo et audio. Il présente pourtant une contrainte cruciale qui provient de la durée d'enregistrement relativement courte : quatre vingt dix minutes, en qualité altérée, et soixante minutes en qualité optimale. Il n'était pas concevable pour nous de changer les cassettes de quatre caméras au cours d'une réunion. Nous avons donc mis au point deux procédés d'enregistrement pour pouvoir remédier à ce problème et enregistrer les deux heures de réunion de manière continue. Premièrement, nous nous sommes équipés de caméscopes avec disque dur intégré. Nous avons également choisi de réaliser l'acquisition vidéo directement pendant la réunion. L'enregistrement ne se fait plus sur bande magnétique mais sur disques durs externes via un ordinateur. Cette technique permet de réaliser des enregistrements sur de longues périodes de temps sans avoir de cassettes vidéo à changer et évite en même temps d'avoir à réaliser le travail d'acquisition et de montage par la suite. Les deux inconvénients majeurs d'un tel système proviennent de son instabilité rendant l'enregistrement susceptible de s'interrompre à tout moment et de son aspect volumineux et encombrant.

Nous avons également établi des questionnaires destinés à recueillir le ressenti des concepteurs vis-à-vis de l'expérimentation et des perturbations éventuelles que nous aurions provoquées. Ces questionnaires sont consultables en annexe (cf. Annexe 2).

2.4 DONNEES RECUPEREES

2.4.1 LE DEROULEMENT DE L'ENREGISTREMENT

Quatre observateurs ont assisté à la réunion à St-Priest et deux à Blainville. Parmi ces observateurs, il y avait deux étudiants en master de sciences cognitives, deux doctorants en Génie Industriel du laboratoire 3S et du laboratoire GILCO, deux chercheurs provenant aussi des laboratoires 3S et GILCO. Lors de l'AMS, tous les observateurs ont fait en sorte de rester le plus discret possible afin d'altérer au minimum l'activité des acteurs de la situation (cette mesure n'a cependant pas empêché certains des participants à l'AMS de s'adresser directement à nous durant la réunion, cf. 2.8).

Nous avons ainsi enregistré quatre angles de vues différents sur le site de St-Priest et deux sur le site de Blainville avec pour chaque site un enregistrement audio provenant du dictaphone.

2.4.2 L'ASSEMBLAGE DU CORPUS

Une fois les enregistrements effectués, nous avons procédé à leur montage. Nous avons pour cela utilisé le logiciel de montage spécialisé Final Cut Pro 514. Ce travail long et minutieux consiste tout d'abord à sélectionner les enregistrements que l'on souhaite faire figurer dans le montage. Disposant de plusieurs sources audio, il nous a fallu sélectionner celles qui avaient la meilleure qualité et qui permettaient d'entendre les paroles du maximum d'acteurs. De la même façon, nous avons dû effectuer une sélection parmi les divers enregistrements vidéo. Le montage de six vidéos sur le même écran n'aurait pas permis d'accéder à des détails importants (comme par exemple le mouvement de la bouche pour comprendre qui s'exprime lorsque du bruit parasite le son). Nous avons sélectionné les enregistrements qui nous paraissaient les plus pertinents pour avoir accès aux interactions de tous les acteurs de l'AMS. La caméra 4 est nécessaire car elle montre précisément comment le modèle 3D est manipulé et comment la souris est utilisée pour désigner les éléments dont il est question dans la discussion. La caméra 1 était équipée d'un grand angle et fournit ainsi un plan particulièrement large de la salle de St-Priest (tous les acteurs y sont visibles). La caméra 2 offrait une prise de vue très proche de la caméra 1 mais bien moins complète. Elle a donc été délaissée au profit de l'enregistrement de la caméra 1. L'inconvénient de la caméra 1 est qu'elle permet assez mal de voir les visages des concepteurs et donc de savoir qui s'exprime, notamment lorsque plusieurs personnes parlent en même temps ou que le volume est trop bas pour le déterminer. Pour cette raison, la caméra 3 nous était nécessaire. Il nous fallait ensuite choisir l'une des deux caméras de Blainville. La caméra 6 présentant les manipulations de l'industriel avec l'outil informatique a été choisie. Il est évident que la caméra 5 aurait représenté un appui complémentaire pertinent. Nous avons ensuite procédé à la synchronisation de ces sources en essayant de faire coïncider les vidéos le plus finement possible. La synchronisation des pistes audio a été légèrement plus compliquée. Nous avons fait en sorte de synchroniser les pistes audio mais également de monter le volume des pistes pendant les périodes de temps ou elles étaient le plus pertinentes. Ainsi, par exemple, lorsque ce sont les concepteurs de Blainville qui s'expriment le volume de l'enregistrement réalisé avec le dictaphone à Blainville est augmenté. Nous avons également effectué un travail concernant le panoramique sonore de la vidéo en assignant le canal droit à l'environnement sonore de St-Priest et le canal gauche à l'environnement sonore de Blainville. Ce travail de montage aboutit à une vidéo en « quadravision » des enregistrements sélectionnés sur un seul et même écran (cf. Figure 30). Il faut préciser que malgré tous nos efforts pour accéder à une qualité audio satisfaisante pour les analyses, la qualité du son est souvent médiocre à cause

notamment du phénomène de phase[34]. Nous ne pouvons parfois pas comprendre l'ensemble des paroles de tous les concepteurs.

FIGURE 30. IMAGE DU MONTAGE EN QUADRAVISION DES 4 ENREGISTREMENTS VIDEO SELECTIONNES

La figure ci-dessus présente la vidéo en quadravision que nous avons obtenue au terme de notre travail de montage. Nous constatons que malgré la richesse d'une vidéo en quatre vues, certains acteurs demeurent encore hors-champ ou difficilement visibles. C'est le cas de Robert, Damien et Sylvain. Cette image permet également de mieux se représenter la situation et de constater que lorsque les concepteurs de St-Priest visualisent le modèle 3D via une projection sur un grand écran, les concepteurs de Blainville doivent se satisfaire d'un écran d'ordinateur portable. Nous voyons également sur cette image qu'un montage en quadra vision entraine la perte d'un grand nombre de détails pourtant primordiaux à l'analyse de la situation. Ainsi, le curseur de la souris sur la représentation 3D est très difficilement perceptible. De même que percevoir les mouvements des lèvres de Robert ou Damien restent quasiment impossible.

2.4.3 LES ARTEFACTS RECUPERES

Nous avons pu récupérer comme artefacts supports des interactions : l'ordre du jour de la réunion, document envoyé par le PMS avant la réunion pour informer l'ensemble des concepteurs des personnes conviées à participer et des points qui seraient traités. Nous avons également récupéré les documents ressources papier dont se sert Laura. Ces documents ressources sont des captures d'écran de la représentation 3D d'un véhicule précédent (cf. Annexe 3). Ils sont utilisés par Laura pour s'inspirer des solutions de conception déjà mises en œuvre dans un projet précédent. Nous verrons ultérieurement que

[34] Phase : Phénomène acoustique observé lorsque l'on écoute deux fois la même bande audio superposée et décalée de quelques millisecondes qui est à l'origine d'un écho et de variations du volume.

ce procédé par lequel un concepteur s'inspire de solutions développées dans le passé pour argumenter sur des solutions nouvelles se révèle être une pratique très fréquente en conception et qui pose des questions quant à son poids dans les prises d'une décision. Nous avons également récupéré le compte-rendu de la réunion réalisé par le PMS. Par la suite nous nous sommes également procuré un guide des bonnes pratiques des AMS, élaboré à partir de projets précédents. A été également réalisée une interview des industriels de Blainville. Ces mêmes industriels, à la différence des concepteurs de St-Priest, ont également bien voulu répondre aux questionnaires que nous avions préparés concernant le ressenti de la situation. Il est ressorti de ces questionnaires que le dispositif d'enregistrement avait perturbé les concepteurs dans leur activité. Ce ressenti individuel ne se présente pas comme une analyse objective, il sert plutôt d'indice pour témoigner de conditions d'observations dans lesquelles s'est effectuée l'expérimentation.

Les données ayant été présentées, nous proposons de présenter dans la section suivante, la méthode que nous avons utilisée pour les analyser.

2.5 ANALYSE DES DONNEES

L'analyse que nous avons menée a d'abord porté sur la « forme » des interactions, puis sur le « fond » des interactions, nous expliquerons ultérieurement ce que nous entendons par fond et forme de l'interaction.

2.5.1 LA METHODE D'ANALYSE

Notre méthode d'analyse s'inspire des méthodes interactionnistes mais s'en écarte par le fait qu'elle mène à une analyse quantitative et non uniquement qualitative et clinique comme le prévoit l'analyse des interactions (Jordan & Henderson, 1995). La figure suivante présente notre méthode d'analyse (cf. Figure 31).

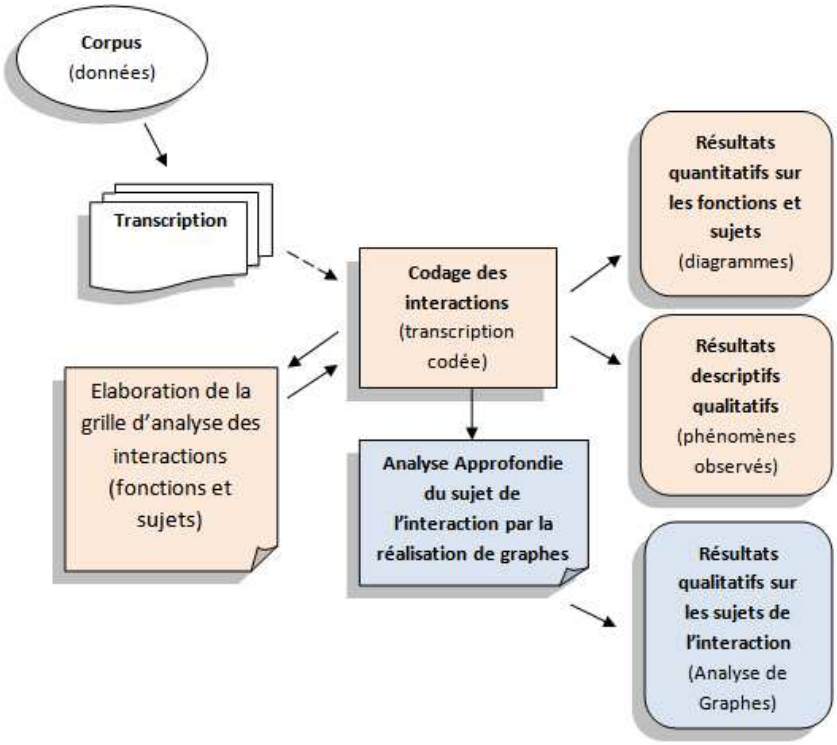

FIGURE 31. SCHEMA DE LA METHODE D'ANALYSE DES DONNEES

Cette figure présente les différentes étapes que nous avons suivies pour analyser les données de notre corpus. Le temps n'est pas figuré dans cette représentation qui fait office de guide pour comprendre le reste de ce chapitre. Dans notre travail, les données ont servi de base à deux travaux menés en parallèle. Le premier consistait à transcrire les données, le second à utiliser une partie des données pour construire une grille de catégorisation qui permettrait d'analyser le reste des données plus tard. Suite à ce double travail, nous avons pu réaliser un codage de la transcription au cours duquel nous avons notamment été amenés à faire évoluer la grille d'analyse. Le codage effectué nous a ensuite permis de mener des analyses quantitatives et de parvenir à une répartition des différents types d'interactions identifiés dans notre grille d'analyse. La grille n'autorisant pas une analyse de l'information dénotée des sujets de l'interaction (notions que nous détaillerons ultérieurement) nous avons dû mener une analyse approfondie aboutissant à des résultats qualitatifs. Ainsi, l'analyse comporte deux phases clairement identifiées : une phase de codage et d'analyse des interactions avec une grille (rouge), et une phase d'analyse approfondie des sujets de l'interaction reposant sur l'élaboration de graphes (bleue).

Nous commençons par présenter ci-après la première étape de notre méthode d'analyse, à savoir la transcription.

2.5.2 LA TRANSCRIPTION

Nous avons réalisé une transcription multimodale de la vidéo s'inspirant des travaux de Ivarsson (2006) et Lund (2003). Les conventions de transcription ont été établies en fonction de l'utilisation que nous projetions d'en faire (cf. Figure 32). Les voici énumérées :

- Les virgules ainsi que les points d'interrogation conservent une valeur syntaxique destinée à faciliter la compréhension de la transcription.
- Il faut noter que la simple lecture de la transcription laisse la compréhension difficile. En effet, suivant le volume de la voix et les intervalles de temps auxquels sont prononcées les phrases, le sens, ou bien même le destinataire de certaines paroles changent. C'est d'autant plus important dans une situation ou les concepteurs ne se voient pas (distance). Nous avons donc considéré que le visionnage de la vidéo est nécessaire pour comprendre le sens d'une interaction à cause des différentes modalités qui fournissent des indices à la communication : gestes, prosodie, expressions faciales, etc., et nous avons choisi de coder uniquement les chevauchements. Les paroles se chevauchant restent imperceptibles dans la quadravision. Elles nécessitent donc l'écoute des différents enregistrements audio ou vidéo qui représentent des sources différentes de captures et fournissent donc une qualité différente suivant l'éloignement de la personne qui s'exprime. La transcription devient dès lors un indice à la compréhension de la situation.
- L'identification des outils représente un élément important pour comprendre les activités des concepteurs. Comme le dit Rabardel (1995) : l'activité est orientée par l'outil qui la supporte. Nous avons donc choisi de préciser quels outils étaient utilisés (souris, document papier, fonctionnalité de rotation ou de zoom…).
- Enfin nous avons décidé de laisser un champ libre aux commentaires permettant d'apporter une précision à la situation.
- La qualité du son étant parfois relativement médiocre (surtout du au fait que plusieurs enregistrement sonores se mélangent) certaines phrases ou certains sons sont incompréhensibles. Nous avons transcrit les phrases incompréhensibles par « groupe de mots inaudible » ou « inaudible ».

N°	Temps	Auteur	Contenu de l'interaction	Outils manipulés	Comment.
61	00:06:16	DAMIEN	on rajoutera l'écrou on agrandira la tôle etcetera, moi j'ai pris l'initiative de positionner cet élément parce que personne n'avait travaillé dessus		
62	00:06:23	SYLVAIN	ok nan mais c'est bien		
63	00:06:25	DAMIEN	au moins les gens voient et on en discute tous ensemble		
64	00:06:27	SYLVAIN	pour la fixation du capt, du du boitier là tu mets des goujons sertis ou deux écrous ?		LAURA manipule de la documentation papier
65	00:06:33	DAMIEN	ça a pas été défini donc je pense pas, ou il a peut être reconduit heu non honnêtement comme ça je sais pas		*apparté à Blainville entre LAURA et SYLVAIN*
66	00:06:40	LAURA	*« groupe de mots inaudible »*		
67	00:06:43	LAURA	sur heu sur « pack ½ », il y a déjà il y a déjà des goujons sertis donc on peut refaire pareil		

FIGURE 32. EXTRAIT DE LA TRANSCRIPTION MULTIMODALE DU L'AMS

La première colonne de la transcription correspond au numéro de l'interaction. La deuxième colonne contient le temps au moment ou débute l'interaction. La troisième colonne présente l'auteur de l'interaction. La quatrième colonne expose le contenu d'une interaction verbale. La cinquième colonne permet d'illustrer des faits remarquables, comme des manipulations d'outils ou des apartés, qui sont commentés dans la sixième colonne. Cet extrait présente des échanges entre Damien, Sylvain et Laura, à propos du mode de fixation du boîtier de la boite à fusible se déroulant aux environ de la 6^{e} minute de l'enregistrement. Durant cet échange on constate que Laura se sert de document papier. On constate également que Laura et Sylvain échangent quelques paroles en aparté. La piètre qualité du son fait que l'interaction numéro 66, pendant laquelle Laura s'exprime, n'a pas pu être retranscrite.

C'est sur ce modèle que j'ai procédé à la transcription totale de l'enregistrement de l'AMS, transcription qui est disponible en annexe (cf. Annexe 4). Une fois ce travail réalisé, nous avons réalisé un premier découpage en séquences. Nous présentons le séquençage effectué ci-après.

2.5.3 LE SEQUENÇAGE

Comme le prévoit l'analyse des interactions, nous avons découpé notre enregistrement en plusieurs séquences (cf. Table 1). Des indices flagrants aident à séquencer la vidéo :

- Tout d'abord les concepteurs explicitent le fait qu'ils abordent un nouveau point : « ba on va commencer par heu le boîtier heu, le CU inox sur le faisceau heu portique » (00:03:08) ; « alors, je vais parler d'une chose nouvelle là » (00:07:13) ; « OK, on passe à la remontée du portique » (00:25:56) ; « Bon ben si heu, si personne n'a plus rien à dire sur ce sujet heu je vous propose heu de vous montrer heu ce qu'on a » (00:41:26), etc.
- On constate qu'à chaque nouveau sujet de discussion sur une partie de la solution, le concepteur fonction fait une rotation du modèle 3D et rend visible la partie de la solution qu'il propose. Cet indicateur à l'avantage d'être objectif et de laisser moins de place à l'interprétation. Il faut cependant préciser que chaque rotation de la représentation 3D n'est pas forcément liée à un changement de sujet dans la discussion et que par conséquent les rotations doivent être considérées plus comme des indices que comme des indicateurs d'un changement de sujet.
- Enfin un troisième indicateur permet de séquencer la vidéo. Entre différents points de discussions, les concepteurs observent des moments de silence d'un temps relativement long (environ 30 secondes).

Ainsi, il apparaît clairement qu'il y a certains « épisodes » dans la vidéo. Ces épisodes sont constitués d'une discussion autour d'un problème pendant laquelle les concepteurs évaluent une ou plusieurs solutions et en adopte une ou envisagent des actions à mener pour aboutir à une solution acceptable. Il y a donc pour chaque séquence, un problème et une ou plusieurs solutions débattues. Le nom de chacune

des séquences a été attribué par nos soins en fonction du contenu traité. Elles sont de durées inégales. Certaines donnent lieu à d'âpres discussions tandis que d'autres présentent une convergence presque immédiate. Nous avons identifié 21 séquences que nous présentons dans la table suivante (cf. Table 1).

TABLE 1. TABLE DES SEQUENCES IDENTIFIEES

N° Séquence	Nom de la séquence	Début	Fin	Durée
0	Introduction	00.00.00	00:03:08	3min8s
1	Fixation CU par goujon	00:03:08	00:07:13	4min5s
2	Fixation CU Place du CU	00:07:13	00:08:37	1min24s
3	Fixation CU Dimension	00:08:37	00:09:56	1min19s
4	Montage avec collier HB	00:09:56	00:20:35	10min39s
5	Montage Couvercle Boitier	00:20:35	00:24:22	3min47
6	Empilement des cosses	00:24:22	00:25:56	1min34
7	Remontée du Portique	00:25:56	00:31:54	5min58s
8	Accès au tirant	00:31:54	00:39:21	8min27s
9	Routage Urée	00:39:21	00:41:26	2min4s
10	Faisceaux et Longueurs	00:41:26	00:46:33	5min7s
11	Discussion Communication	00:46:33	00:47:03	0min30s
12	Apartés Prises	00:47:03	00:48:54	1min51s
13	Masse Batterie	00:48:54	00:56:41	7min47s
14	Positionnement collier HB	00:56:41	00:58:25	1min44s
15	Mise en place Collier HB	00:58:25	01:03:54	5min29s
16	Prise de Charge	01:03:54	01:10:47	6min53s
17	Fixation des deux faisceaux	01:10:47	01:11:49	1min2s
18	Longeron Emmarchement	01:11:49	01:17:04	5min15s
19	Maquettage Emmarchement	01:17:04	01:18:44	1min40s
20	Trou de 42	01:18:44	01:22:31	3min47s
21	Process montage	01:22:31	01:39:20	16min49s

La première colonne de cette table présente les numéros de séquence. La deuxième colonne contient le nom de la séquence. La troisième et la quatrième colonne donnent respectivement le temps de début et de fin de la séquence. La cinquième colonne précise la durée des séquences.

C'est sur la base de ce séquençage que nous avons mené nos analyses. Dans chaque séquence, un problème est traité collectivement. Notre hypothèse est qu'une même dynamique argumentative peut se retrouver dans plusieurs des séquences que nous avons identifiées. C'est donc sur la base de ce séquençage que nous avons mené notre analyse.

S'inspirant de nos propres observations et de travaux déjà menés dans l'analyse de l'activité de conception, nous avons cherché à élaborer une typologie des interactions que nous nous attendions à trouver dans la réunion de co-revue. Nous présentons cette typologie et les définitions associées dans la section suivante.

2.5.4 GRILLE DES INTERACTIONS COLLABORATIVES

La typologie d'interactions constitue une véritable grille d'analyse de notre corpus de données. Son élaboration relève d'un double apport théorique. Le premier apport provient des travaux menés dans le projet COSMOCE qui ont notamment donné lieu à la construction

d'une grille d'activités de conception collaborative. Le second apport provient de la méthode RAINBOW-D (Lund, Prudhomme & Cassier, 2007), adaptation de la méthode RAINBOW (Baker, Andriessen, Quignard, van Amelsvoort, Lund, Salminen, et al., 2002) aux situations de conception. Nous proposons de présenter ce double fondement théorique dans les paragraphes ci-après.

2.5.4.1 LA GRILLE DES ACTIVITES DE CONCEPTION COLLABORATIVE DU PROJET COSMOCE

A sa création dans le projet COSMOCE, la grille d'activités[35] (Mailles-Viard Metz, Renaut & Cassier, 2006) a pour but de distinguer les activités de conception collaborative dans une situation de travail synchrone. Elle trouve ses origines dans les travaux de Darse et Falzon (1996), Hohmann (2002) et Ruiz-Dominguez (2005) concernant les activités de conception, et dans les travaux de Rabardel (1995) concernant le caractère médiateur des outils en conception. Cette grille d'activités collaboratives a également été élaborée sur la base de travaux empiriques. En effet, les expérimentations[36] menées dans le projet COSMOCE ont également permis de construire la grille et notamment de l'adapter aux situations expérimentales en question. Des chercheurs en psychologie, en sciences cognitives et en mécanique ont étroitement collaboré pour parvenir à élaborer cette grille d'analyse. La voici telle qu'elle a été construite dans le projet COSMOCE (cf. Figure 33).

Activités	Définitions
Synchronisation Cognitive	Acquisition de connaissances dans le domaine des autres métiers participant au processus de conception grâce à l'élaboration d'un référentiel opératif commun.
Gestion de la coordination et de la communication	Partage et maintien des représentations, demande ou apport d'aide, afin d'améliorer la coopération, mise à disposition de ses compétences, suivi et contrôle des procédures en cours.
Gestion de projet	Planification, animation, organisation de la conception
Evaluation	Déterminer la pertinence des solutions et des exigences proposées par rapport à un ou plusieurs critères.
Proposition d'exigences ou de solutions	Soumission d'une exigence, une solution à un examen, à une délibération de la part des autres métiers.
Recherches de ressources	Recherches de documents, requêtes entre les métiers, recherches de compétences externes.
Relationnel	Echanges sans lien avec le travail de conception ayant une dimension social ou affective. Cela comprend notamment les interventions humoristiques et les interventions de politesses

FIGURE 33. GRILLE D'ACTIVITES DU PROJET COSMOCE (MAILLES-VIARD METZ, RENAUT & CASSIER, 2006)

[35] J'ai participé à l'élaboration de cette grille durant l'année de master2 en Sciences Cognitives à l'Université Lyon 2.

[36] Situation expérimentale mettant en scène des étudiants des écoles ENSIEG et ENSHMG. Trois groupes de trois étudiants devaient travailler à distance à l'élaboration d'un disjoncteur électromagnétique. Ils avaient à leur disposition un ensemble d'outil de communication (tableau blanc, webcam, palette graphique, etc.).

L'intérêt de développer un tel outil est multiple. Outre le fait qu'il représente un cadre d'analyse et offre un point d'entrée à l'analyse d'une situation dont la complexité représente le plus grand obstacle pour les chercheurs, il fournit en même temps un lieu de débat pour les chercheurs et permet ainsi de capitaliser les connaissances qui sont construites à propos de la situation. Les chercheurs, malgré leurs origines diverses, trouvent un terrain commun de discussion. L'autre avantage de la grille que nous avons utilisée est sa capacité à fournir des résultats d'ordre à la fois quantitatif et qualitatif. D'un côté, le processus de catégorisation des activités permet un décompte de celles-ci et offre ainsi la possibilité d'obtenir un diagramme de leur répartition par type. De l'autre côté, l'élaboration de la grille et les discussions qu'elle suggère à travers son usage lors du codage permettent d'expliquer certains comportements qui seraient invisibles dans une simple analyse quantitative objective. Typiquement, dans l'étude Volvo, c'est à travers l'élaboration de la grille lors du codage que nous avons remarqué la façon dont Laura utilise des documents papier pour s'inspirer de solutions passées.

La grille comporte cependant des limites. Une des limites principales de cette grille d'analyse relève de son usage sur un corpus d'une situation expérimentale (projet COSMOCE, corpus conception collaborative HMG-IEG). En effet, son utilisation a en effet été particulièrement laborieuse pour plusieurs raisons. Coder une activité nécessite de se questionner sur ce qu'est une activité. Il s'agit alors de parvenir à une définition suffisamment stricte pour en délimiter des contours précis afin de procéder à un codage sans ambiguïtés. Lorsque plusieurs personnes interagissent en même temps, il peut arriver que plusieurs activités se croisent, se superposent, puis se rejoignent. Comment savoir précisément quel concepteur est impliqué dans quelle activité ? Certaines interruptions, par une personne ayant un problème de son par exemple, vont interrompre l'activité, avant qu'elle ne reprenne puis soit interrompu peut-être de nouveau par une autre personne. Comment représenter les interruptions dans un codage en activité ? Les interruptions doivent-elles être considérées comme une activité ? Il peut arriver que les outils utilisés pour interagir changent, est-ce une marque que l'activité change ? Il semble incohérent de dire qu'à chaque changement d'outil l'activité change, mais il est aussi difficile d'admettre qu'il s'agisse exactement de la même activité alors que l'outil la supportant n'est plus le même. Ces difficultés à structurer le codage se sont ajoutées à des difficultés provenant de l'interprétation des définitions de la grille. Il s'est avéré que les définitions étaient trop larges pour parvenir à une catégorisation claire des activités de la situation : plusieurs chercheurs ayant codé les activités ont eu énormément de mal à se mettre d'accord sur un codage commun. Ces difficultés rencontrées dans le projet COSMOCE nous ont questionnés quand à la méthodologie à suivre pour étudier l'activité. Comme présenté dans le chapitre 2, nous nous appuyons sur le constat que « les activités émergent de la dynamique des interactions ». Ainsi, l'étude des interactions représente un point d'entrée pour accéder aux activités de conception. C'est ce point d'entrée que nous avons choisi pour mener notre analyse.

Nous présentons ci-après comment nous avons effectué un transfert de l'analyse en la portant sur l'interaction plutôt que sur l'activité.

2.5.5 LA METHODE RAINBOW-DESIGN (LUND, PRUDHOMME & CASSIER, 2007)

La méthode RAINBOW-D (D pour design) est une adaptation de la méthode RAINBOW aux situations de conception (Lund, Prudhomme & Cassier, 2007). Une présentation complète de la méthode RAINBOW se trouve au chapitre 3 de cette thèse. Initialement, RAINBOW est conçue pour analyser les situations d'apprentissage de type débat centré autour de problèmes de société (réchauffement climatique, OGM, etc.). Les problèmes de sociétés dans la mesure où ils ne présentent pas de solution unique et dans la mesure ou les termes permettant de les définir ne peuvent être énoncés à l'avance, peuvent être vue comme des problèmes mal définis au sens ou les définit Simon (1973).

De même, nous avons montré que les situations de conception comme les situations de débat reposaient sur un processus argumentatif dans la mesure où dans les deux cas, les participants veulent faire admettre ou prendre en compte leur point de vue au reste des acteurs. La conception se distingue du débat par le fait que la thèse défendue s'apparente à une solution de conception (ou à une mise en relation d'un problème et d'une solution de conception) et que les arguments mobilisent nécessairement un critère pour évaluer la solution. Cette distinction mise à jour, la méthode d'analyse de débat RAINBOW ne peut être réutilisée telle quelle pour analyser une situation de conception collaborative. Elle nécessite une adaptation au domaine de la conception. C'est ce travail que nous avons réalisé en modifiant les définitions des catégories d'argumentation de la méthode RAINBOW. Nous avons donné à la nouvelle grille adaptée à la conception le nom de RAINBOW-D. Nous y avons fait figurer les notions de solutions et de critères pour pouvoir mener notre analyse. La figure suivante montre ce que sont devenus les catégories argumentation et approfondissement de RAINBOW dans la méthode RAINBOW-D (cf. Figure 34).

Catégories	Définitions
6.1 Argument mobilisant une (partie de) solution	Suggestion d'un élément de solution s'inscrivant dans une argumentation pour le produit à concevoir
6.2 Argument mobilisant un critère	Argument mobilisant un critère particulier pour évaluer un élément de solution du produit à concevoir
7.1 Approfondissement d'une (partie de) solution	Différents types de justifications d'arguments en terme d'éléments de solution (Exemple : diviser une solution en sous-éléments de solution, choisir les matériaux d'une solution)
7.2 Approfondissement d'un critère	Différents types de justifications d'arguments en termes de critères pour satisfaire un élément de solution

FIGURE 34. NOUVELLES CATEGORIES POUR RAINBOW-D TIRE DE LUND, PRUDHOMME ET CASSIER (2007)

La figure ci-dessus montre la subdivision des catégories 6 et 7 de RAINBOW ayant permis de définir RAINBOW-D. Des sous catégories renvoyant à la solution et au critère apparaissent.

La grille RAINBOW-D a également montré des limites pour coder l'activité des concepteurs. Dans la méthode RAINBOW, la tâche que les acteurs doivent réaliser est un débat à propos d'une thèse. Il peut s'agir pour eux d'argumenter pour convaincre leurs opposants ou il peut s'agir d'échanger des arguments pour et contre une thèse afin de construire un espace de débat pour mieux comprendre les tenants et les aboutissants de la thèse en question. Dans la conception, les concepteurs ne se contentent pas d'argumenter — que ce soit pour

convaincre ou pour mieux apprécier l'espace de débat —ils doivent aussi proposer et expliquer des solutions. De plus, il y a une dimension temporelle très importante que les concepteurs doivent prendre en compte pour organiser la solution qu'ils mettent au point. La conception et le débat ne semblent pas être aussi assimilables que nous le pensions initialement et l'adaptation de la méthode RAINBOW n'est pas évidente.

Il faut cependant reconnaître que certaines pistes ont émergé de ce travail. En montrant que l'argumentation peut porter sur une thèse, sur une solution ou un critère, suivant les situations, nous montrons qu'une argumentation ayant une même fonction n'a pas nécessairement le même sujet. Cette distinction est vraie pour d'autres interactions : une interaction d'explication peut porter sur une solution, sur l'objet de la réunion, des évènements à venir dans le projet, etc. Comprendre ce que les concepteurs font ne peut se faire sans se demander de quoi ils parlent. Ainsi, nous choisissons de dissocier « le fond » et « la forme » des interactions en étudiant les fonctions de l'interaction d'un côté, la forme, et les sujets de l'interaction d'un autre, le fond (Cassier, Prudhomme & Lund, 2008). Ce choix méthodologique n'est, à vrai dire, pas réellement nouveau. Il avait déjà été opéré par Garro et al (2001) qui identifiaient des « actes de conception » comportant une action, un type et un sujet (cf. Chap. 1, 2.1). Cette même distinction existe également dans les travaux de Breton (2006) à propos du fond et de la forme des arguments (cf. Chap. 3, 1).

En confrontant la grille d'activités de COSMOCE et la grille d'interactions RAINBOW-D, on se rend compte que certaines notions sont proches. L'exemple le plus évident est la gestion de tâche et la gestion de projet qu'il paraît difficile de dissocier totalement. Nous choisissons ainsi d'élaborer notre propre grille par un processus de fusion des deux grilles permettant de faire figurer les notions de chacune d'elles tout en assimilant les notions identiques. Il faut préciser que notre échelle de temps n'est plus l'activité comme il était question dans le projet COSMOCE mais bien l'interaction. Nous décidons de dissocier la forme et le fond de chaque interaction. Nous appelons « forme de l'interaction » la fonction pragmatique de l'interaction dans la discussion. Comme nous l'avons dit, la fonction pragmatique renvoie au caractère intentionnel et performatif d'une interaction. Dans le contexte de la conception collaborative ou il s'agit de confronter différents points de vue pour prendre une décision, les fonctions pragmatiques en jeu porteront sur l'argumentation, l'opinion, la proposition, etc. Nous appelons « sujet de l'interaction » le focus de l'interaction, c'est-à-dire l'information dénotée sur laquelle porte l'interaction. Il s'agit de : la solution, le projet, la réunion, etc. Nous pouvons ainsi élaborer une typologie de fonctions et une typologie de sujets que nous synthétisons dans la grille d'interactions collaboratives que nous présentons ci-après.

2.6 LA GRILLE D'ANALYSE DES INTERACTIONS COLLABORATIVES

Cette grille a fait l'objet d'un très long travail de définition comportant une première phase de travail théorique et une seconde phase de travail empirique. Comme nous l'avons dit plus-haut ses fondements théoriques sont issus de la Méthode RAINBOW et des résultats de recherche du projet COSMOCE. Sa dimension empirique provient, comme dans le projet

COSMOCE, d'une perpétuelle adaptation des définitions à la situation étudiée, dans notre cas la réunion de co-revue Volvo. L'élaboration des définitions à partir de l'observation des données permet de s'assurer que l'on peut classer l'ensemble des interactions du corpus avec notre grille. Ce processus ascendant s'effectue à travers une comparaison de nos codages individuels qui nous poussent à définir avec précision les contours de chaque catégorie et à nous assurer que nous en avons la même compréhension.

La grille d'interactions collaboratives que nous avons établie est présentée en trois parties. La première partie est la typologie de sujets (le fond) de l'interaction que nous avons construite. La seconde partie présente pour sa part la typologie des fonctions (la forme) des interactions que nous avons identifiées. Enfin la troisième partie est une synthèse des typologies précédentes fournissant un exemple d'interaction tiré du corpus pour chaque couple fonction-sujet. Cette dernière partie est consultable en annexe (cf. Annexe 5).

2.6.1 DEFINITIONS DES SUJETS DES INTERACTIONS

Nous avons identifiés sept sujets d'interactions dans notre situation de revue de conception : le projet, la tâche, les outils, la communication, la solution, le critère, le relationnel. Nous présentons ci-après ce que nous identifions derrière chacune de ces notions.

- **PROJET :** Ce qui a été fait avant l'AMS dans le projet ou dans d'autres projets, référence à d'autres véhicules, à des processus de montage, au travail mené par des personnes extérieures etc. Il peut s'agir aussi de ce qu'il faudra entreprendre par la suite, les projets à mener. Les discussions qui concernent les démarches administratives, les procédures et les normes à appliquer sont vues comme étant de l'explication de projet.
- **TACHE :** La tâche est l'AMS. La tâche concerne : la participation des différentes personnes (tours de parole), l'avancement des différents points, la planification, la récapitulation de ce qu'il y a à faire dans l'AMS.
- **OUTILS :** L'objet de la discussion est un outil technique. Le choix du serveur à utiliser pour communiquer par exemple.
- **COMMUNICATION :** Comprend les phrases permettant de gérer les échanges entre les acteurs. Cela comprend les interpellations de destinataire, les échos, les répétitions, les insistances etc. La gestion de la représentation 3D (zoom ou rotation de la représentation) est considérée comme de la gestion de la communication. Les interactions « *oui oui », « je t'ai compris », « je t'entends », « je suis là », « je comprends* » qui encouragent le locuteur à continuer ce qu'il entreprend de communiquer en seront également.
- **SOLUTION** : Evocation d'une solution ou d'une partie de la solution. Cela porte sur le choix des pièces, de leur position, des matériaux, etc.
- **CRITERE** : Evocation d'un critère d'évaluation de la solution (prix, coût, poids, ergonomie de montage, fiabilité, résistance).
- **RELATIONNEL** : Echange sans lien avec le travail de conception. Cela comprend les échanges de dimension affective ou sociale tels que les phrases de politesse, ou les phrases humoristiques.

Cette typologie se veut exhaustive et doit représenter la totalité des sujets qui sont abordés dans l'AMS. Il est bien entendu que les sujets ne sont pas nécessairement abordés dans des proportions équivalentes.

2.6.2 DEFINITIONS DES FONCTIONS DES INTERACTIONS

Voici, ci-après, la définition des fonctions d'interaction que nous avons obtenue au terme de notre travail de redéfinition.

- **GERER** : Synchronisation de l'interaction à des niveaux communicationnel, social, technique ou du projet (Exemple : Communication : « je comprends », « oui, je t'écoute », « tu es là ?» ; Social : « merci » ; Technique : « vous m'entendez bien ? », « vous voyez sur l'écran » ; Projet : « nous aborderons ce point prochainement »).
- **PROPOSER** : La proposition peut porter sur tous les sujets : Le projet, la tâche, une solution, un critère ou un outil. S'il s'agit d'une proposition de solution, il peut s'agir soit d'une proposition de solution émergente, soit d'une idée préétablie à l'avance par le concepteur qui présente son travail pour la première fois (il s'agit dans ce cas d'une proposition de solution prédéfinie). Elle est soumise à l'évaluation (parfois implicite) et à la délibération des autres concepteurs.
  Remarque : la proposition de solution prédéfinie repose la plupart du temps, dans ce que nous avons vu chez Volvo, sur la présentation d'une représentation 3D de la solution. Le média étant un logiciel 3D, l'interaction de proposition n'a pas les mêmes propriétés que les interactions orales, notamment en ce qui concerne sa durée.
- **EXPLIQUER** : Décrire, raconter, interpréter, commenter ou analyser une proposition faite par l'un ou l'autre des concepteurs. L'explication peut concerner tous les sujets. Il n'y a pas de critères mobilisés, car il n'y a pas de justification. Elle se distingue de l'argumentation par le fait qu'il y a ici une valeur de présentation et de réflexion à haute voix qui n'a pas comme objectif de faire adhérer forcément les personnes écoutant (contrairement à l'argumentation).
  Remarque : Le concepteur dessinateur qui décrit sa solution ne la propose pas mais l'explique.
- **ARGUMENTER** : Soutien ou attaque d'une proposition destinée à convaincre d'autres concepteurs d'une certaine opinion et qui s'appuie nécessairement sur un critère. A la même valeur que l'explication mais s'inscrit dans un processus argumentatif, c'est-à-dire que le concepteur qui s'exprime, fait face à un point de vue qui s'oppose dans une certaine dimension au sien et peut employer des stratégies relatives à l'argumentation pour gagner l'adhésion de son auditoire.
- **DONNER SON OPINION** : Concerne les interactions d'expression ou d'explicitation de prise de positions à propos d'un sujet débattu. Elles peuvent être favorables ou défavorables. Cela peut concerner un argument ou une prise de décision et peut se trouver aussi bien à l'ouverture d'une phase argumentative qu'à la fermeture.
  Remarque : il faut distinguer les « oui/d'accord » que les concepteurs disent pour « je te comprends » et qui seront codés comme de la gestion de communication et les

« Oui/d'accord » que les concepteurs soutiennent une idée qui seront codées en opinion.

Cette grille de fonctions de l'interaction peut paraître très synthétique. Pourtant lorsqu'on la croise avec la grille de sujets de l'interaction elle s'en trouve très enrichie. Nous avons fait figurer en annexe un tableau récapitulant les différents cas d'utilisation avec des exemples tirés de notre corpus pour chaque couple de fonctions-sujet (cf. Annexe 5). Il faut aussi noter qu'il n'existe pas d'exemple, dans notre corpus, associant certaines fonctions avec certains sujets de l'interaction. Ainsi par exemple la fonction « expliquer » ne porte jamais sur le sujet « communication ». Pour imaginer ce codage, il faudrait qu'un concepteur décrive la façon dont se passe la communication. De la même façon, la fonction « donner son opinion » ne rencontre jamais un sujet comme le relationnel ou la communication dans notre corpus. Nous faisons ici remarquer que certaines associations n'ont a priori guère de sens. Il semble impossible de « gérer la solution » ou « gérer le critère ».

Comme nous l'avons dit, la grille a été construite au cours d'un double processus d'analyse des interactions et de définitions des catégories destiné à faire évoluer celle-ci en s'assurant que les définitions établies étaient claires et permettaient de coder l'ensemble du corpus. Plusieurs versions de la grille ont ainsi étaient réalisées et testées sur le corpus (cf. 2.6.4). Nous sommes parvenus à des définitions précises permettant à un juge de comprendre précisément comment classer les interactions du corpus. Cette grille est également accompagnée de conventions de codage détaillant comment utiliser la grille dans certains cas ambigus (cf. Annexe 5).

Afin de considérer la grille comme une méthode scientifique valide pour parvenir à une catégorisation des interactions, nous avons calculé le coefficient de similarité de codage inter-observateur sur un extrait de la transcription (Séquence 13, cf. Table 1) et suivant la méthode dite « Méthode des juges » (Lombard, Snyder-Duch & Bracken, 2004) que nous proposons de présenter à présent.

2.6.3 La Methode des juges

Le principe de la méthode des juges consiste à valider une catégorisation comme étant véritablement une méthode d'analyse d'une situation en prouvant que plusieurs « juges » parviennent à la même caractérisation avec la même méthode. Il s'agit de calculer le taux de similarité, appelé coefficient α de Krippendorff (Krippendorff, 2007), entre plusieurs codages. Cet indice permet de comparer des codages sur de petits et grands échantillons avec un minimum de trois juges. Disposant de trois juges nous pouvions calculer ce coefficient. Nous présentons succinctement la méthode pour calculer le coefficient α.

Premièrement, il faut construire une matrice (cf. Figure 35) composée d'une ligne par juge et d'une colonne par item codé (une interaction dans notre cas). Soit m le nombre de juges (trois dans notre cas), r le nombre d'items codés (184 dans notre cas) et c la valeur d'un codage d'item.

Units u:		*1*	*2*	.	.	.	*u*	.	.	.	.	.	*r*
Observers:	1	c_{11}	c_{12}	.	.	.	c_{1u}	.	.	.	.	.	c_{1r}
	i	c_{i1}	c_{i2}	.	.	.	c_{iu}	.	.	.	.	.	c_{ir}
	j	c_{j1}	c_{j2}	.	.	.	c_{ju}	.	.	.	.	.	c_{jr}
	.	.	.				.						.
	m	c_{m1}	c_{m2}	.	.	.	c_{mu}	.	.	.	.		c_{mr}

FIGURE 35 : MATRICE DE CODAGE, TIRE DE KRIPPENDORFF (2007)

Deuxièmement, il faut construire la *matrice de coïncidence* (cf. Figure 36)

Les indices c et k prennent successivement l'ensemble des valeurs que peut prendre un codage. Ainsi l'ensemble des pairs c-k couvre l'ensemble des possibilités de résultats obtenus si l'on constitue des pairs avec les codages des juges 2 à 2. L'indice o consiste à calculer combien de fois la paire c-k est retrouvée pour tous les items u, autrement dit combien de fois dans la matrice de codage on retrouve la paire c-k (ou la paire k-c). La méthode de Krippendorff prévoit que la somme soit divisée par le nombre de juge -1 (m-1) ayant codé l'item. Cette mesure sert à équilibrer le calcul si jamais certains juges n'avaient pas codé tous les items.

	1	.	k	.	.	
1	o_{11}	.	o_{1k}	.	.	n_1
.	.		.			.
.	.		.			.
c	o_{c1}	.	o_{ck}	.	.	$n_c = \Sigma_k\, o_{ck}$
.	.		.			.
	n_1	.	n_k	.	.	$n = \Sigma_c \Sigma_k\, n_{ck}$

$$o_{ck} = \sum_u \frac{\text{Number of c - k pairs in unit u}}{m_u - 1}$$

FIGURE 36 : MATRICE DE COÏNCIDENCE, TIRE DE KRIPPENDORFF (2007)

Pour illustrer notre propos et le rendre plus intelligible, nous présentons la matrice de coïncidence que nous avons obtenue pour le codage des fonctions de l'interaction de l'extrait codé par trois juges (cf. Figure 37).

	Proposition	**Argumentation**	**Opinion**	**Gestion**	**Explication**	Totaux(n_c)
Proposition	27	2	0	1	3	33
Argumentation	2	70	4	1.5	11.5	89
Opinion	0	4	42	7	5	58
Gestion	1	1.5	7	73	4.5	87
Explication	3	11.5	5	4.5	120	144
Totaux (n_k)	33	89	58	87	144	411

FIGURE 37 : MATRICE DE COÏNCIDENCE OBTENUE POUR LE CODAGE DES FONCTIONS DE L'INTERACTION

On peut ensuite appliquer la formule de Krippendorff qui permet de calculer le taux de similarité, l'indice α.

$$\text{nominal } \alpha = \frac{(n-1)\sum_c o_{cc} - \sum_c n_c(n_c-1)}{n(n-1) - \sum_c n_c(n_c-1)}$$

Dans notre exemple :

$\sum o_{cc} = 27 + 70 + 42 + 73 + 120 = 332$

$\sum n_c(n_c\text{-}1) = 33\ (33 - 1) + 89\ (89 – 1) + 58\ (58 - 1) + 87\ (87 -1) + 144\ (144 – 1) = 40\ 268$

D'où :

$$\alpha = ((411\text{-}1)\ 332\ \text{-}40\ 268) / (411(411\text{-}1) – 40\ 268) = 0{,}747430639$$

Cet exemple détaillé témoigne de la rigueur avec laquelle nous avons calculé nos indices de similarité. Il permet en même temps d'expliquer le déroulement d'un calcul complexe et participe alors à l'explicitation de notre méthode.

Nous présentons à présent les résultats que nous avons obtenus en appliquant cette méthode.

Lors de la première tentative, les coefficients α obtenus pour le codage en fonctions et en sujets étaient de l'ordre de 45 %. Ils se révélaient ainsi trop bas pour que cette version de la grille puisse être considérée comme suffisamment explicite et précise pour classer les interactions. Certaines interactions, qui demeuraient à l'intersection entre plusieurs catégories, témoignent du fait que les définitions des catégories n'étaient pas assez spécifiées pour permettre de les distinguer.

Nous avons alors pris deux mesures pour se synchroniser sur le codage et ainsi obtenir une fiabilité de codage plus élevée: construire des conventions de codage (cf. Annexe 5) et affiner certaines définitions de catégories.

Pour affiner les définitions, nous nous sommes penchés sur les interactions précises sur lesquelles nos jugements avaient divergé. Il est apparu deux grands points reflétant des frontières floues dans notre typologie :

- Tout d'abord concernant la gestion de communication et l'opinion. La frontière entre ces catégories est particulièrement difficile à voir dans certains cas et particulièrement dans les interactions ou les concepteurs répondent « oui ». La réponse « oui » a ceci de particulier qu'elle peut soit signifier « oui, je t'entends » ou alors « oui, je suis d'accord ». Dans le premier cas il s'agira d'une réponse destinée à maintenir la communication, dans le second cas la réponse aura pour objet de donner une opinion. Des différences de codages ont été repérées à ce niveau, et il a fallu mettre l'accent sur ce point précis dans nos définitions. Seul le contexte permet de déterminer si l'interaction « oui » appartient à la catégorie de gestion de l'interaction ou à la catégorie d'opinion. Le résultat de ce travail nous a amené à préciser la définition de la catégorie gestion de communication (cf. cas d'utilisation, Annexe 5).

- Le second point de divergence concernait le codage entre « l'explication de projet » et « l'argumentation de solution ». Nous nous sommes rendu compte que nous ne codions pas de la même façon les interactions dans lesquelles les

concepteurs faisaient référence à un projet antérieur. Il s'agit en réalité d'un cas de multifonctionnalité de l'énoncé. En effet, les moments ou les concepteurs rappellent les décisions qui ont été prises précédemment dans des projets plus anciens entrent parfaitement dans la catégorie de l'*explication de projet*. Cependant si on étudie le contexte, on constate que ces explications servent en réalité une argumentation et que le concepteur qui parle fait référence à une ancienne solution pour prouver que ce qu'il propose est cohérent et fonctionne. En d'autres termes, nous pouvons voir que le concepteur réalise une argumentation en faisant référence à une solution antérieure, que l'on peut qualifier d'analogie, pour défendre son opinion. Nous avons dû là encore procéder à une rectification des définitions et se mettre d'accord sur la façon de coder ce type d'intervention. Cette réflexion fait écho à celle que nous avions concernant l'utilisation que le concepteur Laura faisait de ses documents papiers représentant des solutions antérieures. Ainsi, le procédé d'argumentation reposant sur la mobilisation de solutions antérieures est très fréquent et reflète donc bien un mécanisme interactionnel servant l'argumentation dans la conception. Ce procédé apparaît comme déterminant, nous chercherons à le caractériser ou du moins à tester sa pertinence dans un nouveau contexte.

Une fois les redéfinitions effectuées et les prescriptions énoncées, nous avons procédé à un nouveau codage. Voici les taux de similarité que nous avons obtenus sur un échantillon de 10 minutes du corpus, chaque juge codant individuellement l'extrait (cf. Tableau 3 et Tableau 4).

TABLEAU 3 : TAUX DE SIMILARITE OBTENU POUR LE CODAGE DES FONCTIONS

Fonctions	α
Juge1, Juge2, Juge3	**0,75**
Juge1, Juge3	0,67
Juge2, Juge3	0,83
Juge1, Juge2	0,73

TABLEAU 4 : TAUX DE SIMILARITE OBTENUS POUR LE CODAGE DES SUJETS

Sujet	α
Juge1, Juge2, Juge3	**0,78**
Juge1, Juge3	0,70
Juge2, Juge3	0,86
Juge1, Juge2	0,77

Les taux obtenus avec notre grille finale mise à jour sont de 75% pour le codage des fonctions et de 78% pour le codage des sujets. D'après Lombard, Snyder-Duch et Bracken (2004), un coefficient de 70% témoigne d'une validité acceptable pour une étude exploratoire. Ainsi, la nouvelle version de grille accompagnée des conventions de codage a permis d'obtenir un coefficient de similarité suffisamment élevé pour justifier sa fiabilité.

Nous avons également vérifié la complétude[37] de la grille avec le nouveau codage.

[37] La complétude d'une grille est atteinte lorsque toutes les interactions du corpus peuvent être codées et lorsque réciproquement toutes les catégories sont mobilisées dans le codage.

La grille étant complète et fiable, elle apparaît comme une méthode de codage valide pour catégoriser les interactions collaboratives en conception. J'ai alors entrepris d'utiliser la grille pour coder la totalité du corpus. Nous présentons ci-après le déroulement de cette étape.

2.6.3.1 LE CODAGE

L'enregistrement de la caméra capturant la projection du modèle 3D partagé étant incomplet, seulement 1h30 du corpus ont été codé, soit environ 1500 interactions. La figure suivante présente un extrait de la transcription avec les catégories dans lesquelles ont été catégorisées chacune des interactions (cf. Figure 38)

N°	Temps	Auteur	Contenu de l'interaction	Outils manipulés	Comment.	Fonc	Sujet
61	00:06:16	DAMIEN	on rajoutera l'écrou on agrandira la tôle etcetera, moi j'ai pris l'initiative de positionner cet élément parce que personne n'avait travaillé dessus			Explica	Solu
62	00:06:23	SYLVAIN	ok nan mais c'est bien			Opinion	Projet
63	00:06:25	DAMIEN	au moins les gens voient et on en discute tous ensemble			Argu	Projet
64	00:06:27	SYLVAIN	pour la fixation du capt. du du boitier là tu mets des goujons sertis ou deux écrous ?		LAURA manipule de la documentation papier	Proposi	Solu
65	00:06:33	DAMIEN	ça a pas été défini donc je pense pas, ou il a peut être reconduit heu non honnêtement comme ça je sais pas		*aparté à Blainville entre LAURA et SYLVAIN*	Explica	Solu
66	00:06:40	LAURA	*« groupe de mots inaudible »*				
67	00:06:43	LAURA	sur heu sur « pack ½ », il y a déjà il y a déjà des goujons sertis donc on peut refaire pareil			Argu	Solu

FIGURE 38. EXTRAIT CODE DE LA TRANSCRIPTION

Nous avons déjà présenté le format de notre transcription (cf. Figure 32). Cette figure est enrichie par le fait qu'elle expose les deux colonnes de codages permettant de caractériser chacune des interactions en termes de fonction et de sujet. La 7e colonne contient le codage des fonctions de l'interaction et la 8e le codage du sujet de l'interaction.

Une fois le codage fait, nous avons dû nous interroger sur l'outil qui serait le plus adéquat pour procéder au dépouillement de notre analyse. Nous présentons ci-après les logiciels que nous avons testés.

2.6.4 CHOIX DU LOGICIEL D'ANALYSE

Après de multiples essais sur des logiciels d'analyse tels que *Videograph*, *Transana* ou the *Observer*, nous nous sommes arrêtés sur un logiciel à l'origine conçu pour assister les ergonomes, le logiciel *Actogram* (anciennement appelé *Kronos*).

Voici une rapide étude comparative (cf. Tableau 5) à partir des critères suivants : ergonomie générale, prix, stabilité, aisance pour coder (flexibilité dans l'organisation des catégories ; fonctionnalités dédiées au codage : timeline, zoom, raccourcis, etc. ; nombre de formats

vidéo acceptés), richesse des outils d'analyse (statistiques ; représentations graphiques ; recherche de séquences).

TABLEAU 5 : TABLEAU DE COMPARAISON DE QUELQUES LOGICIELS DE CODAGE

	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Videograph	➢ Codage rapide grâce à une *timeline* sur laquelle on peut se déplacer et zoomer. ➢ Organisation souple des catégories.	➢ format vidéos acceptés peu nombreux. ➢ outil de représentation et d'analyse très limités. ➢ uniquement deux niveaux de catégorisations.	Ce logiciel peut parfaitement convenir si on couple son utilisation avec un autre logiciel d'analyse.
Transana	➢ transcriptions rapidement effectuées. ➢ Organisation souple des catégories sur autant de niveaux que l'on souhaite. ➢ utilisation de mots clés.	➢ Outils d'analyse statistique peu évolué. ➢ Visualisation peu pratique pour coder.	Ce logiciel convient plus généralement à une analyse interactionniste se focalisant sur de courts extraits d'un corpus.
The Observer	➢ Synthétise de nombreuses fonctionnalités des logiciels de codages. ➢ Logiciel riche et ergonomique aussi bien pour le codage que pour l'analyse.	➢ Le prix. ➢ Malgré son caractère très ergonomique, sa richesse rend sa prise en main non immédiate.	The Observer est sûrement le logiciel le plus complet pour mener des études d'activités sur des situations réelles. il est recommandé d'avoir une idée précise de l'analyse des données que l'on souhaite effectuer.
Actogram	➢ Outils de représentation et d'analyse des données riches (matrice de simultanéité, de transition, résultats en % ou en occurrence, création de diagrammes etc.)	➢ Peu de formats vidéo acceptés, travail préliminaire de conversion des données nécessaire ➢ Absence de *timeline* qui rend la prise de recul sur le codage impossible ➢ Peu ergonomique et technologiquement instable	Actogram est très peu ergonomique et il faut l'utiliser un certain temps avant de réussir à travailler avec.

Selon cette étude, les logiciels comportent tous des avantages et des inconvénients. Il est important d'anticiper l'utilisation que l'on souhaite faire du logiciel pour bien le choisir. Au terme de ce travail de comparaison, nous avons choisi le logiciel *Actogram*. Nous présentons ci-après les raisons de ce choix.

2.6.5 LE LOGICIEL *ACTOGRAM*

Actogram est un logiciel permettant de réaliser le codage d'une vidéo grâce à une grille d'analyse préalablement saisie dans le logiciel (cf. Figure 39). Le codage s'effectue sur un *time stamp* ne fournissant ainsi aucune contrainte du grain sur lequel le chercheur désire porter son analyse. *Actogram* est aussi très flexible par le fait qu'il ne fournit pas de limites concernant le nombre de catégories ou sous-catégories que l'on souhaite entrer.

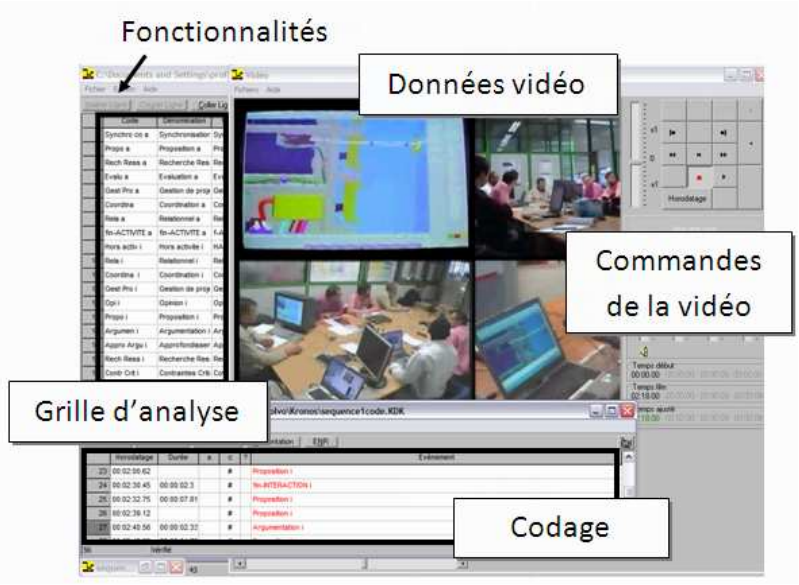

FIGURE 39. CAPTURE D'ECRAN DU LOGICIEL ACTOGRAM

Comme le montre la capture d'écran ci-dessus, le logiciel se compose de différents modules permettant d'avoir accès à la grille d'analyse, à la vidéo analysée et sa télécommande pour la contrôler, ainsi qu'au codage qui a été fait sur la vidéo.

Nous avons choisi le logiciel *Actogram* car il offre des outils d'analyse riches et particulièrement utiles pour la problématique qui nous intéresse. *Actogram* permet de réaliser :

- **Des matrices de simultanéité**, utiles pour observer, par exemple, quel acteur utilise quel outil, ou pour analyser quelle forme d'interaction traite de chaque sujet.
- **Des matrices de « séquentialité »**, utiles pour observer, comment les tours de paroles ou les interactions se succèdent.
- **Une représentation graphique multidimensionnelle paramétrable** offrant une vision globale de la nature de l'activité étudiée et permettant notamment de réaliser des analyses qualitatives globales pour par exemple se focaliser sur un moment précis ou pour repérer des séquences d'interactions régulières.
- **Un module de recherche de séquences d'interactions** facilement paramétrable. Il permet de choisir la longueur des séquences que l'on recherche en choisissant de déterminer le type d'interaction et sa place dans la séquence. On peut par exemple lui demander de chercher toutes les séquences d'interactions présentant une série de trois interactions d'argumentation suivies d'une opinion. Les acteurs et les sujets peuvent aussi entrer dans la séquence. Il est possible de ne rien déterminer et de laisser Actogram présenter l'ensemble des séquences d'interactions existantes (attention pour une séquence trop longue sur un corpus trop grand, le calcul risque d'être limité par la puissance du processeur et prendre ainsi énormément de temps).

- **Des tableaux diagrammes et de tous types** en pourcentages ou en occurrences.

Le codage à partir de la grille d'interactions collaboratives nous a donné des résultats concernant les sujets et les fonctions de l'interaction que nous présenterons ultérieurement (cf. 2.7.1). Nous présentons dans la section ci-dessous une deuxième analyse que nous avons menée : l'analyse approfondie des sujets de l'interaction.

2.6.6 ANALYSE APPROFONDIE DES SUJETS DES INTERACTIONS

Pour mener cette analyse approfondie nous avons repris le codage en fonctions et sujets de l'interaction en ne prenant en compte que les interactions dont le sujet était une solution ou un critère. Nous avons alors rajouté dans le codage le critère mobilisé dans les interactions dont la fonction était l'argumentation ainsi que les solutions et sous-solutions (éléments de solution) dont il était question précisément dans chacune des interactions. Ce nouveau codage est présenté ultérieurement (cf. Figure 44). Nous nous sommes alors attachés à construire des graphes de l'ensemble de ces interactions (Cassier, Prudhomme & Lund, 2008). Ces graphes, que nous appelons graphes *Solutions-Critères* (SC) et dont nous proposons un exemplaire ci-dessous, ont été initialement réalisés à la main et sur papier (cf. Figure 40).

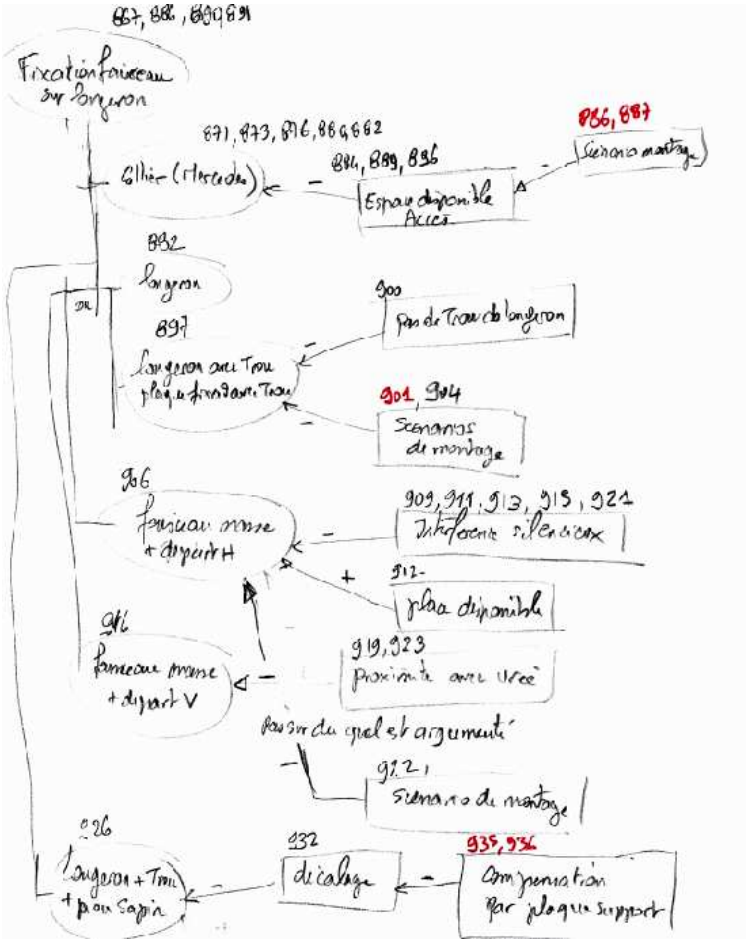

FIGURE 40. EXEMPLE D'UN GRAPHE SOLUTIONS-CRITERES

Ce graphe SC a été réalisé à partir de la séquence 15 du corpus. Les solutions et sous-solutions sont représentées dans des cercles, les critères et les justifications de critères (argumentations sur le critère) sont représentés dans des carrés. Les chiffres figurant sur le schéma font références aux numéros des interactions auxquelles sont apparus les solutions ou les critères (affichés dans la trancription). Les flèches permettent de relier les solutions à leurs sous éléments de solutions ou les critères aux solutions qu'ils attaquent ou soutiennent. Les légendes + ou – sur les flèches précisent si le critère évalue positivement ou négativement la solution à laquelle il se rapporte. Un graphe du même type a été créé pour chacune des séquences du corpus.

Une fois ces graphes réalisés sur papier, nous avons procédé à leur saisie dans le logiciel TATIANA [38] (Dyke, Lund, Girardot & Corbel, 2007) (cf. Figure 41 et Figure 42). TATIANA est un logiciel d'analyse de traces et de représentations graphiques développé dans le cadre du projet européen LEAD[39]. Ses créateurs le décrivent comme « *un environnement destiné à aider les chercheurs à gérer, synchroniser, visualiser et analyser leurs données en créant de manière itérative des artefacts qui expriment la compréhension que ces chercheurs ont acquis de ces données, ou qui s'appuient sur celles-ci pour créer de nouvelles représentations »* (Dyke et al., 2007, p. 1). En d'autres mots, TATIANA permet aux chercheurs de créer des représentations pour mener leurs analyses ou pour exprimer leurs résultats avec la possibilité de remonter vers les données primaires (e.g. vidéo, transcription) en cliquant sur un aspect de résultat visualisé. Sa particularité repose sur son organisation en modules autorisant le recoupement de plusieurs analyses à partir d'un même fichier de traces. Nous nous sommes servis de TATIANA et de son module de création de graphe qui offre notamment l'avantage de faire figurer la dimension temporelle, élément très important dans une recherche cherchant à caractériser un phénomène dynamique. TATIANA nous a ainsi permis d'obtenir des graphes SC numérisés et à partir de ces graphes, de construire des versions temporelles pour chacun d'entre eux. Nous avons appelé ces graphes temporels, les graphes SCT (pour graphes Solution-Critère Temporels). L'ensemble de ces graphes figurent en annexe (cf. Annexes 6 et 7). Nous présentons leur analyse dans la section résultat de ce chapitre.

[38] Logiciel TATIANA : *Trace Analysis Tool for Interaction Analysts*

[39] Le projet Européen LEAD (*Technology-enhanced learning and problem-solving discussions: Networked learning environments in the classroom*) est financé par le 6ème PCRD, *Information Society Technology* LEAD IST-028027. http://www.lead2learning.org/

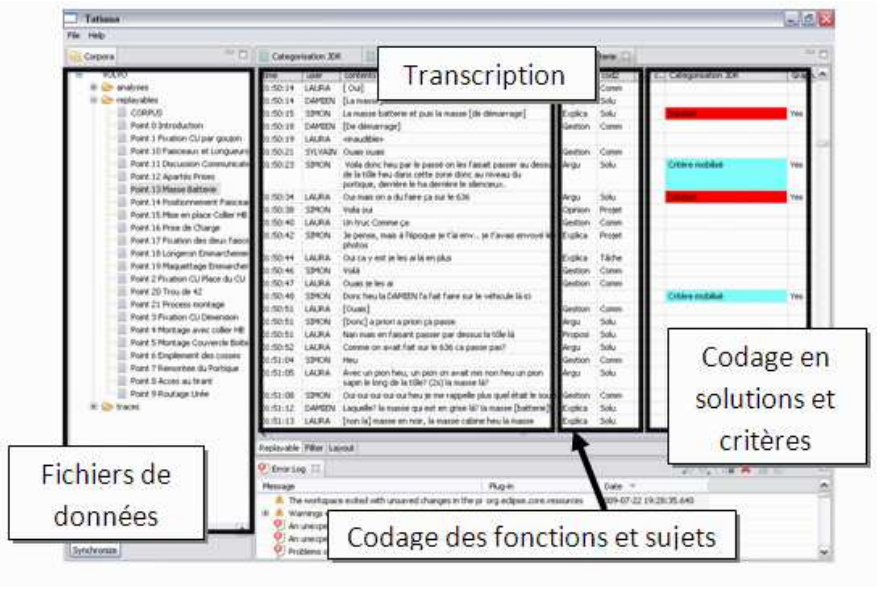

FIGURE 41. CAPTURE D'ECRAN DU MODULE DE CODAGE DU LOGICIEL TATIANA

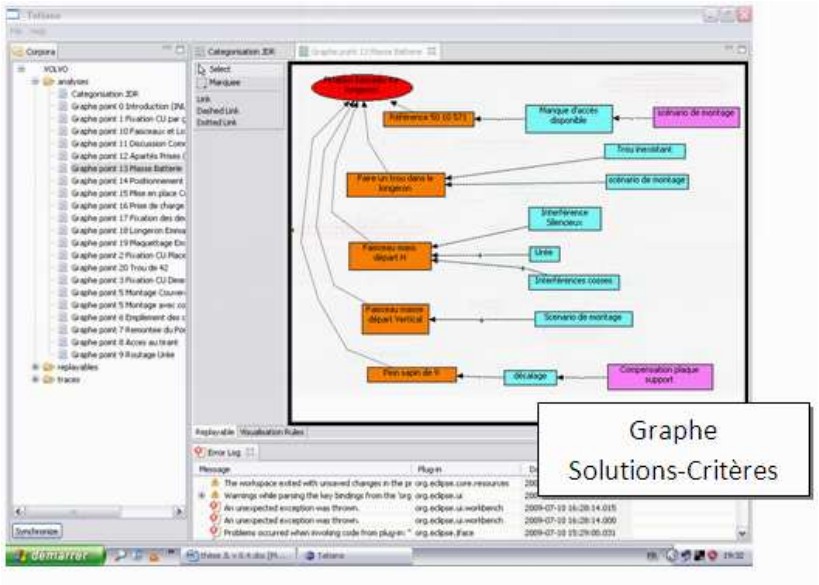

FIGURE 42. CAPTURE D'ECRAN DU MODULE DE GRAPHE DU LOGICIEL TATIANA

Les deux figures précédentes montrent comment TATIANA permet de relier un graphe à une transcription codée. L'interface de TATIANA, présentée figure 42 et 43, comporte trois différentes fenêtres parmi lesquelles : à gauche, une arborescence des fichiers d'un projet (graphes, grille de codage, transcription codée, etc.), au centre, une fenêtre permettant d'afficher le contenu de ces fichiers : graphes, transcription, codages, etc. et en bas, une fenêtre horizontale rendant compte de l'historique des traitements effectués par le logiciel. Le codage ne s'effectue pas automatiquement. Il faut importer les données que l'on souhaite traiter, saisir la grille d'analyse que l'on souhaite utiliser (dans notre cas il s'agit de la distinction en solution, sous-solution, critère et argumentation de critère) puis réaliser le codage. TATIANA apporte surtout une valeur ajoutée car il offre la possibilité de croiser plusieurs analyses sur un même corpus. TATIANA offre également un panel de représentations des données dont nous nous sommes servis pour mener notre analyse.

La figure suivante présente un exemple de graphe Solution-Critère que nous avons obtenu à partir du logiciel TATIANA (cf. Figure 43).

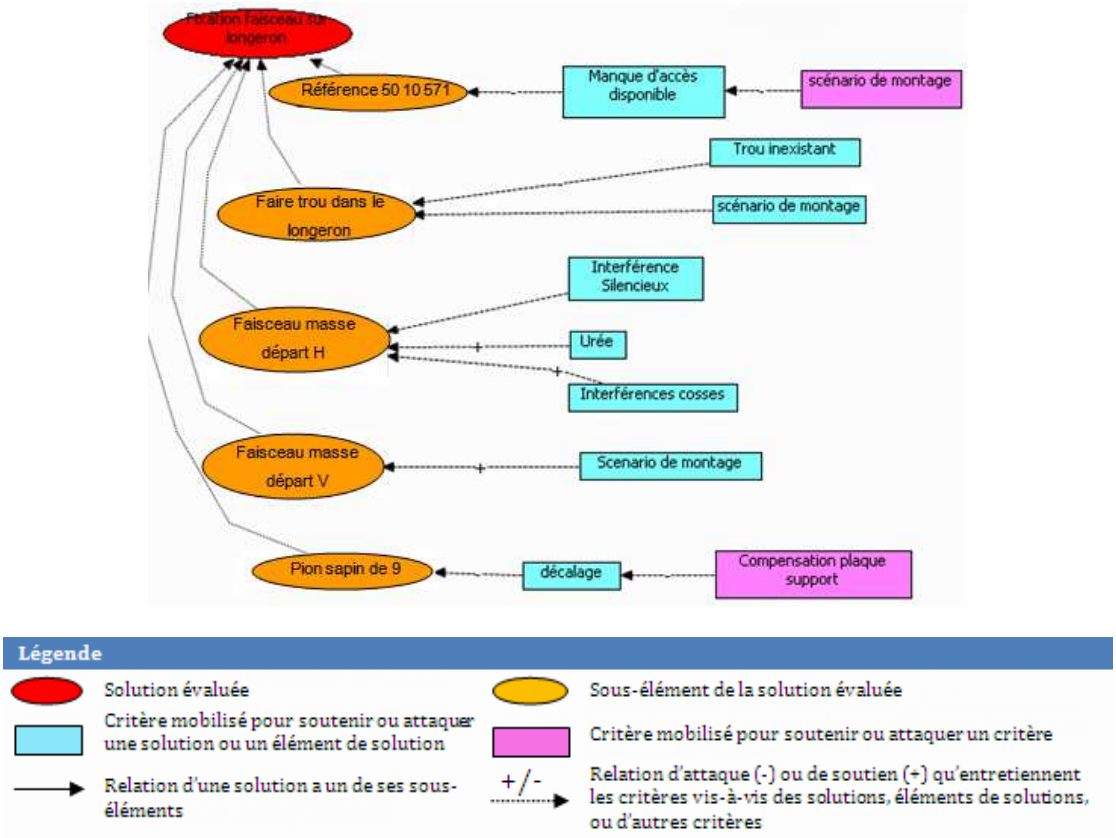

FIGURE 43. EXEMPLE D'UN GRAPHE SOLUTION-CRITERE CONSTRUIT DANS LE LOGICIEL TATIANA

Le graphe de la séquence récapitule la discussion argumentative entre les concepteurs. La discussion porte sur les moyens de fixer le faisceau sur le longeron. Les concepteurs proposent différentes solutions suivant le point de fixation. Ce graphe correspond à la séquence 15 dont la transcription codée est ci-dessous (cf. Figure 44). Le codage fait apparaître les interactions dont le sujet est soit une solution (rouge), soit une solution approfondie (orange) soit un critère (bleu) ou soit une argumentation sur un critère (rose). C'est cette typologie dont nous nous sommes servies pour construire le graphe ci-dessus.

Dans la séquence présentée, plusieurs éléments de solutions sont débattus, et chacune d'elles est évaluée par plusieurs critères. Une analyse du codage tel quel apparaît difficile. Nous présentons dans la section suivante les graphes que nous avons pu élaborer et les résultats auxquels les analyses nous ont menés.

Temps	Acteurs	Contenu de l'interaction	Sujets de l'interaction
0:58:26	**DAMIEN**	Ouais il y a un petit hic la je sais pas si t'as regardé, ou tu as le pointeur là	Fixation faisceau sur longeron
0:58:32	**SIMON**	Oui	
0:58:33	**DAMIEN**	Celui là on sait pas le mettre de collier	
0:58:35	**LAURA**	Hum hum	
0:58:39	**SIMON**	Donc heu, ba la je pensais mettre un	
0:58:43	**DAMIEN**	A moins que t'aies trouvé une Solu	
0:58:45	**SIMON**	La référence 50 10 571 716, vous connaissez?	Référence 50 10 571
0:58:50	**LAURA**	[Non]	
0:58:50	**SYLVAIN**	[« inaudible »]	
0:58:51	**SIMON**	C'est un petit peu l'équivalent d'un mercedes mais il vient se fixer sur sur l'avant	
0:59:00	**LAURA**	Je vois pas	
0:59:01	**SYLVAIN**	Qui vient se fixer sur le?	
0:59:02	**SIMON**	Reviens heu	
0:59:04	**SIMON**	C'est un colson en fait qui passe sur heu une entretoise à l'arrière, Comme sur une Mercedes [mais on vient]	
0:59:12	**SYLVAIN**	[Ha je vois ce que tu veux]	
0:59:13	**SIMON**	On vient le verrouiller par l'avant donc extérieur au longeron	
0:59:16	**SYLVAIN**	D'accord	
0:59:17	**DAMIEN**	Parce que le souci c'est de mettre en place quand on descendre le portique	
0:59:25	**DAMIEN**	On raccorde le faisceau, fin on l'oriente, on le raccorde et après on va mettre un colson	Scénario de montage
0:59:27	**DAMIEN**	Faut pouvoir le mettre le colson là	
0:59:28	**SYLVAIN**	[D'accord]	
0:59:28	**DAMIEN**	[On a pas] l'accès derrière	Accès disponible

FIGURE 44. EXTRAIT D'UNE SEQUENCE CODEE EN SOLUTIONS ET CRITERES

2.7 RESULTATS DE L'ANALYSE DE L'AMS VOLVO

L'analyse de la réunion de co-revue a été réalisée en deux étapes. Dans un premier temps nous avons étudié la répartition des fonctions et des sujets de l'interaction à travers une analyse statistique. Puis, nous avons mené une étude complémentaire portant sur l'information dénotée contenue précisément dans les sujets de l'interaction grâce à des graphes sémantiques.

Nous présentons ci-après les résultats obtenus dans l'étude initiale d'analyse des fonctions et sujets.

2.7.1 RESULTATS DE L'ETUDE INITIALE

Le logiciel *Actogram* nous a permis de mener différentes analyses sur la transcription codée. Nous présentons dans les sections suivantes une analyse quantitative et une analyse séquentielle.

2.7.1.1 ANALYSES QUANTITATIVES

Les analyses quantitatives ont porté sur :

- la répartition des tours de paroles,
- la répartition des fonctions de l'interaction,
- la répartition des sujets de l'interaction,
- la répartition des fonctions par rapport aux acteurs,
- la répartition des sujets par rapport aux fonctions,
- la répartition des sujets par rapport aux acteurs.

Les paragraphes suivant présentent les résultats quantitatifs que nous avons obtenus.

2.7.2 REPARTITIONS DES TOURS DE PAROLES

Les deux diagrammes suivant présentent la répartition du temps parlé par concepteurs (cf. Figure 45).

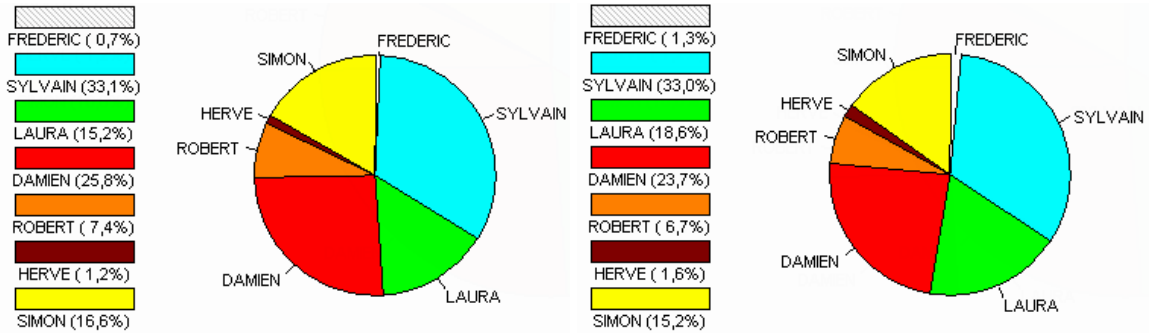

FIGURE 45. DIAGRAMMES DE REPARTITION EN DUREES (GAUCHE) ET OCCURRENCES (DROITE) DES INTERACTIONS PAR ACTEUR

Le graphe de gauche présente la répartition en durée et le graphe droite la répartition en occurrences. On constate qu'ils sont relativement identiques. Seules les parts de discussion de Damien et de Laura changent significativement. La part de Damien est plus importante dans le diagramme de durée que dans le diagramme des occurrences. A l'inverse, la part de Laura est plus faible en durée qu'en occurrences. Cette comparaison entre durée et occurrences montrent qu'à part Laura et Damien tous les acteurs de la situation ont des interventions de durée équivalente. Pour sa part, Damien a, en moyenne, des interventions plus longues que les autres concepteurs. Laura par contre a des interventions légèrement plus courtes.

Nous constatons que la durée de temps parlé est presque également répartie entre quatre acteurs de l'AMS, deux à Blainville et deux à St-Priest. Il s'agit du concepteur fonction, de l'architecte, de la prototypiste, du responsable de la chaîne de montage. Le responsable fonction Robert intervient un peu mais sans que sa participation soit équivalente aux autres. Herve et Fabrice sont quasiment absents de l'interaction. Quand à Etienne, il ne participe pas du tout.

Il est intéressant de constater que la personne qui intervient le plus n'est pas le concepteur fonction, qui est pourtant censé présenter son travail, mais les acteurs qui évaluent la solution au regard du montage.

Nous constatons également qu'en réunissant les parts de temps de paroles en fonction des groupes, le groupe industriel occupe la plus grand part devant le groupe fonction électrique. On peut interpréter ce résultat comme un indicateur du fait qu'il s'agit vraisemblablement plus d'une situation d'évaluation que d'une situation de présentation. Ce résultat étaye également l'idée que le but de l'AMS et de faire intégrer les besoins des industriels au moment de la définition du produit. L'existence d'une représentation de type géométrique spatiale permet aux industriels d'expliciter des critères qui ne pourraient s'exprimer sans ce type de représentation de la solution. La grande part de temps parlé par le chef de projet montre son implication dans le projet. D'après notre connaissance de la situation, on peut faire l'hypothèse qu'en tant que personne devant prendre les décisions, et devant justifier ses choix, il endosse ainsi un rôle de médiateur entre le groupe fonction électrique qui a un statut de « proposeur » et le groupe industriel qui lui prend un statut de « validateur » du point de vue du montage.

2.7.3 Repartition des interactions par fonctions

Les diagrammes suivant exposent la répartition des interactions par fonctions de l'interaction (cf. Figure 46).

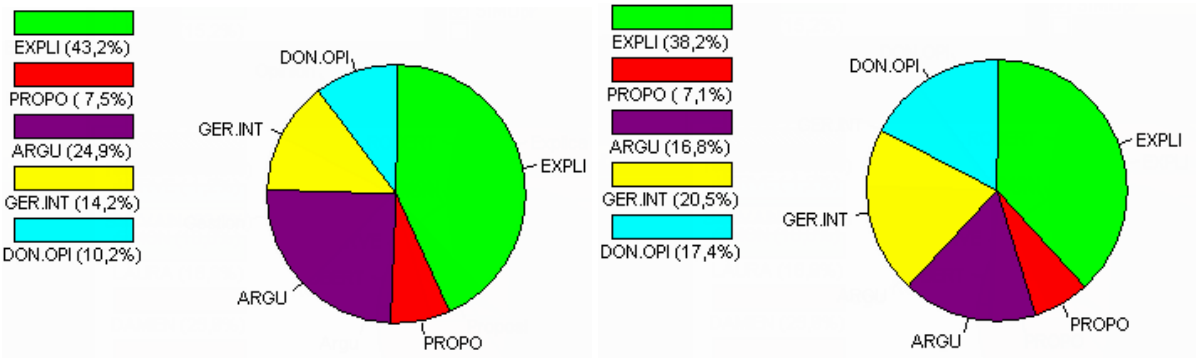

FIGURE 46. DIAGRAMMES DE REPARTITION EN DUREES (GAUCHE) ET OCCURRENCES (DROITE) DES FONCTIONS DE L'INTERACTION

Le diagramme de gauche présente la répartition en durée et le diagramme de droite la répartition en occurrences. Une fois encore on constate que ces deux graphes sont très proches. La part des fonctions « expliquer » et « proposer » est sensiblement la même dans les deux diagrammes. Par contre la part de la fonction « argumenter » est plus réduite dans le diagramme en occurrences que dans le diagramme en durées. Les parts des fonctions « donner son opinion » et « gérer l'interaction » sont quand à elle plus importantes dans le diagramme par occurrences que dans le diagramme par durées. Il semble donc que les interventions d'argumentation et celles d'explication sont en moyenne plus longues que les autres. Les interventions d'opinion ou de gestion de l'interaction sont, pour leurs parts, plus courtes.

Dans ces deux diagrammes, nous constatons que l'explication est très largement dominante dans l'AMS. L'argumentation apparaît seulement en seconde position en durée et en quatrième position en occurrence. Viennent ensuite la gestion, l'opinion, et la proposition dans le diagramme par durée. La gestion de l'interaction et l'opinion apparaissent en deuxième et troisième position dans le diagramme en effectifs. Ce résultat est cohérent avec

ce que nous avions compris de l'intérêt d'une AMS. Ce n'est pas un moment de proposition mais véritablement un moment de présentation de solution. Ce sont les concepteurs assistant à la présentation qui questionnent la solution et argumentent sur des aspects sur lesquels ils n'adhèrent pas. Il se peut que la solution présentée convienne à tout le monde et dans ce cas aucun débat n'est nécessaire. L'AMS que nous avons observée se situait à la fin du processus de réalisation du camion, il est probable que le plus gros travail de discussions ait été fait au début du processus de définition du principe global de solution du camion. Nous verrons dans l'analyse séquentielle ci-dessous qu'il est difficile de déterminer des profils différents entre toutes les séquences de l'AMS.

Un aparté nous étant destiné dans l'AMS prouve d'ailleurs que cette idée est cohérente (cf. Figure 47).

Temps	Acteurs	Contenu de l'interaction
1:22:31	**HERVE**	Non mais c'est trop bien ficelé, je sais pas quel est votre rôle exactement mais c'est trop bien ficelé, enfin c'est c'est pas la réalité des choses, en général les AMS «inaudible»
1:22:39	**DAMIEN**	«inaudible» Par ce que je suis pas là
1:22:41	**HERVE**	Mais nan mais c'est beaucoup plus...
1:22:42	**ROBERT**	«inaudible»
1:22:43	**HERVE**	Ouais ouais là on a l'impression que tout glisse tout est préparé
1:22:48	**DAMIEN**	C'est normal, c'est pour montrer
1:22:49	**SIMON**	Non mais
1:22:49	**SYLVAIN**	Ha non c'est pas normal mais HERVE ?
1:22:52	**HERVE**	Oui
1:22:52	**SYLVAIN**	c'est vrai que tout ce qu'on voit là on en a discuté vachement.
1:22:54	**HERVE**	Voila
1:22:54	**SIMON**	Voilà on en a discuté plusieurs fois donc heu
1:22:56	**HERVE**	Voilà c'est des sujets trop bien ficelés
1:22:57	**ROBERT**	Ils sont trop bien ficelés
1:22:58	**HERVE**	Pour représenter la réalité
1:23:00	**SYLVAIN**	D'une AMS ouais
1:23:01	**HERVE**	On est bien d'accord ?
1:23:02	**SYLVAIN**	Ouais
1:23:02	**ROBERT**	On est dans le soft là
1:23:04	**SYLVAIN**	C'est vrai que là on peaufine
1:23:05	**HERVE**	Ouais

FIGURE 47. EXTRAIT DE TRANSCRIPTION D'UN APARTE A L'ADRESSE DES CHERCHEURS

Cet extrait présente un instant durant lequel le concepteur Hervé profite d'un changement de point de discussion pour s'adresser aux chercheurs présents dans la salle de réunions et leur dire que l'AMS à laquelle ils assistent est particulièrement dépourvue de désaccords par rapport aux AMS habituelles.

Il est également curieux de se demander pourquoi la gestion de l'interaction occupe une place si importante dans la discussion. C'est l'interaction la plus importante après l'explication et l'argumentation en termes de durée. Il semblerait que les concepteurs passent beaucoup de temps à gérer la tache, le projet ou les conditions de leur communication. Une des pistes d'outils support au travail synchrone nécessiterait un approfondissement de ce résultat pour constater s'il s'agit d'une gestion de projet, de la tâche, ou si ce sont les outils ou les moyens de communication qui posent problème.

2.7.4 REPARTITIONS DES INTERACTIONS PAR SUJETS DE L'INTERACTION

Les diagrammes ci-après montrent la répartition en durée, à gauche, et en occurrence, à droite, des sujets de l'interaction (cf. Figure 48).

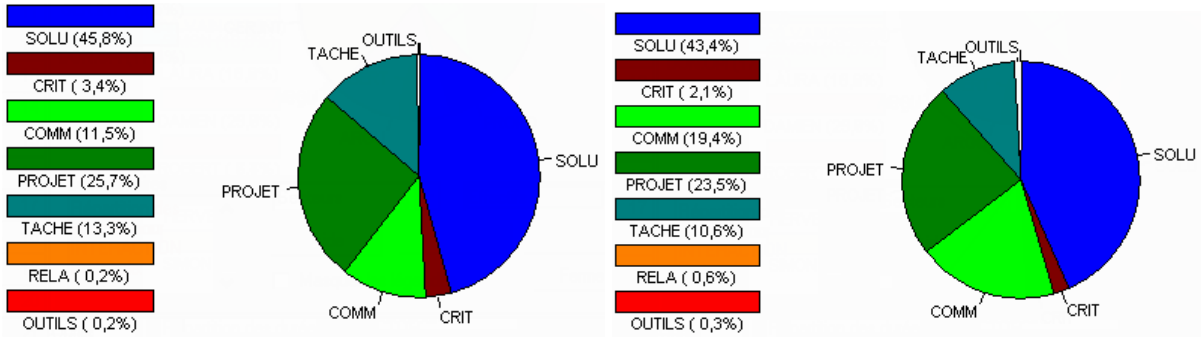

FIGURE 48. DIAGRAMMES DE REPARTITION EN DUREES (GAUCHE) ET OCCURRENCES (DROITE) DES SUJETS DE L'INTERACTION

Les diagrammes sont très similaires. La part de la *tâche* est plus importante dans le diagramme en durée que dans le diagramme en occurrence. La part de la *communication* par contre est plus importante dans le diagramme en occurrences que dans le diagramme en durées. Les autres valeurs sont sensiblement identiques entre les deux diagrammes. Ainsi, les interventions portant sur la *tâche* sont en moyenne plus longues que les autres interventions et les interventions portant sur la *communication* sont, pour leur part, plus courtes.

La *solution* apparaît comme sujet de discussion largement dominant. Nous voyons ensuite que la discussion porte, dans une proportion moindre, sur le *projet*, puis sur la *tâche*, enfin sur la *communication*, sur les *critères* et en dernier sur les *outils* et le *relationnel*.

Dans une situation de travail synchrone à distance, il n'est pas surprenant de voir que la communication ne soit pas si facile à établir, d'où l'importance des interactions traitant de la communication. Il semble qu'un outil ou qu'une organisation favorisant la communication faciliterait les échanges, ou du moins permettrait d'avoir plus de temps pour discuter de la solution.

Nous constatons également que la tâche occupe une partie non négligeable des sujets de discussions. Il y a donc un réel besoin de structurer l'AMS. De la même façon, le projet représente une part relativement importante des sujets. Il y a donc aussi, semble-t-il, un réel besoin de faire référence au projet dans son ensemble. Nous pouvons faire l'hypothèse qu'il s'agit de moments permettant de recadrer le débat dans le contexte plus général du projet. Il semblerait dès lors que des outils de gestion de tâche ou de gestion de projet à disposition des concepteurs seraient utiles (accès au planning général du projet, outils de votes en direct pour l'AMS, par exemple) car même s'il ne s'agit pas nécessairement d'interactions de gestion, un planning peut aider à « proposer » ou « expliquer » le projet, de la même façon qu'un document du déroulement de l'AMS peut aider les concepteurs à s'organiser.

Ce graphe nous questionne quand à la place du critère dans l'activité. Il est curieux de constater le peu d'importance qu'il a en comparaison des autres sujets. Comment expliquer

que ce qui apparait central dans les travaux portant sur l'argumentation en conception, et notamment dans le *Design Rationale,* apparaisse si peu dans notre analyse ? L'explication provient de la méthode de codage employée avec la grille initiale avant que nous la focalisions sur l'argumentation. En effet, nous avons choisi de coder « le sujet » de l'interaction, c'est-à-dire la cible de la phrase, ce sur quoi porte l'interaction. Les critères sont présents dans la discussion mais ils sont souvent « mobilisés pour argumenter » sur la solution. Nous avons choisi de coder le sujet de l'interaction, ce sur quoi elle porte, et non pas ce qu'elle manipule. Ainsi, les critères apparaissent en très faible quantité alors que leur rôle est capital. Pour cette raison, nous avons entrepris la réalisation des graphes Solution-Critère qui présentent la façon dont sont mobilisés les critères pour argumenter.

2.7.5 Repartition des Sujets par rapport aux Fonctions

Ce diagramme présente ici la répartition des sujets en fonction de la nature de l'interaction (cf. Figure 49).

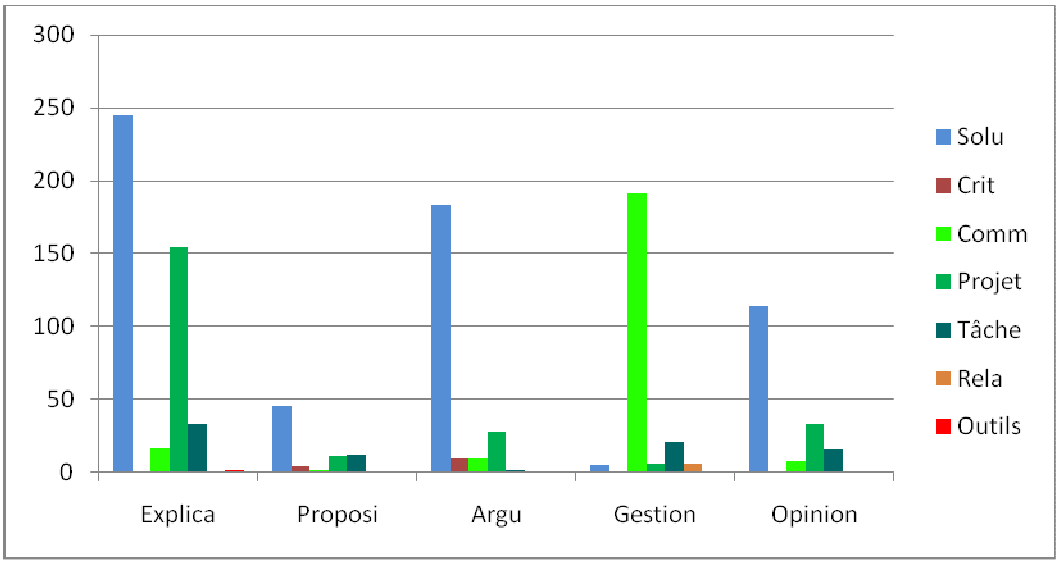

FIGURE 49. HISTOGRAMME DE REPARTITION DES SUJETS DE L'INTERACTION EN FONCTION DES FONCTIONS DE L'INTERACTION

Le diagramme montre que les différentes natures d'interactions peuvent presque toutes être rattachées exclusivement à un contenu. En effet, pour quasiment chaque type d'interaction différent il y a un sujet prédominant, à part pour l'*explication* qui sert principalement à traiter deux sujets : la *solution* et le *projet*. L'*opinion*, la *proposition* et l'*argumentation* portent presque exclusivement sur la *solution*. La *gestion* concerne très largement la *communication*.

2.7.6 Repartition des Fonctions par rapport aux Acteurs

Le diagramme suivant montre la répartition des interactions par acteur présent à l'AMS, autrement dit *qui fait quoi ?* (cf. Figure 50).

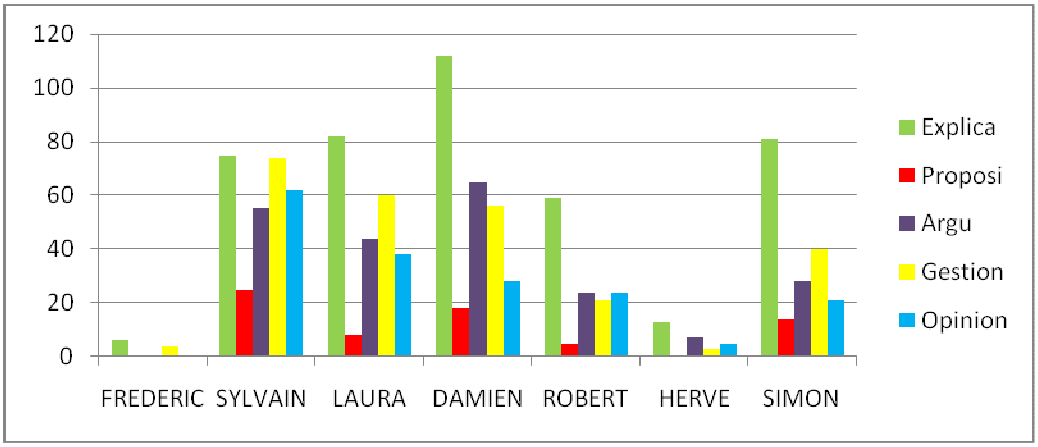

FIGURE 50. HISTOGRAMME DE REPARTITION DES FONCTIONS DE L'INTERACTION EN FONCTION DES ACTEURS

On constate que, pour chaque individu, l'*explication* est dominante et la *proposition* est en faible quantité. Il faut d'ailleurs noter que même si la *proposition* est en faible quantité, il n'en demeure pas moins qu'elle est présente chez presque tous les acteurs de l'AMS, ils sont donc tous, à part Hervé, force de proposition. On peut voir aussi que ce sont Sylvain et Laura qui, d'une part, font le plus de gestion, et d'autre part, donnent le plus leur opinion. Par ailleurs, il n'est pas surprenant de voir que ce sont les deux concepteurs isolés qui ont le plus de mal à communiquer (nous venons de montrer que la gestion concerne essentiellement la communication). De la même façon, il semble cohérent de voir que ce sont eux qui donnent le plus leur opinion car ce sont eux, en priorité, qui doivent valider la présentation de solution d'un point de vue assemblage. Nous voyons que l'architecte a également tendance à beaucoup faire de gestion de communication. Ce résultat montre bien son rôle de médiateur de l'AMS. L'architecte donne également beaucoup son opinion. Comme nous l'avons déjà dit, l'opinion d'un responsable technique a probablement un poids très important dans la prise de décision. De par son grade hiérarchique, le chef de projet devient également le « chef d'AMS ».

L'argumentation est répartie principalement entre Sylvain, Laura et Damien. Les autres concepteurs semblent moins impliqués pour défendre leur métier. Ce résultat est troublant. Comment expliquer que ce ne soit ni le concepteur fonction (Simon), ni le responsable fonction (Robert) qui ne fassent face aux monteurs de Blainville ? Les industriels de Blainville sont confrontés aux concepteurs fonctions mais se retrouvent avec un rôle de juges qui doivent décider si la solution présentée est acceptable. Cette position de validateur leur confère un avantage important dans l'argumentation puisque c'est eux qui décrètent si la solution doit être modifiée ou non. Le chef de projet, en tant que médiateur, tente alors de rétablir la balance et de questionner les industriels sur leur positionnement.

Au début de cette étude, nous nous demandions comment caractériser l'activité de conception et nous montrions qu'il était possible d'articuler la Théorie de l'activité, la théorie de l'Action située et de la Cognition distribuée autour de la même notion d' « interaction » et d' « activité ». Nous avons ainsi abouti à l'idée que la dynamique interactive permet de caractériser l'activité de conception. Il apparait que dans notre travail les acteurs les plus directement concernés par l'AMS, malgré leurs métiers différents,

présentent un profil interactif très similaire (cf. Figure 52). D'un autre côté, nous avons vu que les fonctions d'interactions sont presque exclusivement associées à un ou deux sujets (cf. Figure 49). Les jonctions fonction-sujet les plus fréquentes forment ce que nous appellerions des « *motifs interactifs* ». Pour identifier ces motifs interactifs, procédons une nouvelle fois à l'analyse du graphe des sujets de l'interaction par rapport aux fonctions de l'interaction (cf. Figure 51).

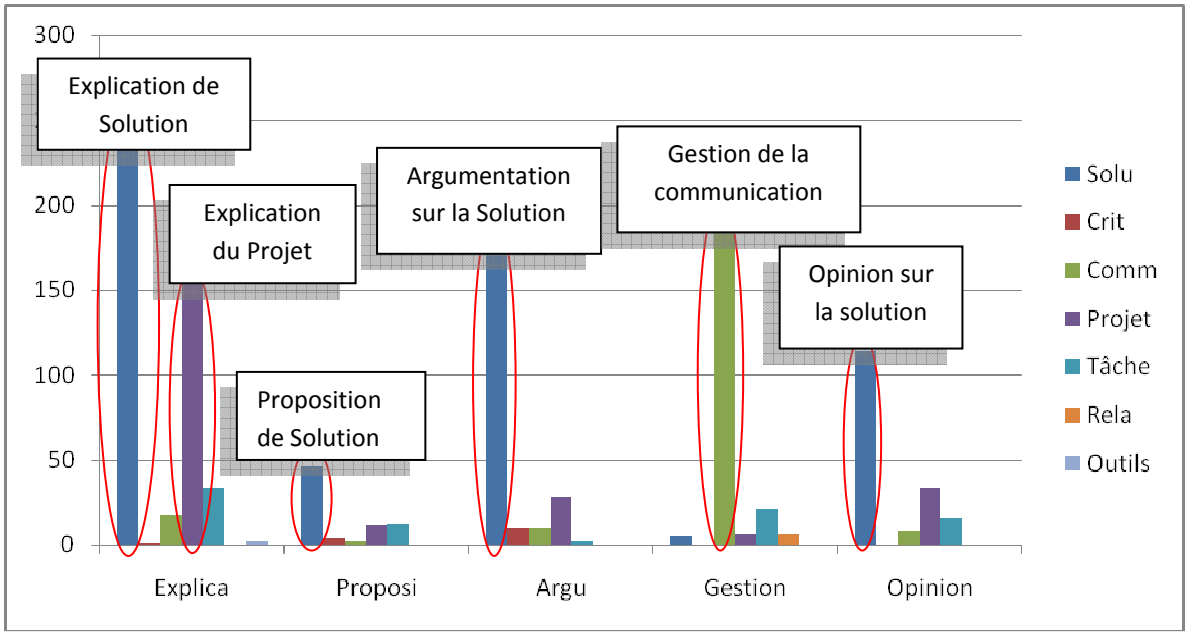

FIGURE 51. ANALYSE DE L'HISTOGRAMME DES SUJETS DE L'INTERACTION EN FONCTION DES FONCTIONS DE L'INTERACTION

Nous constatons que certaines fonctions sont presque exclusives à un ou deux sujets. Cependant, l'ensemble des sujets ont été retrouvés pour presque toutes les natures d'interactions. Ainsi, l'analyse des motifs interactifs les plus fréquents ne doit pas se faire au dépend des motifs plus rares. Le cas de la *tâche* qui n'est pas exclusif à une fonction en particulier, mais qui reste cependant un sujet très présent dans l'AMS, montre bien que nous ne pouvons pas nous arrêter sur une simple sélection des pics du diagramme. Voici les principaux motifs interactifs que nous identifions au vue de la répartition des sujets : *l'explication de solution*, *l'explication projet*, *la proposition de solution*, *l'argumentation sur la solution*, *la gestion de communication* et *l'opinion sur la solution*.

2.7.7 Repartition Sujets par rapport aux Acteurs

Le diagramme suivant présente la répartition des sujets abordés en fonction des acteurs de l'AMS (cf. Figure 52).

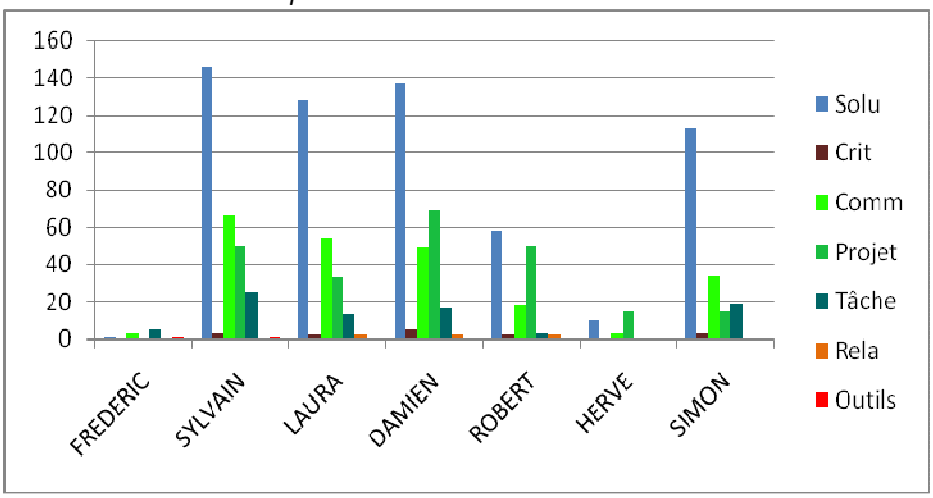

FIGURE 52. HISTOGRAMME DE REPARTITION DES SUJETS DE L'INTERACTION EN FONCTION DES ACTEURS

La *solution* est le sujet largement le plus traité par tous les concepteurs, à part pour Hervé et Robert qui le traitent de façon quasi équivalente au *projet*. On constate que ce sont les acteurs isolés, Sylvain et Laura, qui consacrent le plus de temps à *gérer la communication*. Convenablement à nos attentes, c'est l'architecte qui discute le plus du projet. Il est peu surprenant de remarquer que Sylvain et Laura ont un profil très similaire. La *tâche* semble être une préoccupation commune. A part Robert et Hervé, les autres concepteurs y attachent à peu près la même importance.

2.7.8 ANALYSE SEQUENTIELLE

Nous cherchons maintenant à voir si un enchainement des fonctions d'interactions est récurrent dans chaque séquence. Pour cela, nous avons présenté les interactions sur un axe temporel en respectant une échelle de temps (cf. Figure 53)

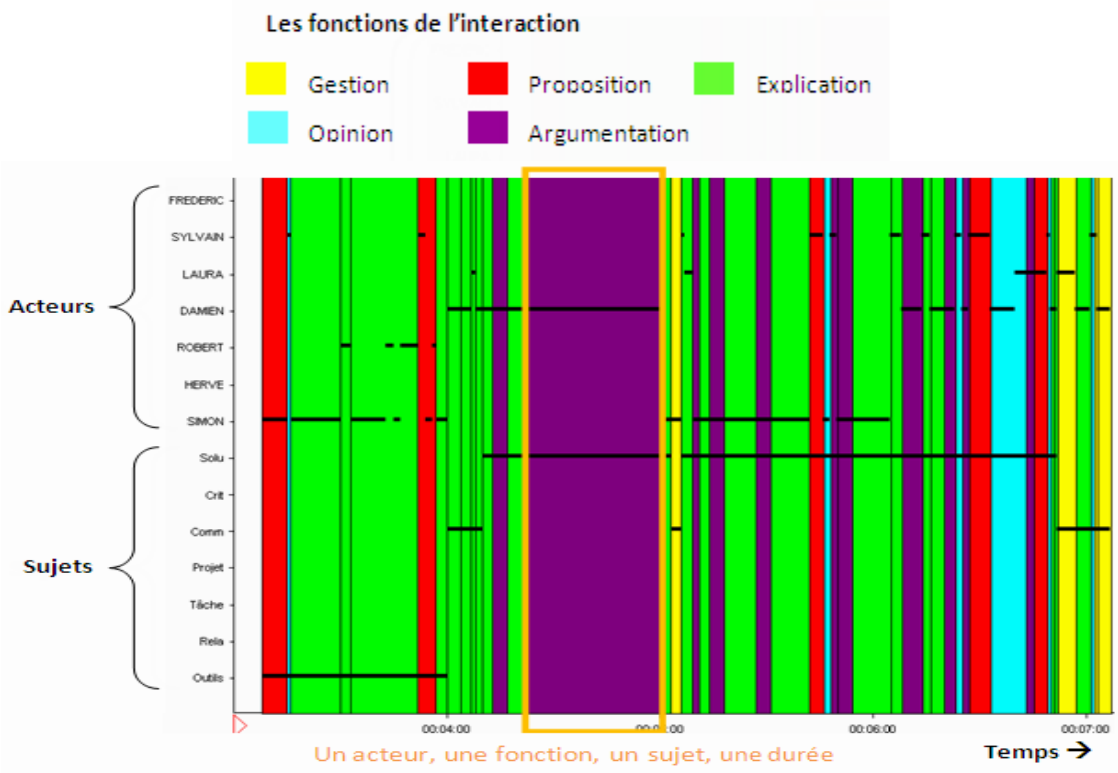

FIGURE 53. EXTRAIT DE LA REPRESENTATION GRAPHIQUE DU CODAGE DU LOGICIEL ACTOGRAM

Cette figure présente la séquence d'interactions du premier point de l'AMS. Les couleurs représentent les différentes natures d'interactions. Sur l'axe des ordonnées, en haut, figurent l'auteur de chaque interaction, en bas de l'axe, figurent les différents sujets de l'interaction. Sur l'axe des abscisses est représenté le temps. A la manière d'un tableau à double entrée, les traits noirs permettent d'identifier quel acteur a fait quelle interaction sur quel sujet et à quel moment (échelle de temps). Par exemple, la première bande rouge au début de l'axe des abscisses montre que Simon a fait une *proposition* d'*outil* aux alentours de la 3^{e} minute. Nous avons fait une même représentation pour chacune des séquences de l'AMS (cf. Figure 54).

FIGURE 54. REPRESENTATION DE L'ENSEMBLE DU CORPUS CODE DANS ACTOGRAM

La figure précédente présente l'enchainement des fonctions d'interaction pour chaque séquence. L'analyse doit être faite visuellement. L'objectif d'une telle analyse est de trouver des régularités dans l'enchainement des interactions (par exemple : de l'*explication* au début de la séquence, puis de la *proposition* au milieu, puis de l'*argumentation* et enfin de l'*opinion*). Pour cette raison, il est important de pouvoir comparer les séquences entre elles. Les enchainements d'interactions ont été formatés de façon qu'on puisse les voir tous dans leur totalité. La notion de temps n'a donc plus de valeur dans ce support pour l'analyse.

Cette analyse n'a permis d'identifier visuellement aucun enchainement récurrent des interactions. Les séquences sont toutes différentes et nous ne parvenons pas à repérer de logique dans la façon dont sont organisées les interactions. Ce résultat n'est pas surprenant

si l'on considère comme Darses (1997) que la conception est une activité opportuniste. Darses prétend que la démarche de résolution de problème complexe s'organise autour d'une démarche à la fois ascendante et descendante. La démarche descendante consisterait à découper un problème principal, en sous-problèmes, eux-mêmes décomposés en sous-sous-problèmes et ainsi de suite. Les différentes équipes de conception sont en charge de résoudre l'un des sous-problèmes de conception sans pour autant travailler seules. Elles continuent d'interagir avec les autres équipes notamment sur les contraintes qu'elles identifient. Cette interaction entre les équipes et cette définition du problème entraine alors une *« re-planification »* de la conception (notamment par une redéfinition du problème) qui constitue la démarche ascendante. La démarche croisée descendante et ascendante dans la résolution du problème montre bien qu'une définition complète anticipée du problème est impossible et nécessite une résolution « opportuniste ». Malgré ce résultat en accord avec la littérature, nous nous devons cependant d'approfondir notre analyse afin de rechercher une régularité, si elle existe, dans le processus argumentatif.

Comme nous l'avons dit précédemment, le logiciel *Actogram* dispose d'un module permettant de rechercher des enchainements récurrents dans le codage. Ce module a permis de comptabiliser tous les enchainements d'interactions existant dans le corpus. Nous présentons certaines séquences que nous avons recherchées grâce au logiciel.

La figure Figure 55 présente l'ensemble des interactions (fonction et sujet) produites par Sylvain. Sur les 259 interactions produites 72 sont des interactions d'*explication*, 25 de *proposition*, 48 d'*opinion*, 52 d'*argumentation*, 62 de *gestion*. Parmi celles-ci, 1 porte sur le sujet *outil*, 24 sur la *tâche*, 134 sur la *solution*, 44 sur le *projet*, 53 sur la *communication*, 3 sur le *critère*.

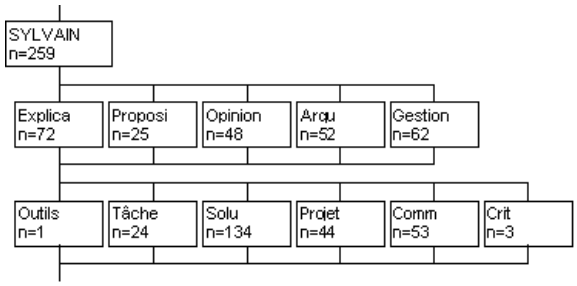

FIGURE 55 : LES FORMES ET FONDS DES INTERACTIONS DE SYLVAIN

La figure 56 présente l'ensemble des interactions (fonction et sujet) produites par Damien. Sur les 253 interactions produites 113 sont des interactions d'*explication*, 18 de *proposition*, 24 d'*opinion*, 56 d'*argumentation*, 42 de *gestion*. Parmi celles-ci, 16 portent sur le sujet *tâche*, 72 sur le *projet*, 125 sur la *solution*, 35 sur la *communication*, 3 sur le *critère*, 2 sur le *relationnel*.

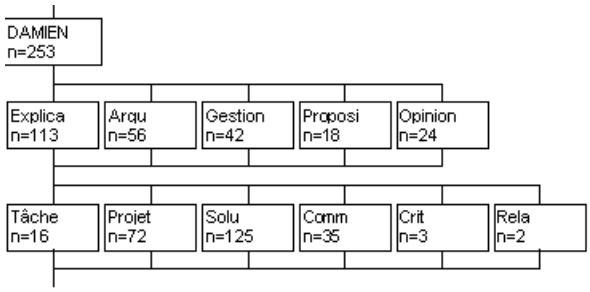

FIGURE 56 : LES FORME ET FOND DES INTERACTIONS DE DAMIEN

La figure 57 présente l'ensemble des interactions (fonction et sujet) produites par Laura. Laura a produit 216 interactions qui sont principalement des interactions d'*explication*, de *gestion* et d'*argumentation*. Ces interactions portent très majoritairement sur la *solution*.

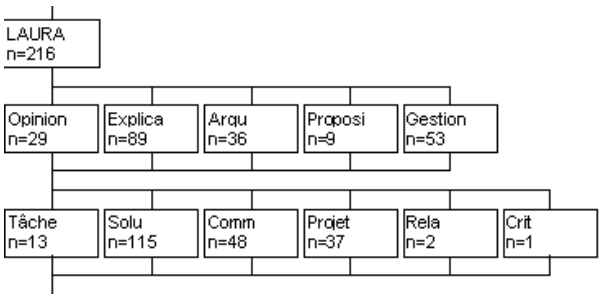

FIGURE 57 : LES FORME ET FOND DES INTERACTIONS DE LAURA

La figure 58 présente l'ensemble des interactions (fonction et sujet) produites par Simon. Parmi ces interactions, la majorité sont des interactions d'*explication*. Simon produit presque autant d'interactions de *gestion* et d'*argumentation*. Le sujet prédominant est également la *solution*.

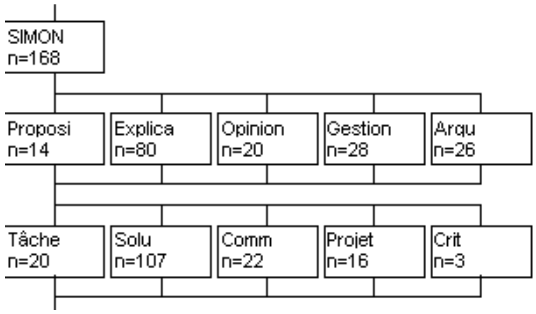

FIGURE 58 : LES FORME ET FOND DES INTERACTIONS DE SIMON

Les trois figures précédentes présentent des résultats en accord avec ceux que nous avons obtenu avec les diagrammes. Elles reflètent plus précisément à quel point les profils interactionnistes sont proches pour les concepteurs principaux. Effectivement, même si nous discernons certaines particularités (nombreuses interactions portant sur le projet pour Damien, une grande quantité d'*opinion* pour Sylvain et d'*explication* pour Simon), tous les profils présentent des répartitions des fonctions et des sujets très similaires. Nous avons fait une recherche de séquence en nous essayant de trouver des séquences particulièrement fréquentes de fonctions (cf. Figure 59), des auteurs (cf. Figure 60) ou des sujets (cf. Figure 61) de l'interaction.

La figure 59 présente l'ensemble des séquences de fonctions pour des séries de sept interactions. Dans cette analyse, les sujets et les auteurs ont été ignorés. Ainsi, Il y a 203 séquences qui présentent l'*opinion* en première position, 279 qui présentent la *gestion* en première position, etc. L'intérêt de ce travail est d'identifier des séquences d'interactions qui seraient particulièrement fréquentes dans la réunion.

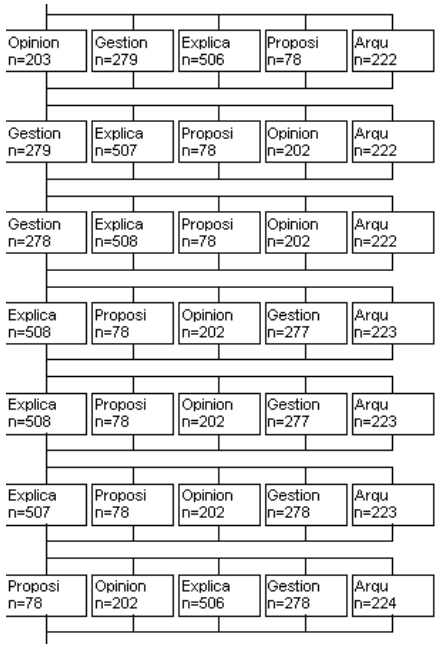

FIGURE 59 : LES SEQUENCES DE SEPT FONCTIONS D'INTERACTIONS

La figure 60 montre l'ensemble des séquences d'auteurs pour des séries de sept interactions (sans les sujets et les fonctions). Il y a 209 séquences qui affichent Simon en première position, 11 Frédéric, 307 Sylvain, etc. Cette analyse doit montrer si certains auteurs interagissent plus souvent entre eux.

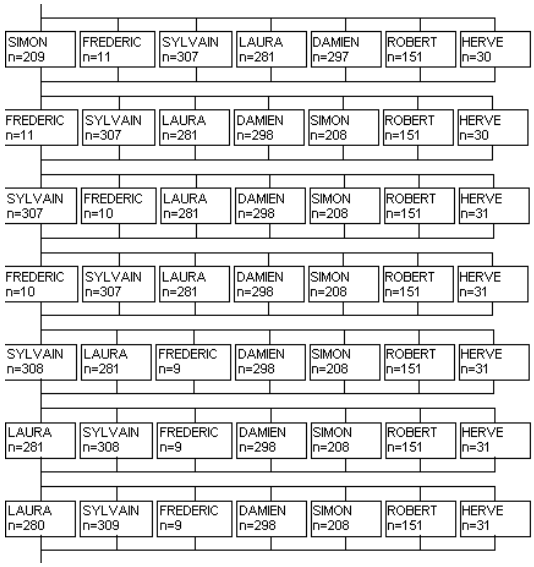

FIGURE 60 : LES SEQUENCES DE SEPT AUTEURS D'INTERACTIONS

La figure 61 présente l'ensemble des séquences de sujets pour des séries de sept interactions (sans les auteurs et les fonctions). L'objectif est ici de mettre à jour des enchainements de sujets récurrents.

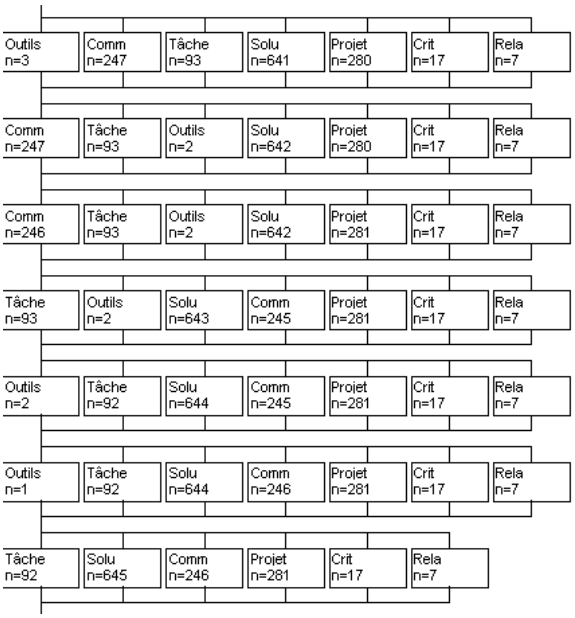

FIGURE 61 : LES SEQUENCES DE SEPT SUJETS D'INTERACTIONS

Cette étude des régularités n'a pas permis de faire émerger des séquences particulièrement fréquentes se détachant du reste de l'activité. Elle ne permet pas de comprendre comment les concepteurs ont argumenté et ont co-construit la solution. Nous avons réalisé les recherches de séquences en retirant de l'analyse les interactions portant sur les sujets autres que critères ou solutions. Le logiciel fournit des résultats comptabilisant le nombre d'enchainement d'interactions portant sur la solution ou le critère sans que cela nous éclaire sur la dynamique argumentative. L'absence de résultat de cette étude constitue cependant un résultat qu'il convient d'analyser. Ainsi, les séquences identifiées ne reflètent pas de logique particulière. Cela s'explique par le fait que le module de recherche de séquences d'*Actogram* s'accorde mal avec les objectifs que nous avions. Le logiciel parcourt le codage et pour chaque interaction, comptabilise les sept interactions qui suivent, puis il prend l'interaction d'après et effectue le même travail. Ainsi chaque interaction se retrouve en septième position d'une séquence, puis en sixième, puis en cinquième, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'elle ne fasse plus partie de la séquence analysée. Cela explique pourquoi il y a

autant d'interactions de chaque type pour chaque position. Il en ressort un décompte du nombre de chaque interaction qui ne constitue pas réellement un décompte des différentes séquences mais plutôt un décompte des types d'interactions à chaque position d'une séquence de taille définie, ce qui ne peut pas nous permettre de faire émerger des régularités dans le déroulement de l'activité.

Un second questionnement apparaît au terme de cette étude : quel est le sens de rechercher des séquences de sept interactions ? Au vue du nombre de discussions croisées et des multiples changements de sujets, il est évident qu'il y a un « bruit » très important dans l'interaction globale. Ajouté à cela, le sujet solution ne traite pas l'information dénotée et empêche alors de rendre des séquences en fonction des sujets de discussion. La recherche de pattern identifie des suites d'interactions d'explications ou d'argumentations alors qu'il peut s'agir de plusieurs sujets (des solutions différentes ou des sous-solutions) abordés consécutivement, ou même simultanément si les discussions sont croisées. Ainsi l'analyse des séquences comme l'analyse visuelle du codage ne nous ont permis d'identifier aucun enchainement d'interactions récurrent. Cependant, elles ont mis à jour l'importance d'analyser le fond des interactions en prenant en compte l'information dénotée.

En conclusion, nous constatons que l'analyse des sujets et fonctions de l'interaction a donné de nombreux résultats d'ordre quantitatifs. Nous avons ainsi montré que l'interaction d'*explication* était prédominante mais que l'*argumentation* occupait néanmoins une place importante. Nous avons aussi montré que les concepteurs passaient un temps relativement important à faire de la gestion de projet ou de la tâche, mais également à gérer l'interaction elle-même qui n'est pas évidente à distance. Nous avons également découvert que les concepteurs les plus impliqués dans le débat présentent un profil interactif similaire et apparaissent alors tous comme force de proposition. L'analyse des sujets a mis à jour que la *solution* est largement plus traitée que les autres sujets mais malgré cela, ce sujet de discussion n'occupe même pas la moitié du temps de l'AMS. Il est également apparu que la place du *critère* dans l'analyse était sous-représentée notamment par le fait que chaque fois qu'il y a argumentation, si celle-ci porte sur la solution, elle mobilise aussi un critère mais cela reste invisible dans notre démarche. Le travail d'analyse des séquences n'a pas permis d'identifier et d'expliquer l'organisation des interactions.

Suite à ce travail, nous avons décidé d'effectuer une analyse complémentaire. Notre choix est de délaisser la notion de fonctions pour véritablement se focaliser sur le « fond » de l'interaction et plus particulièrement sur l'information dénotée dans chaque intervention. Cette nouvelle analyse devrait permettre de mieux comprendre la dynamique suivant laquelle s'opère simultanément le déroulement des argumentaires de chaque expert et quel est le rôle du critère dans ces échanges. Nous présentons ci-après cette étude complémentaire.

2.7.9 RESULTATS DE L'ETUDE APPROFONDIE DES SUJETS DE L'INTERACTION

Nous avons construits des graphes SC sur papier puis nous avons reporté le codage correspondant sur la transcription en utilisant le logiciel TATIANA. Les graphes SC contiennent

les solutions, les élément de solution, ainsi que les critères, qu'ils soient sujet de l'interaction ou bien mobilisés dans une interaction d'argumentation. Les travaux de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007) ont identifié des structures reccurentes, ou patterns, dans l'analyse de corpus issus d'expériences de conception coopérative. Nous présentons dans la figure suivante des exemples de nos graphes Solutions-Critère contenant ces structures (cf. Figure 62) (Ci-dessous nous avons interverti les rectangles et les ovales afin d'avoir une légende en accord avec celle de Prudomme, Pourroy et Lund, 2007).

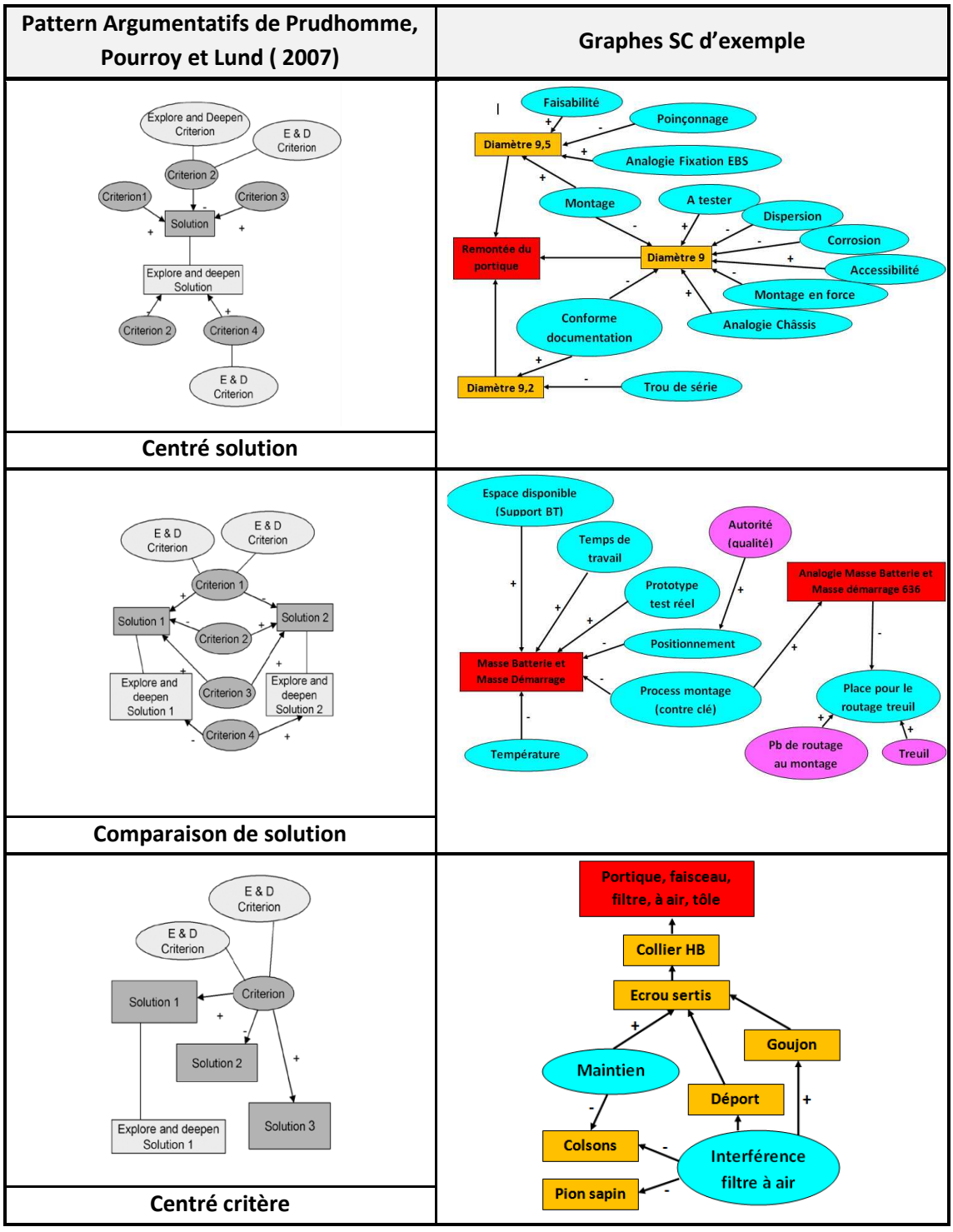

FIGURE 62. EXEMPLE DE GRAPHES SC CONTENANT LES SEQUENCES DE PRUDHOMME, POURROY ET LUND (2007)

Le graphe de la première ligne est le graphe de la séquence 7. Nous voyons sa structure que nous qualifions de structure en fleur et qui était qualifiée de structure « centrée solution » dans les travaux précédents. C'est la structure la plus fréquente. On la retrouve dans pratiquement toutes les séquences (cf. Annexe 6). La deuxième ligne présente le graphe de la séquence 9. Ce graphe illustre le pattern dit « comparaison de solution ». Dans ce cas, les interactions sont organisées au travers d'une comparaison entre deux solutions. Les concepteurs argumentent avec les mêmes critères sur deux solutions différentes. Cette structure est, dans l'ensemble de notre corpus, plus rare que la précédente mais se retrouve dans plusieurs de nos graphes. Le troisième graphe est le graphe de la séquence 4. Il illustre la structure dite « centrée critère ». Selon cette structure, les interactions sont organisées autour d'un critère. Plusieurs solutions sont évaluées au regard d'un critère qui est alors le centre de la discussion. Cette structure n'apparait qu'une seule fois dans tous nos graphes. Il faut ici remarquer que l'ensemble de nos graphes s'inscrivent dans ces trois patterns (cf. Annexe 6). En effet, nous n'avons pas trouvé de pattern supplémentaire qui viendrait compléter la liste de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007).

Nous avons vu comment s'organisait l'argumentation dans les différentes séquences du corpus. Il est intéressant de voir si la dimension temporelle peut apporter plus de précision sur la dynamique de l'argumentation. Pour cela, nous avons construit des graphes temporels reprenant les graphes SC mais y ajoutant la dimension temporelle. Cette nouvelle représentation a été possible instantanément grâce au logiciel TATIANA présenté précédemment (cf. 2.6.6.)

Ci-après, nous présentons les trois types de graphes SCT correspondant aux différentes structures que nous retrouvons dans notre analyse. La légende des graphes SCT est la même que celle des graphes SC. Elle est rappelée dans chacune des figures.

Le figure suivante présente le graphe SCT d'une structure « centrée solution » (cf. Figure 63).

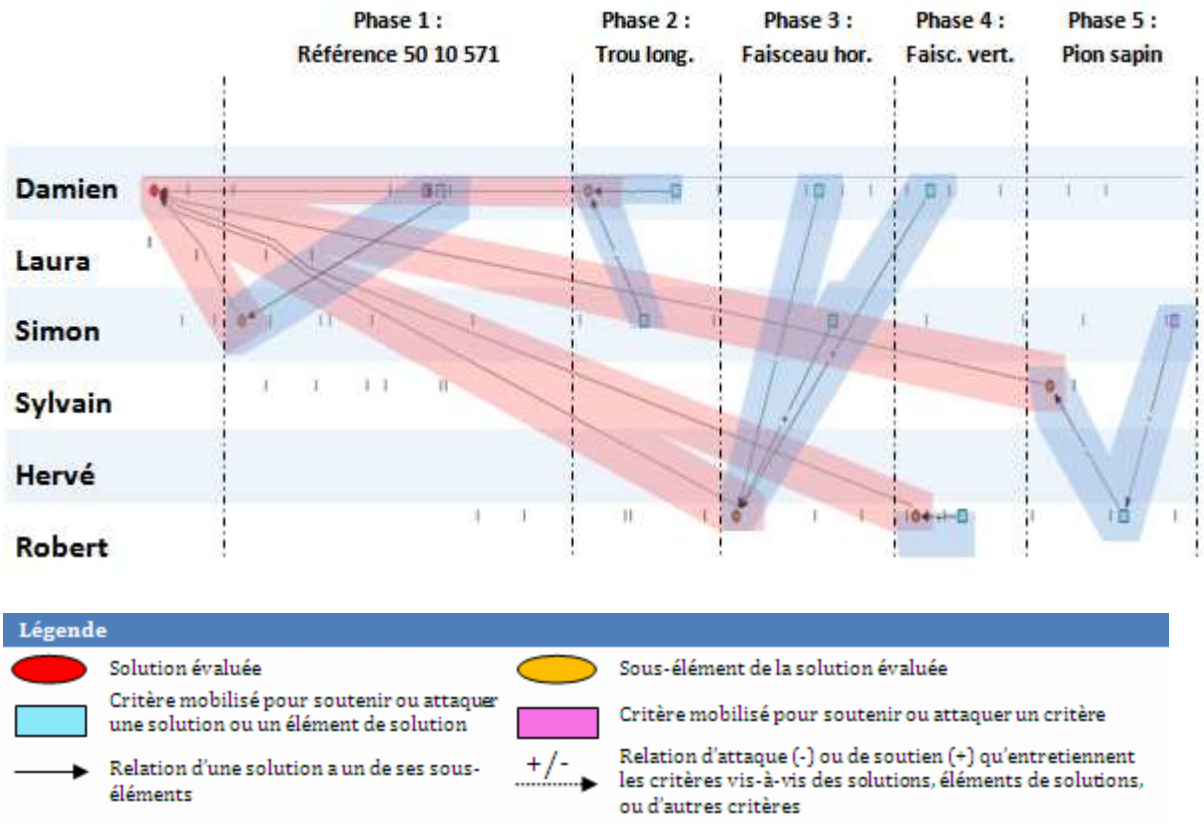

FIGURE 63. GRAPHE SCT ILLUSTRANT LA STRUCTURE « CENTREE SOLUTION »

La figure ci-dessus présente le graphe de la séquence 15. Nous avons choisi de présenter ce graphe car il est simple et présente de manière claire ce qui se passe dans l'interaction, comparé à d'autres graphes beaucoup plus complexe (cf. Annexe 7).

Ces graphes SCT apportent ainsi une dimension dynamique aux graphes SC. Les structures en « fleur » laissent place à des structures en « pieuvre » dans lesquelles la tête est la solution ou l'élément de solution (zone orangée) et les tentacules, les critères. Cette structure est visible dans pratiquement tous les graphes (cf. Annexe 7). On remarque également une structure en « pieuvre » concernant les critères et les approfondissements de critère (zone bleue). Ces différentes structures s'articulent autour d'une arborescence dans laquelle les extrémités de la structure rouge débouchent sur une structure bleue. La solution est subdivisée. Les subdivisions sont ensuite évaluées (critères mobilisés dans une argumentation). Nous voyons qu'il y a différentes phases dans le processus argumentatif. Ces phases correspondent chaque fois à l'évaluation d'une solution approfondie. Les évaluations de chaque sous-élément de solution sont faites successivement, les unes après les autres. Il y a donc deux mécanismes en présence : un mécanisme de subdivision et un mécanisme d'évaluation par la mobilisation de critères lors d'une argumentation. Sur le graphe, les sous-éléments de solution comme les critères se retrouvent sur plusieurs lignes puisque ce sont des concepteurs différents qui en sont à l'origine. Les mécanismes de subdivision comme l'évaluation par la mobilisation de critères sont menés collectivement. Nous avons retrouvés ces séquences en pieuvres sur d'autres graphes (séquences 7 et 13, cf. Annexe 7) mais sans qu'un découpage temporel basé sur l'évaluation successive des sous-éléments de solution puisse être identifié.

Observons maintenant le graphe SCT d'une structure « solutions comparées » (cf. Figure 64).

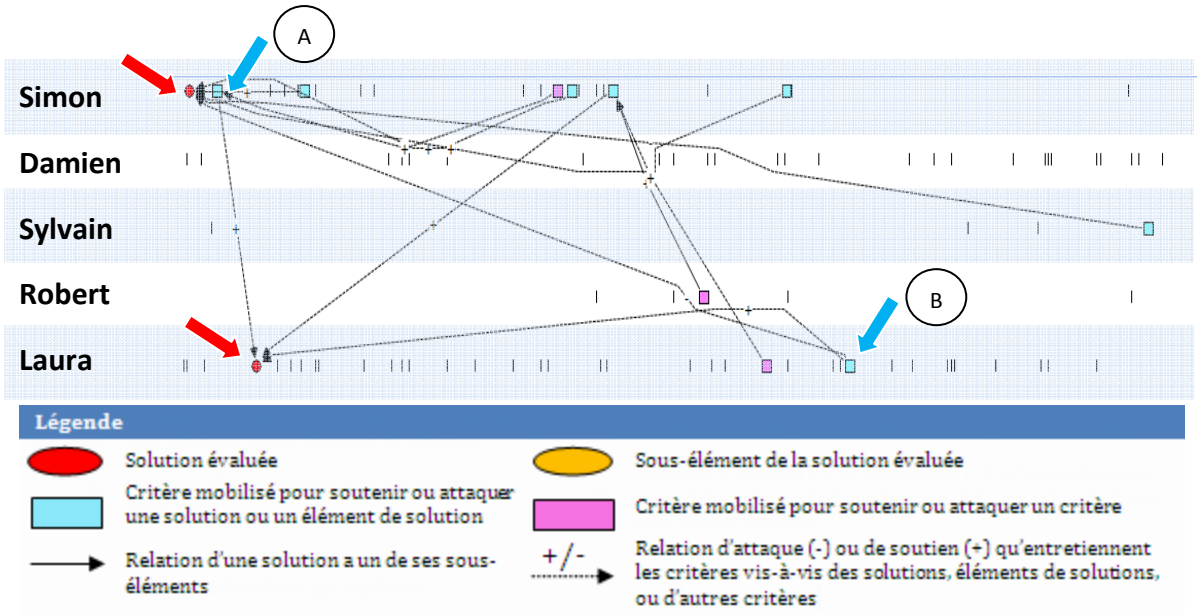

FIGURE 64. GRAPHE SCT ILLUSTRANT LA STRUCTURE "SOLUTIONS COMPAREES"

Le graphe SCT précédent est le graphe de la séquence 13. Nous voyons que les solutions comparées sont énoncées très tôt dans la discussion (flèches rouges). Leur évaluation simultanée est effectuée dans un second temps. Dans cette séquence, nous voyons que tous les critères ne servent pas la comparaison des deux solutions. Seuls deux critères sont reliés aux deux solutions en même temps (flèches bleues). Ces deux critères sont énoncés par chacun des concepteurs faisant une proposition de solution. Nous constatons cependant qu'ils n'ont pas la même fonction. Nous leur attribuons des indices A et B pour mieux les identifier. Le critère A arrive avant la deuxième proposition de solution faite par Laura. Il porte une évaluation négative sur la première solution mais en porte une positive sur la seconde. Nous pouvons faire l'hypothèse qu'en formulant une critique sur la solution proposée, le concepteur Simon a soulevé une problématique capitale remettant totalement la solution en question. Un autre concepteur (Laura) est ainsi amené à proposer une nouvelle solution qui satisfasse également la contrainte identifiée par Simon. Le critère et l'argumentation exprimés par Simon ont donc servi de déclencheur à la proposition de la deuxième solution. Le critère B est exprimé après que les deux propositions de solution aient été formulées, il n'a donc pas ce rôle de déclencheur attribué au critère B. Nous avons retrouvé ce schéma de transition entre deux solutions dans plusieurs graphes (cf. Annexe 7) et pensons que certains critères exprimés au cours de l'AMS ont véritablement ce rôle de « bascule » qui permet de transiter d'une solution à une autre.

Enfin, nous pouvons étudier le graphe SCT d'une structure « centrée critère » (cf. Figure 65).

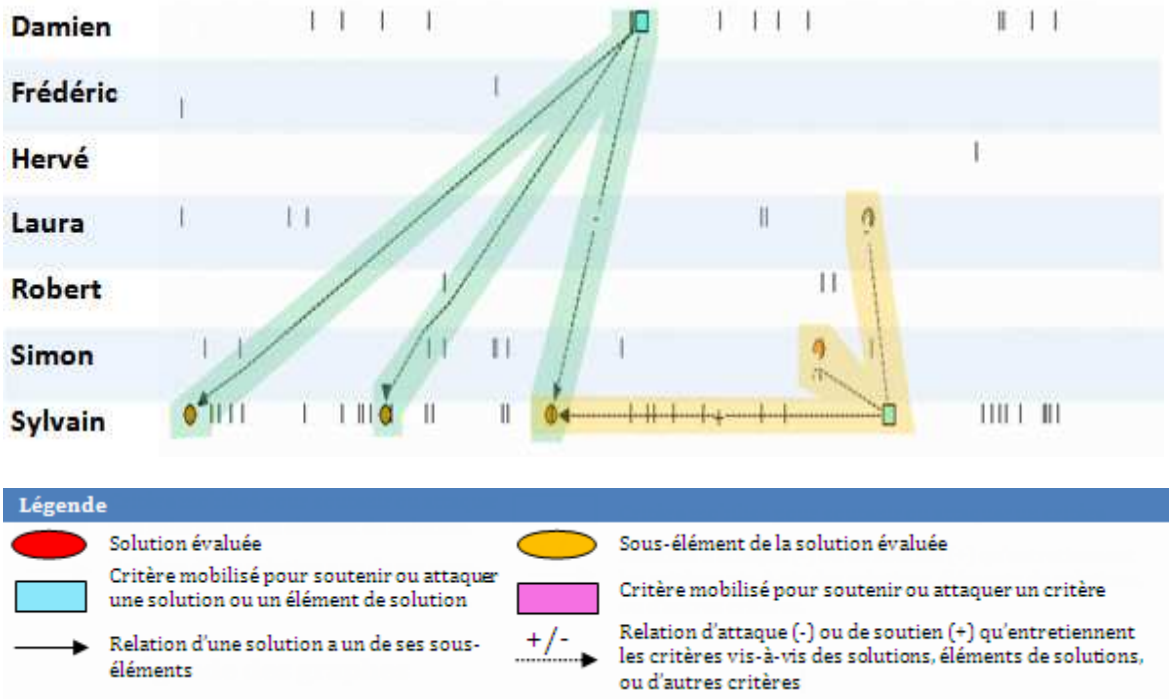

FIGURE 65. GRAPHE SCT ILLUSTRANT LA STRUCTURE "CENTREE CRITERE"

Ce graphe est le graphe temporel de la séquence 4. Il a été simplifié afin de montrer comment étaient mobilisés les critères d'évaluation dans la structure « centré critère ». Le graphe original est beaucoup plus complexe. Il peut être consulté en annexe (cf. Annexe 7). Ce graphe présente deux structures « centré critère » (en vert et en orange). Il est intéressant de constater que ces deux structures n'ont pas la même configuration. Dans un cas (structure verte), les trois propositions de solutions sont faites par le même concepteur et c'est un autre qui propose ensuite un critère pour les évaluer toutes les trois. Dans la seconde structure (structure orange), les propositions sont faites par trois concepteurs différents et c'est l'un d'entre eux qui exprime le critère d'évaluation. Il en profite notamment pour critiquer les deux autres solutions et défendre la sienne. Ces deux structures ont en commun le fait que le critère d'évaluation est exprimé après que les propositions de solutions aient été effectuées et ne sont donc pas des critères de « bascule » comme nous l'avons énoncé plus tôt.

Nous avons confirmé plusieurs structures récurrentes de l'argumentation dans l'étude des différentes séquences du corpus. Nous pouvons maintenant nous interroger sur la nature des critères qui sont mobilisés dans cette évaluation.

2.7.10 TYPOLOGIE DE CRITERES

Nos résultats précédents ont montré comment les critères étaient mobilisés. Nous nous interrogeons à présent sur leur nature.

Les registres de références de (Blanco, 1998) représentent des dimensions dans lesquelles peut être évalué un produit. Blanco propose une liste, non exhaustive, de neuf registres de références : le *registre marchand*, le *registre stratégique*, le *registre juridique*, le *registre technique*, le *registre de fabricabilité*, le *registre d'« assemblabilité »*, le *registre fonctionnel*,

le *registre de « maintenabilité »* et le *registre environnemental*. Nous proposons de compter les critères mobilisés dans l'AMS observée et de les classer dans les registres de références de Blanco (1998) (cf. Tableau 6).

TABLEAU 6 : TABLEAU DU NOMBRE D'OCCURENCES DES CRITERES POUR CHAQUE SEQUENCES

Critères	Nb d'occ.	N° des Séquences	Registres de référence (Blanco, 1998)
Préhension	1	1	Assemblabilité
Support	1	1	Fabricabilité
Fixation	3	1	Technique
Espace disponible	6	1,4,8,13,15	Assemblabilité
Analogie	18	1,3,4,6,7,8,16,18,20	?
Taille	1	3	Assemblabilité
Diamètre	1	3	Technique
Conforme	7	3,5,6,7,8,13	Juridique (normatif)
Accessibilité	6	4,7,8,18	Assemblabilité
Montage	11	4,5,7,8,13,15,20	Assemblabilité
Maintien	4	4,5,18	Technique
Interférence	6	4,5,8,13	Technique
Conforme à l'usage	1	6	?
Fiabilité	2	6,16	Technique ?
Stabilité	3	6,8	Technique ?
Faisabilité	1	7	Fabricabilité
Poinçonnage	1	7	Fabricabilité
A tester	3	7,8,13	?
Dispersion	1	7	Technique
Corrosion	1	7	Maintenabilité
Fabrication en série	1	7	Fabricabilité
Prévalidation	1	8	?
Validation extér.	2	8,20	?
Coût	2	8,16	Marchand
Entretien	1	8	Maimtenabilité
Forme	2	8,18	Fabricabilité
Temps de travail	1	13	?
Température	1	13	Technique
Présence	1	15	?
Danger	1	15	Fonctionnel
Positionnement	1	15	Technique
Utilité	1	16	Fonctionnel
Fonctionnement	1	16	Fonctionnel
Disponibilité	1	16	?
Mise en plan	1	16	?
Etiquetage	1	16	?

Dans ce tableau, la première colonne expose la liste des critères que nous avons rencontrés dans nos graphes SC. La deuxième et la troisième colonne présentent le nombre de fois que les critères sont apparus et les séquences dans lesquelles ils sont présents. La quatrième colonne les inscrit dans un registre de référence auquel ils peuvent être associés. Nous appelons « critère d'analogie » le contenu des argumentations rapportant à une solution antérieure. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un critère au même titre que le coût ou la température, mais nous le considérons tel quel car en permettant d'évaluer une solution, il remplit la même fonction argumentative qu'un critère. Le critère d'analogie apparaît comme

étant celui qui est le plus souvent mobilisé. Il est même curieux de remarquer qu'il a une importance bien plus marquée que d'autres critères pourtant relatifs aux domaines des groupes en présence (groupe Fonction électrique et groupe Fabrication). Le critère d'analogie est mobilisé 18 fois au cours de l'AMS et le critère de montage seulement 11 fois. Toutefois, les critères appartenant au registre d'« assemblabilité » (montage, accessibilité, taille et préhension) sont mobilisés 19 fois, c'est-à-dire légèrement plus que le critère d'analogie. Il n'en demeure pas moins que le critère d'analogie est remarquablement présent dans l'AMS.

On constate que certains registres ne sont pas du tout utilisés dans l'évaluation de la solution de routage. Ceci n'est pas surprenant, l'AMS traitant d'un aspect très particulier du camion, les registres stratégiques ou juridiques ne sont pas pertinents pour évaluer la solution. Le registre technique est, pour sa part, convoqué beaucoup plus régulièrement.

On remarque d'un autre côté, que certains critères ne peuvent pas être classés. Il s'agit des critères : *étiquetage*, *mise en plan*, *disponibilité*, *présence*, *temps*, *pré-validation*, *validation extérieure*, *à tester*, *conforme*, *conforme à l'usage* et *analogie*. Ces critères témoignent de registres supplémentaires à définir. Nous les avons regroupés et proposons ici de les inclure dans la liste de registres de Blanco en les considérant comme des sous-registres. Ainsi, nous identifions :

- **le sous-registre de conformité :** inclut dans le registre Stratégie, il renvoie à la prise en compte du fonctionnement interne de l'entreprise en ce qui concerne les habitudes et le règlement. Comprend les critères : *étiquetage*, *mise en plan*, *disponibilité*, *inexistant*, *pré-validation*, *validation extérieure*, *conforme*, *conforme à l'usage*,

- **Le sous-registre d'expérience** : inclut dans le registre Technique, il renvoie à l'expérience, passée ou à venir, de l'entreprise (Analogies avec les projets antérieurs ou scénario d'usage). Comprend les critères : *analogie*, *à tester*.

Comme le dit Blanco (1998), le temps ne peut appartenir à un registre dans la mesure où il représente une contrainte et une ressource en même temps.

Le registre d'expérience est particulier car il fait référence à tous les autres registres. Il s'agit d'un registre dans lequel sont construites des analogies. Une solution peut être adoptée sous prétexte qu'elle a fonctionné dans un projet antérieur : les concepteurs ne se demandent pas si elle est techniquement efficiente, si elle est écologique ou si elle permet d'assurer les fonctions du produit. Le simple fait qu'elle ait fonctionné dans le passé suffit à la valider.

2.8 BILAN DE L'ETUDE DE CAS DE L'AMS VOLVO

Nous avons ainsi mené une première étude initiale dans laquelle nous avons entrepris de découvrir des régularités dans l'enchainement des sujets et des fonctions de l'interaction. Ne

pouvant mettre à jour une organisation récurrente des interactions, nous avons proposé une analyse approfondie des sujets de l'interaction.

Notre premier résultat est un résultat méthodologique. Il s'agit de la grille d'analyse des interactions. En proposant un cadre d'analyse des interactions construit dans une démarche descriptive et cependant validé par la méthode des juges, nous proposons un outil destiné à aider les chercheurs dans des recherches futures. Cet outil a cependant été construit dans le contexte particulier d'une AMS et nécessite peut-être une adaptation dans un nouveau contexte. Il présente des faiblesses dont nous proposons de discuter dans le chapitre de synthèse de cette thèse (cf. Chap. 8).

Le second résultat se présente sous la forme d'un descriptif de plusieurs phénomènes identifiés dans l'AMS. Ces phénomènes dépendent du type d'analyse que nous avons mené. Nous avons mené des analyses quantitatives à propos des auteurs, des sujets et des fonctions de l'interaction. Nous avons ensuite mené une analyse séquentielle destinée à mettre à jour des enchaînements récurrents dans l'interaction. N'ayant pas trouvé de récurrences lors de cette dernière étape, nous avons alors mené une analyse approfondie de l'argumentation grâce notamment à la constitution de graphe Solution-Critère. Nous avons également pris le soin de coder les apartés qui constituent selon nous une dimension importante de l'activité. Ces espace-temps occupant une place toute particulière dans l'activité collective mais notre dispositif de capture n'a pas été élaboré avec l'objectif d'y avoir accès. Nous n'avons pas été en mesure de saisir le contenu des échanges dans ces apartés, et, a fortiori, de les analyser. Ils constituent, selon nous, une piste évidente pour poursuivre le travail d'analyse de l'activité que nous avons mené dans l'entreprise Volvo.

Nous récapitulons à présent l'ensemble des résultats obtenus et en proposons une rapide analyse.

Résultats de l'analyse des auteurs, sujets et fonctions de l'interaction

L'analyse de la répartition des fonctions montrent que la fonction d'interaction la plus présente est l'*explication*. Conformément aux attentes et conformément aux dires des concepteurs, l'AMS que nous avons étudiée et qui arrive en fin de processus de conception, est plus véritablement un moment d'explication qu'un moment d'argumentation. En effet l'*argumentation* arrive seulement en seconde position. De ce point de vue là, l'activité déployée par l'ensemble du collectif est donc susceptible de satisfaire les attentes inhérentes à la tâche prescrite. En cela nous pouvons dire que l'AMS se déroule convenablement. Il apparait cependant que les concepteurs passent beaucoup de temps à s'organiser et à gérer la *communication*. En effet, l'analyse de la répartition des sujets montre que la *solution* est le sujet le plus traité, mais si on considère le temps consacré à discuter du produit (c'est-à-dire les solutions et les critères), on se rend compte qu'il occupe moins de la moitié de l'AMS. Les sujets relatifs à l'organisation et à la communication (*tâche*, *communication*, *projet* et *outil*) occupent plus de la moitié du temps de discussion. Ainsi, les acteurs éprouvent des difficultés pour communiquer. L'analyse des relations entre les fonctions de l'interaction et les auteurs de l'interaction montre que ce sont les acteurs

éloignés (Sylvain et Laura) qui sont le plus concernés par ces difficultés. Même si ce résultat est normal dans un contexte de travail à distance, une analyse approfondie des moyens de communication seraient intéressante à mener pour voir si leur évolution provoquerait un impact sur les performances de l'activité. Nous proposons des pistes d'outils dans le chapitre de synthèse (cf. Chap. 8, 1.2.3).

L'analyse de la répartition des auteurs de l'interaction montre que le rapport longueur-occurrence est équivalent pour l'ensemble des acteurs en dehors de Damien et Laura. Cela tend à montrer qu'à part Damien qui parle par plus longue séquence et Laura qui s'exprime de façon plus brève, tous les concepteurs produisent en moyenne des interactions de même longueur. Il semble ainsi qu'aucun concepteur ne monopolise la discussion et qu'au contraire chacun puisse s'exprimer. Ce résultat demeure hypothétique car les temps de parole ne sont pas pour autant équitables. Les quatre acteurs qui s'expriment le plus souvent et en proportions quasi identiques, sont les deux industriels de Blainville, le concepteur fonction et l'architecte. Les autres concepteurs s'exprimant relativement peu ou même pas du tout, la parole est donc bien répartie entre les deux sites distants. Si l'on considère que les assembleurs et les concepteurs se trouvent opposés dans l'argumentation (du fait que les assembleurs sont susceptibles de demander une modification de la solution proposée et donc un surcroît de travail au concepteur), il apparaît que les moyens d'argumenter sont équivalents pour chaque positionnement. Cette dernière hypothèse est valide si on admet que l'architecte défend la position du concepteur fonction. Si celui-ci est neutre et qu'on considère que l'opinion de chaque concepteur compte autant, il y a de grandes chances pour que le groupe industriel puisse imposer son point de vue plus facilement. Ainsi, le rôle décisif de l'architecte dans la prise de décision se trouve encore renforcé. De par son statut hiérarchique qui lui confère une certaine autorité et de par sa tâche qui lui impose de limiter le temps imparti pour traiter chaque point, celui-ci se retrouve dans une position de force encore confortée par le fait qu'il est un acteur décisif pour déterminer le poids de l'argumentaire des deux camps. Il endosse alors un véritable rôle de médiateur pouvant orienter le débat comme il le désire. Comme nous venons de le dire, le groupe des assembleurs s'exprime plus que le groupe fonction. Nous interprétons ce résultat comme un indicateur venant réconforter l'hypothèse que l'AMS est un moment d'évaluation d'un travail par des acteurs n'étant pas en charge de sa réalisation mais dont les besoins doivent être intégrés au moment de la définition du produit.

En étudiant les relations entre les fonctions et les sujets de l'interaction, nous avons également montré que chaque fonction avait un ou deux sujets largement favoris : l'explication porte presque exclusivement sur la solution et sur le projet, la proposition sur la solution, etc. Ces jonctions forment alors des motifs interactifs récurrents. Si l'on considère que « les activités émergent de la dynamique des interactions », nous pouvons prétendre que ces motifs très prononcés peuvent être perçu, à un niveau méta-analytique, comme des activités de conception. Nous identifions alors des activités d'**explication de solution, d'explication projet, de proposition de solution, d'argumentation sur la solution, de gestion de communication et d'opinion sur la solution**. Cette liste n'est pas exhaustive car certaines interactions n'y entrent pas, en particulier celles portant sur les outils et la tâche.

Suite à ces analyses, nous avons essayé d'identifier une logique dans l'organisation des interactions. Nous avons alors procédé à une analyse séquentielle. Dans un premier temps nous avons comparé les codages visuellement, puis nous avons utilisé le module de recherche de pattern du logiciel *Actogram*. Lors de cette analyse, nous avons pu constater que la situation est trop complexe et qu'elle comporte trop de bruit pour qu'une recherche de pattern puisse être automatisée.

L'activité d'argumentation en conception ne peut se comprendre en étudiant les fonctions et en résumant le sujet de la discussion technique au simple terme de solution. Les résultats obtenus par nos analyses quantitative et séquentielle nous ont, de plus, laissé penser que le critère devait être revalorisé dans l'analyse. Nous avons alors construit des graphes en conservant les solutions, les éléments de solution et les critères, qu'ils soient sujet de l'interaction ou bien mobilisés pour argumenter. Nous avons ensuite procédé à l'analyse de ces graphes. Cette nouvelle étude a alors permis d'identifier des structures récurrentes dans l'évaluation des solutions. Ces structures correspondent à celles identifiées dans les travaux de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007). Nous avons ainsi montré que, dans l'AMS, le processus d'évaluation avait soit une structure « centrée solution », soit une structure « solutions comparées » ou soit une structure « centrée critère ». Dans la structure « centrée solution », l'argumentation s'organise en arborescence dans laquelle les solutions sont approfondies en sous-éléments qui sont ensuite évalués les uns après les autres. L'analyse de la dynamique des structures « solutions comparées » a montré que dans ce cas précis les solutions en questions étaient proposées tôt dans la discussion et discutées par la suite. Enfin, la structure « centrée critère » qui est beaucoup plus rare dans ce que nous avons observé, a montré que les critères d'évaluation de plusieurs solutions étaient exprimés après les solutions et servaient en quelque sorte à départager les solutions.

Cette étude nous a également permis de mettre à jour une fonction de « bascule » qu'occupent certains critères. En évaluant négativement une solution, ils deviennent source d'inspiration pour la proposition d'une nouvelle solution. Se trouvant entre deux solutions, ils détiennent bien un rôle de bascule d'une solution vers une autre. Ce mécanisme est capital pour comprendre comment s'organise l'argumentation en conception. Il représente un résultat important de notre recherche.

Nous avons de plus étudié la nature des critères mobilisés et effectué une classification qui interroge sur la place du critère d'analogie. C'est de loin le critère le plus fréquent dans l'AMS et le fait qu'un concepteur (Laura) se munisse de documents papier faisant justement référence à des solutions antérieures témoigne de son rôle dans l'argumentation. Cette classification nous a également permis d'identifier des sous-registres venant étoffer les registres de références de Blanco (1998). Il s'agit du sous-registre de conformité, et du sous-registre d'expérience s'intégrant respectivement dans les registres Stratégie et Technique. Nous reconnaissons cependant qu'en tant que registre fonctionnant dans plusieurs domaines, le sous-registre d'expérience occupe une place toute particulière dans cette classification.

Ainsi s'achève la première étude de cas que nous avons menée dans le groupe AB Volvo. Cette étude exploratoire de nature empirique a permis d'appréhender l'activité de conception collaborative avec une approche résolument naïve. Nous avons obtenu plusieurs résultats dont l'un nous questionne en particulier. Il s'agit de la place de l'analogie dans l'argumentation. Son rôle est capital dans l'entreprise Volvo, mais en est-il de même dans un contexte différent ? Quelle forme peut prendre cette analogie ? et représente-elle vraiment un support au développement d'un argumentaire efficace dans un contexte éloigné de celui de Volvo. Nous voyons que nous achevons cette étude de cas avec des hypothèses qui demandent à être éprouvées sur un nouveau terrain. L'étape exploratoire de la DRM est donc réalisée et, l'étude de cas Volvo ne pouvant être poursuivie car notre observateur sur place ayant terminé sa péridoe d'observation, nous proposons de changer de contexte pour étudier comment la mobilisation de solution antérieure en conception peut soutenir un argumentaire et quel est son rôle. Nous apprétant à changer d'entreprise pour la seconde étude de cas, nos hypothèses ne peuvent pas être testées telles quelles dans un nouveau contexte. Avant d'entreprendre une démarche prescriptive, nous devons réaliser une étude descriptive de l'activité de l'entreprise. Ainsi, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre méthodologique, nous achevons l'étape descriptive de la DRM par une phase d'observation dans le nouveau contexte. Ce nouveau contexte est celui de la PME. L'entreprise en question s'appelle Global Process Industry. Nous présentons notre étude dans le chapitre suivant.

Chapitre 7
ETUDE DE CAS GLOBAL PROCESS INDUSTRY

Dans ce chapitre, nous présentons la seconde étude de cas. Elle a été menée sur une période de plusieurs mois et a servi à tester les hypothèses que nous avions pu élaborer grâce à la première étude de cas. Dans un premier temps, nous expliquons comment nous avons établi les conditions d'une collaboration autour d'une problématique industrielle, correspondant aux attentes de l'entreprise d'accueil, et d'une problématique de recherche, correspondant, elle, à nos propres attentes. Puis, nous exposons les mesures mises en place pour décrire l'activité des concepteurs de GPI. Enfin, nous présentons l'analyse que nous avons faite de nos observations et expliquons comment nous avons élaboré un outil d'assistance de l'activité.

---

1 PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE ET PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

1.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE GPI

GPI est une jeune PME installée dans l'est de la région lyonnaise, à Rillieux la Pape. Créée il y a deux ans par trois personnes, elle compte aujourd'hui 44 employés, dont 12 personnes travaillant au montage physique en atelier et 32 s'occupant du travail d'ingénierie ou de la gestion administrative et commerciale (cf. Figure 72). Son activité, très diversifiée, se focalise sur la chimie fine et plus précisément sur les industries pharmaceutiques et cosmétiques. Il s'agit pour l'entreprise d'apporter ses compétences en ingénierie concernant les systèmes fabriqués en mode unitaire pour le stockage et le transport de flux de gaz ou de liquides pâteux. Le groupe Givaudan France, qui possèdait 80% des parts du marché de la parfumerie, était jusqu'à très récemment son principal client. Les produits conçus ont la forme de produits dits « mono exemplaires » qui assurent le stockage ou l'isolation des flux chimiques (tuyaux, gaines, vannes, cuves, etc.), ou la forme de réseaux entiers de gestion des fluides (incluant la génération des flux).

Dans son activité, GPI peut être amenée à participer au processus de conception et fabrication complet, depuis l'expression du besoin jusqu'à l'installation sur site. Dans d'autres cas, sa mission se limite au travail de définition des besoins et de conception sans qu'elle n'ait à intervenir sur les phases de fabrication, d'assemblage et d'installation. Les solutions technologiques que fournit GPI sont à la fois d'ordre mécanique, automatique, électrique et hydraulique. GPI réalise, entre autres, la mise en conformité de systèmes industriels existants aux nouvelles directives énoncées par l'ATEX[40]. L'ATEX s'adresse aux entreprises qui manipulent des produits dangereux (explosifs, inflammable, etc.) et préconise de nouvelles normes de sécurité. Cette norme a été élaborée en réaction à l'accident survenu dans l'usine AZF à Toulouse en 2001. La production d'alcool étant nécessaire dans la composition de parfums, les entreprises de cosmétique telles que Givaudan sont directement touchées par cette obligation. GPI ne propose pas simplement une reconstruction du système respectant de nouvelles exigences d'hygiène, elle l'améliore par une modernisation des systèmes en proposant par exemple la mise en place d'automates (permettant notamment le contrôle de vannes électriques à distance, et donc

[40] ATEX : La réglementation ATEX (ATmosphères EXplosibles) est issue de deux directives européennes (94/9/CE et 1999/92/CE). La réglementation dite ATEX demande à tous les chefs d'établissement de maîtriser les risques relatifs à l'explosion de ces atmosphères au même titre que tous les autres risques professionnels. Pour cela, un audit précis de l'entreprise est donc nécessaire pour permettre d'identifier tous les lieux où peuvent se former des atmosphères explosives. Conformément à la directive 1999/92/CE et à l'article R.232/12/289 du Code du Travail, les emplacements ATEX doivent être subdivisés en zones (0,1 ou 2 pour les gaz et 20, 21 ou 22 pour les poussières). Une fois ces zones caractérisées et marquées, les décrets D2002-1553 et D2002-1554 du 24 décembre 2002 imposent l'utilisation de matériels spécifiques dans ces zones afin d'écarter tout risque d'explosion.

la gestion des flux transportés en automatisme). Voici-ci après deux exemples d'installations réalisées par GPI (cf. Figure 66 et Figure 67).

FIGURE 66. PHOTO D'UNE POMPE SECHE

FIGURE 67. PHOTO D'UNE CUVE AVEC AUTOMATE

Les photos précédentes présentent des installations finies et mises en place. On discerne sur ces deux installations que le travail de conception comporte des dimensions à la fois mécanique, automatique, électrique et chimique. Les composants automatisés tels que les vannes ou les détecteurs de niveau, sont manipulables à distance ou directement sur la machine.

GPI est associée et cliente largement majoritaire de l'entreprise Pharmacos. Considérée comme une filiale de GPI, Pharmacos fournit une prestation de gestion de projet à GPI. Pharmacos est également spécialisée en certification d'installation industrielle et peut, par exemple, réaliser des tests FAT (*Factory Acceptance Test*) pour GPI.

Dans le climat actuel de crise économique, GPI met en place une importante démarche commerciale afin de toucher le plus de clients possible. Cette volonté de toucher un plus grand nombre de personnes la pousse à élargir son domaine d'intervention et implique par là-même un élargissement de ses compétences. GPI vient récemment de racheter l'entreprise TPI (Techni-Poudre Industrie) spécialisée dans les pulvérulents. Elle compte ainsi pouvoir compléter son offre de prestations à un domaine lui faisant défaut par le passé.

C'est dans ce contexte et avec les objectifs internes présentés ci-dessus que nous avons établi une collaboration avec l'entreprise GPI. Le premier travail consistait à définir une problématique commune entre chercheurs et industriels afin de vérifier des hypothèses pour nous, et de gagner en productivité pour GPI. Ci-après, nous présentons le premier travail d'analyse du besoin de l'entreprise. Nous l'appelons problématique industrielle.

1.2 PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE DE GPI

Suite à une première phase de discussion avec le responsable du département études, nous avons été en mesure de définir trois grandes problématiques distinctes pour lesquelles GPI a déjà commencé à s'interroger :

- **La maîtrise sur le processus,**
- **La diffusion de l'information,**
- **La capitalisation des connaissances.**

Il s'agit de notre analyse des propos tenus par le responsable lors des premiers moments de discussion. Ci-après, nous donnons une brève description de ces problématiques et présentons celle sur laquelle nous nous sommes concentrés.

1.2.1 1ERE PROBLEMATIQUE : « PLUS DE MAITRISE SUR LE PROCESSUS »

Au cours de la discussion, l'ingénieur de GPI nous a fait part d'un réel besoin de formaliser les processus internes de l'entreprise pour acquérir une plus grande maîtrise de ceux-ci et pouvoir diriger les projets avec une meilleure marge de manœuvre.

Nous avons constaté que ce besoin était déjà pris en charge par le département QHSE (Qualité Hygiène Sécurité Environnement). En effet, une étude de mise aux normes de GPI a été mise en place avec l'objectif d'obtenir une certification UIC/MASE[41]. Cette démarche a le double objectif d'optimiser ses processus internes et de fournir une certification qualité assurant plus de crédibilité vis-à-vis de ses clients. Le département qualité a ainsi lancé une étude dite « processus », issue de la norme ISO 9001, pour formaliser les tâches de conception et les flux d'informations entre les services et entre les personnes. Un ergonome et expert qualité, agissant en tant que prestataire, a pris en charge l'étude. Il a identifié une liste de processus de fonctionnement de l'entreprise (achat, commercial, étude, fabrication, préfabrication, etc.) et a commencé à caractériser les flux entrant et sortant pour chaque processus. Il a également identifié les disfonctionnements existants et les mesures à mettre en place pour y remédier. Ce travail de certification mené par le département QHSE permettra de répondre au premier besoin que nous avons identifié et qui concerne la maîtrise des processus. Si nous devons y contribuer, notre travail se situera au sein de cette approche processus.

[41] Système commun UIC/MASE : Le système d'habilitation UIC (Union des Industries Chimiques) et le système de certification MASE (Manuel d'Amélioration de Sécurité des Entreprises) ont convergé vers un système commun en 2007 qui est entré en vigueur en septembre 2008. Ce système a pour but de proposer au niveau national et sans distinction d'activité ou de secteur industriel particulier, une démarche de progrès simple et efficace. Elle consiste principalement à aider les entreprises à mettre en œuvre des systèmes de management de la sécurité et de protection des employés. Cette démarche favorise également les performances sur le plan économique en simplifiant le nombre de référentiels auxquels les entreprises doivent se conformer. (http://www.mase.com.fr/index.php)

1.2.2 2NDE PROBLEMATIQUE : « UNE MEILLEURE DIFFUSION DE L'INFORMATION »

Au cours de la discussion, a également émergé un besoin de diffuser l'information de manière plus large afin de faciliter la communication dans l'entreprise. Aucune distinction sur les différents types d'informations échangées dans l'entreprise n'a été évoquée. Il est alors difficile de savoir si GPI veut améliorer la gestion des flux d'informations techniques ou d'informations organisationnelles relatives à l'administration de l'entreprise ou à la gestion de projet.

La mise en place de l'étude UIC/MASE par le département QHSE apportera également beaucoup d'éléments pour repenser la circulation de l'information en interne, et cela quelque soit la nature de l'information. De plus, GPI a entrepris une évolution de son système informatique en se procurant la solution server de Microsoft, Microsoft Exchange 2003, dédiée à la communication interne en entreprise. Il nous a semblé risqué de vouloir mettre en place une nouvelle solution technologique alors qu'au moment de l'observation, la décision de mettre en place un nouveau serveur était déjà prise.

Ces deux besoins n'ont pas été abordés dans le cadre de notre travail car GPI avaient déjà entrepris des mesures pour y répondre. La troisième problématique était beaucoup plus proche des préoccupations que nous avions dans l'entreprise Volvo.

1.2.3 3E PROBLEMATIQUE : « CAPITALISER LES CONNAISSANCES DE GPI »

Au terme de la discussion, il est apparu que GPI désirait « capitaliser ses connaissances » et conserver les solutions développées au cours des différents projets.

Aucune mesure n'étant prise pour répondre à ce besoin, nous avons choisi, en accord avec l'entreprise, de porter l'essentiel de notre travail sur cette problématique de capitalisation des connaissances. Cette problématique devient alors notre problématique industrielle. Nous la présentons de manière plus approfondie dans la section suivante.

1.2.4 PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE DE L'ETUDE DE CAS GPI

Le responsable de GPI nous a fait part du besoin de l'entreprise de se souvenir des décisions prises à propos des solutions retenues ou abandonnées et des raisons pour lesquelles ces choix avaient été faits. Il a insisté sur la nécessité de conserver les solutions abandonnées en raison de l'insuffisance des ressources technologiques de GPI, cela afin d'anticiper une re-conception dans les années futures. Pour permettre à GPI d'accéder à ce besoin de capitalisation, l'outil que nous pourrons proposer devra remplir plusieurs fonctions. Premièrement, il devra assurer une fonction de traçage en conservant les solutions et les raisons des choix de ces solutions. Deuxièmement, afin que l'information capitalisée puisse devenir réellement de la connaissance, c'est-à-dire qu'elle soit intégrée par les acteurs de GPI, l'outil devra assurer une diffusion et un partage de ces informations. L'objectif est de mettre à disposition de tous les acteurs de GPI, l'expérience de chacun. Ce partage de connaissances s'effectue aujourd'hui par le téléphone ou en présentiel.

La problématique industrielle est donc : **Quels sont les moyens permettant de stocker les solutions techniques utilisées, délaissées, ou envisagées par GPI au cours des différents projets et les raisons des choix faits autour de ces solutions ? Comment faire pour que ce qui sera stocké soit appropriable par l'ensemble des concepteurs de GPI ?**

Pour débuter notre analyse, le responsable des départements Etudes et Réalisations, à qui nous nous adressons, propose de travailler sur les comptes-rendus des réunions de revues de projet. Ils sont aujourd'hui mis à disposition sur un serveur commun en étant simplement classés et indexés par projet et par date. GPI serait intéressée par des solutions permettant de structurer ces comptes rendus de façon à capitaliser les informations importantes, les expériences réussies et les échecs entourant chacun des projets. Il s'agit d'une double demande : premièrement, structurer le contenu des comptes rendus de réunions et, en second, les stocker de façon qu'ils soient retrouvables suivant un protocole à définir.

La problématique industrielle identifiée et les premières pistes d'analyse établies, nous avons construit notre problématique de recherche.

1.2.5 PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE DE L'ETUDE DE CAS GPI

La problématique de recherche s'est naturellement articulée avec nos travaux précédents menés dans l'entreprise Volvo, ainsi qu'avec les attentes de GPI.

La demande de GPI consiste à définir de nouveaux outils ou méthodes pour assister les concepteurs dans la conception de nouvelles solutions en leur permettant d'accéder aux solutions, et leur contexte, développées antérieurement. Ses attentes visent à capitaliser l'expérience de l'entreprise pour pouvoir s'en servir dans le développement de nouvelles solutions. Notre objectif étant d'observer le processus argumentatif en cours de conception, nous proposons de repérer les lieux de développements potentiels de l'argumentation qui participe, à travers le débat entourant l'élaboration de solution, à la création d'informations à capitaliser. Ainsi, en étudiant la construction de l'argumentation autour des solutions, nous pourrons également observer quelle information doit être capitalisée et quand cette dernière est produite. Notre entrée dans l'entreprise Volvo était focalisée sur les interactions afin de comprendre les activités de conception, et nous avons mis en évidence les critères d'analogie mobilisés dans l'argumentation. Ce que nous demande ici GPI, c'est de proposer des outils pour favoriser la référence à des solutions antérieures. Notre objectif devient donc de favoriser l'argumentation en utilisant le critère de référence à des solutions antérieures. Ces deux études de cas ont donc une proximité certaine et complémentaire. La problématique de recherche peut donc se résumer de cette façon : **Quels outils pour constituer des ressources pour favoriser l'argumentation s'appuyant sur des composants utilisés antérieurement (et transversaux aux projets) ? Quelles sont les conditions pour mettre en place cette structure de ressources ?**

L'analyse du besoin du responsable Etudes et Réalisations montre qu'il met au même niveau plusieurs dimensions différentes liées à la conception. En effet, la première problématique, concernant la maitrise des processus, porte sur les processus de conception. La seconde qui

porte sur la diffusion d'informations au cours des projets, est centrée sur la dimension projet de la conception. Enfin, la troisième relative à la capitalisation de connaissances, touche essentiellement aux savoirs techniques entourant le produit et ses composants, et se trouve ainsi centrée sur la dimension produit. Il est intéressant de remarquer que dans le discours du responsable Etudes et Réalisations ces trois dimensions sont complètement confondues. Dans notre étude nous devrons donc veiller à situer la problématique dans la dimension qui nous intéresse plus particulièrement, à savoir la dimension produit. Il convient d'ailleurs de se demander si les comptes rendus sont véritablement les artefacts centraux de l'activité collaborative de GPI sur cette dimension produit.

GPI conçoit de manière collaborative et coopérative. Des acteurs de différents métiers, experts soit en automatisme, soit en processus industriel de chimie, coopèrent au sein d'un projet avec l'objectif commun d'élaborer l'installation dont a besoin un client. Dans la mesure où chacun provient d'un département clairement identifié et peut ainsi être impliqué dans plusieurs projets en même temps, ils ont également des objectifs individuels qui les placent en position de collaborateurs. Dans cette coopération et cette collaboration, différents espaces existent. Ces espaces peuvent être virtuels ou réels, formels ou informels. Nous détaillerons par la suite les espaces que nous avons identifiés.

Afin de caractériser au mieux le besoin de GPI et d'essayer de trouver une solution adaptée, nous avons opté pour une méthodologie d'observation participante au sein du département QHSE. Cela nous a amené à véritablement devenir acteur de l'entreprise (cf. Chap. 5, 4.1.2). Nous avons également pu respecter une approche ethnométhodologique dans la mesure où nous avons eu accès à l'expérience, à la culture, aux objectifs des acteurs de l'entreprise. Nous présentons, ci-après, le dispositif expérimental d'observation que nous avons établi, les données qu'il nous a permis de recueillir, les analyses que nous avons faites de ces données et les résultats auxquels nous avons aboutis. Nous présentons à la fin un chapitre de discussion et d'interprétation de notre travail.

1.3 DISPOSITIFS DE CAPTURE DE L'ACTIVITE

Comme nous l'avons dit : processus, projet et produit sont confondus dans le fonctionnement de GPI. Cela peut se comprendre dans la mesure où l'entreprise réalise un produit unitaire au cours de chacun de ses projets. Nous avons cherché à comprendre quels étaient les lieux et les moments de construction de connaissances sur le produit. Chez Volvo comme chez GPI, il n'y a pas de moments et de temps prévus pour le partage et la formalisation de ces connaissances en dehors des réunions. Cependant, à la différence de chez Volvo, les moments de travail synchrone et asynchrone ne sont pas institutionnalisés chez GPI et une partie du travail de conception synchrone se déroule en dehors des réunions. Notre analyse a donc du porter dans un premier temps sur les temps de travail formels, qui prennent la forme de réunions, et dans un second temps sur les temps de travail informels représentés principalement par des regroupements improvisés dans l'espace de travail.

Voici les dispositifs expérimentaux pour chacun de ces « espace-temps » de travail.

1.3.1 DISPOSITIF DE RECUEIL DE DONNEES DES MOMENTS FORMELS

Pour analyser l'activité formelle de GPI, j'ai entrepris de capturer l'activité en réunion. J'ai ainsi pu construire le corpus de plusieurs réunions dans différents projets. Mon objectif était d'analyser les moments et les circonstances dans lesquelles les concepteurs faisaient appel à leur expérience passée pour concevoir de nouvelles solutions.

Le matériel technique dont je disposais était un enregistreur audio MP3 relié à deux microphones omnidirectionnels. Disposant d'une carte de quatre gigabits je pouvais enregistrer quatre heures de réunion avec une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz. L'enregistreur possédait également une télécommande permettant d'interrompre ou de lancer l'enregistrement discrètement. Les microphones, spécifiques à l'enregistrement de réunion, étaient plats et pouvaient se poser sur la table. Malgré une grande discrétion, le dispositif d'enregistrement restait visible et l'enregistrement audio était explicite. Cet équipement audio a l'avantage d'être rapidement installé et permet en outre d'obtenir une très bonne qualité audio facilitant le travail de réécoute par la suite. Cette technologie a également l'avantage de rendre l'acquisition instantanée. En effet, le format MP3 est léger et lisible par la très grande majorité des lecteurs multimédia. Le corpus concernant les séances d'observation était complété par des notes prises à la volée permettant notamment de noter les outils manipulés et d'indiquer mon ressenti à certains moments précis de la réunion. En tant que simple observateur, je me tenais en retrait pour ne pas influencer les participants.

Plusieurs raisons ont fait que nous n'avons pas utilisé de système de capture vidéo. Tout d'abord, les réunions ne sont pas toujours prévues à l'avance, et le temps d'installer une caméra peut être assez long et donc perturber assez fortement la réunion. Deuxièmement, j'avais pour objectif de capturer l'activité de plusieurs réunions. Le travail consistait à capturer l'activité de plusieurs moments pour essayer d'identifier des moments de mobilisation de connaissances provenant d'expériences passées. Il s'agissait d'un travail de repérage dans l'activité et non d'un travail de caractérisation de l'activité comme nous l'avions mené chez Volvo. Ici, notre travail n'était plus descriptif. Il ne s'agissait plus de caractériser ce qu'on observe mais de retrouver ce qu'on a observé précédemment. Le travail n'avait donc pas besoin d'être aussi fin et méticuleux.

Les réunions se sont toutes déroulées dans la salle de réunion avec un vidéoprojecteur. Elles s'appuyaient sur le compte rendu de la réunion précédente. Celui-ci était mis à jour et faisait office de nouveau compte rendu pour la réunion en question. Il était projeté sur l'écran. Chaque point était traité l'un après l'autre. Les personnes responsables des différentes affaires ou des différents points s'exprimaient à tour de rôle sur le travail fait depuis la réunion précédente.

Voici le schéma type de l'organisation d'une réunion projet (cf. Figure 68).

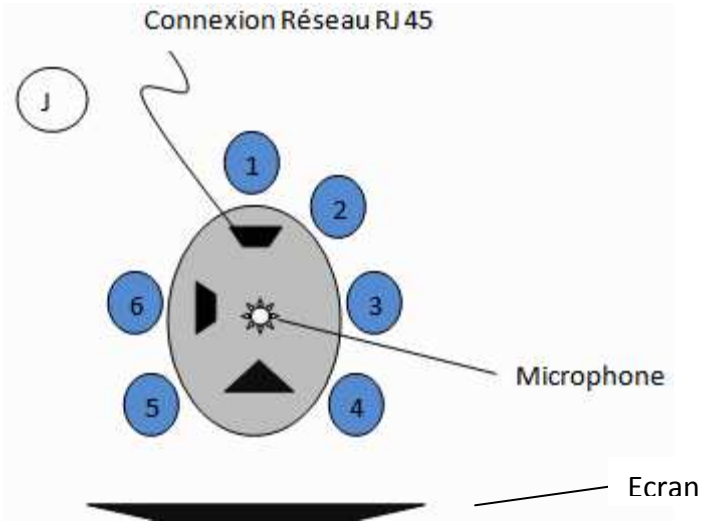

FIGURE 68. SCHEMA DE L'ORGANISATION DES ACTEURS EN REUNION DE PROJET

Voici un exemple des acteurs en présence pour une réunion projet :

1. Chef de projet : affiche les documents à étudier (représentation 3D, photo, etc.)
2. Responsable automatisme
3. Responsable BE
4. Responsable chantier
5. Concepteur du BE
6. Responsable du département Réalisations : fait le compte rendu de réunion.

J. L'observateur.

Nous présentons à présent notre méthodologie d'observation de l'activité informelle.

1.3.2 DISPOSITIF DE RECUEIL DE DONNEES DES MOMENTS INFORMELS

Le recueil de l'activité informelle reposait en grande partie sur la méthode de l'observation participante que nous avons présentée dans le chapitre méthodologique. Cette méthode a pour objectif d'insérer l'analyste en tant qu'acteur dans l'entreprise afin de lui permettre d'accéder à une compréhension intégrale de l'activité. L'entreprise ne disposant pas de service de R&D, je me suis intégré au département QHSE (Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement) de GPI récemment créé. Même si, de par sa taille autorisant une plus grande souplesse et une plus grande dynamique, l'organisation de GPI ne semble pas être comparable à celle de grandes entreprises industrielles, le département QHSE s'applique à mettre en place des procédures visant à optimiser et structurer ses processus internes et externes. Outre les objectifs premiers cherchant à assurer un meilleur suivi des ressources matérielles et humaines, le département QHSE cherche à conformer GPI aux règles de sécurité et d'hygiène que prévoient les organismes UIC et MASE. L'objectif est d'obtenir un label qualité afin d'assurer aux clients et futurs clients la qualité des installations fabriquées. Les systèmes MASE et UIC ont aujourd'hui fusionné en définissant des règles communes s'adressant à tous les secteurs industriels sans distinction d'activité. Le nouveau système doit aider les entreprises à mettre en place un système de management de la sécurité et offrir ainsi une meilleure protection aux employés. Pour se conformer aux prescriptions

UIC/MASE, GPI s'est appuyée sur l'aide d'un consultant externe, expert en certification qualité dans l'industrie. L'approche adoptée est basée sur l'approche « processus » décrite dans la norme ISO 9001. Il s'agit pour l'entreprise de caractériser l'ensemble des processus en décrivant les flux entrant et sortant, ainsi que les disfonctionnements possibles dans chacun de ses départements. Tous les acteurs sont réunis par département et interrogés sur les tâches qu'ils réalisent et sur d'éventuels disfonctionnements identifiés. La coopération entre les différents acteurs d'un même département, et entre ceux de plusieurs départements permet à l'ensemble de l'équipe de construire un plan d'action des mesures à mettre en place pour réduire les disfonctionnements et optimiser certains processus internes. Le plan décrit, pour chaque action, une personne responsable, le temps qui lui est imparti et la date à laquelle l'action devra être réalisée. Le récapitulatif de la démarche processus se trouve en annexe (cf. Annexe 8).

Mon travail au sein de ce département QHSE m'a donné une vue transversale sur toutes les activités de GPI et sur les liens qu'entretiennent les différents acteurs entre eux. Il faut également noter que le travail d'analyse que j'ai mené a été accompagné par le responsable Etudes et Réalisations. Celui-ci m'a fourni une grande aide en m'expliquant le fonctionnement de l'entreprise et en me donnant sa vision sur l'activité de l'entreprise.

En résumé, concernant le cadre de notre dispositif expérimental, nous avons choisi un dispositif de capture d'activité pour étudier l'activité formelle qui se déroule en réunion, et mon observation participante à la formalisation des processus m'a donné une légitimité dans l'entreprise pour observer des activités informelles de conception que nous décrivons ultérieurement. Ces deux dispositifs d'analyse m'ont permis de recueillir les données que je présente ci-après.

2 ANALYSE DE L'ACTIVITE DE CONCEPTION DE GPI

Nous avons présenté ci-dessus les dispositifs mis en place pour capturer l'activité formelle et l'activité informelle. Nous exposons à présent les données recueillies et l'analyse que nous en avons faites. Notre attention s'est focalisée sur :

- les objets intermédiaires,
- les acteurs de l'activité,
- les espaces de l'activité,
- les temps de l'activité.

Nous décrivons ces données ci-après.

2.1 LES OBJETS INTERMEDIAIRES

Nous appelons objets intermédiaires l'ensemble des documents que les concepteurs sont amenés à manipuler et qui servent de média au cours de la conception. Cela comprend :

- les principaux documents de conception
- les comptes rendus de réunions
- les documents sur le serveur

Voici ci-après la description de ces données.

2.1.1 PRINCIPAUX DOCUMENTS DE CONCEPTION

Le schéma de principe ou d'implantation, ou PID pour *Process Industrial Design* (cf. Annexe 9 et 10), est une représentation en deux dimensions sur papier de l'élément à concevoir. Il schématise l'ensemble des pièces constituantes, leur place dans le système et les interactions techniques qu'elles exercent les unes sur les autres. Il a cette particularité qu'il est compréhensible par tous les acteurs de la conception et par le client lui-même. Il est aujourd'hui le document central de conception et sert donc naturellement de support aux discussions entourant les décisions techniques. Il est utilisé et remanié tout au long de la phase d'analyse et de définition de la solution. Le schéma de principe est accompagné du dossier d'études qui contient la définition complète et détaillée de la solution et des sous-solutions déployées dans chacun des domaines de l'automatisme, de la tuyauterie et des process, avec les équipements nécessaires, les modèles des composants sélectionnés avec leurs fonctions et leurs propriétés, ainsi qu'une analyse des risques et des performances attendues de la solution. Le schéma de principe et le dossier d'étude sont les deux documents dont GPI se sert pour chiffrer une solution et répondre à un appel d'offre. Le PID est très souvent imprimé et utilisé pour dessiner à la main les évolutions de la solution. Les évolutions donnent alors lieu à une nouvelle version numérisée par un dessinateur qui modélise en 3D la solution grâce à un logiciel de CAO orienté « installation générale » appelé MicroStation™.

Le classeur d'affaire est consulté et enrichi durant toute la durée de l'affaire. Il contient l'ensemble des documents relatifs au projet tels que les certifications, le cahier des charges fonctionnel, la réponse d'offre, etc. Un classeur d'affaire existe en version numérique et en version papier, les deux versions devant être similaires. Une fois une affaire terminée, un classeur peut être consulté de nouveau si des travaux complémentaires ou des réparations sont nécessaires.

Les comptes rendus étant l'un des points d'entrée et d'action selon le responsable Etudes et Réalisations, nous avons effectué un travail plus approfondi sur ce document. Nous le présentons dans la section ci-après.

2.1.2 LES COMPTES RENDUS DE REUNIONS

Les comptes rendus sont élaborés au cours des réunions. Ils se trouvent sur le serveur et sont accessibles par tous à tout moment. Voici la trame sur laquelle ils sont construits (cf. Figure 69).

OBJET: Réunion de service				
DATE : 2008/03/10		LIEU : Salle de reunion		
PARTICIPANTS : LM, GR, PS, CL, PB, DF, CS, CP				
Sujet	**Objet**	**Qui**	**Quand**	**Fait**
Général	Lundi de Pentecôte : 12 mai : non férié			
Qualité	Présentation du modèle Qualité			
Sécurité	UIC – toutes les fiches de fonction sont faites, en validation auprès de DF. Elles seront signées par chaque employé(e). Objectif: accréditation Printemps 2008	GR	02-03 /08	
Affaire				
69-003	***BIC : PM43A*** PID ok, Etude : reste tuyauterie, Matos définis, ventilation en cours Consultation lot ventilation : AIRCF le 04/03/08 Etude Events cuves enterrées N propanol à lancer	PB CS/CL	ASAP ASAP	
Devis				
07-066	*Robot désiré 120 containers Giv Suisse* En attente cde client			
Commerce				
	Prospect en cours …			

FIGURE 69. TRAME D'UN COMPTE RENDU DE REUNION TECHNIQUE

La trame précédente montre que les comptes rendus sont structurés en deux parties. La première partie est le chapeau. La seconde partie est découpée en sous-parties dédiées aux actions à mener à propos du fonctionnement général de l'entreprise (général), du système qualité (qualité et sécurité), des affaires en cours, des devis en cours et du plan d'actions commercial. Pour chaque action une personne est désignée comme responsable. Réalisés avec Microsoft Word ce document se présente sous la forme d'un tableau dans lequel, une ligne est rajoutée chaque fois qu'une action supplémentaire est inscrite. Le CR est mis à jour ligne par ligne par un seul acteur le manipulant et consultant à chaque fois le responsable de l'action pour connaître son avancement. Le CR est mis à la disposition de tous sur le serveur. La date de sa réalisation est inscrite dans son nom et permet alors de le classer et de le retrouver rapidement dans le dossier contenant l'ensemble des CR.

2.1.3 LES DOCUMENTS PARTAGES

L'ensemble des données organisatrices, techniques ou administratives de GPI sont présentes sur le serveur. Ayant uniquement accès aux fichiers techniques, je pouvais ainsi consulter les plans d'implantations des solutions techniques développées, les modèles CAO, les comptes rendus des réunions de service, l'appel d'offre du projet, les fiches détaillant le matériel

utilisé etc. En tant qu'acteur du service qualité, j'avais également accès à tous les documents qualité de GPI comprenant les formulaires de la démarche processus, les fiches de commandes, les fiches d'interventions, les plans d'action, etc. Pour des raisons de confidentialité évidentes, les documents d'ordre comptable ou commercial (base de données client, chiffrage des solutions, etc.) étaient inaccessibles. Ces documents ne comportant pas de données techniques nous n'avons ressenti à aucun moment le besoin de les consulter. L'organisation des documents sur le serveur est faite par dossiers et se présente telle quelle (cf. Figure 70).

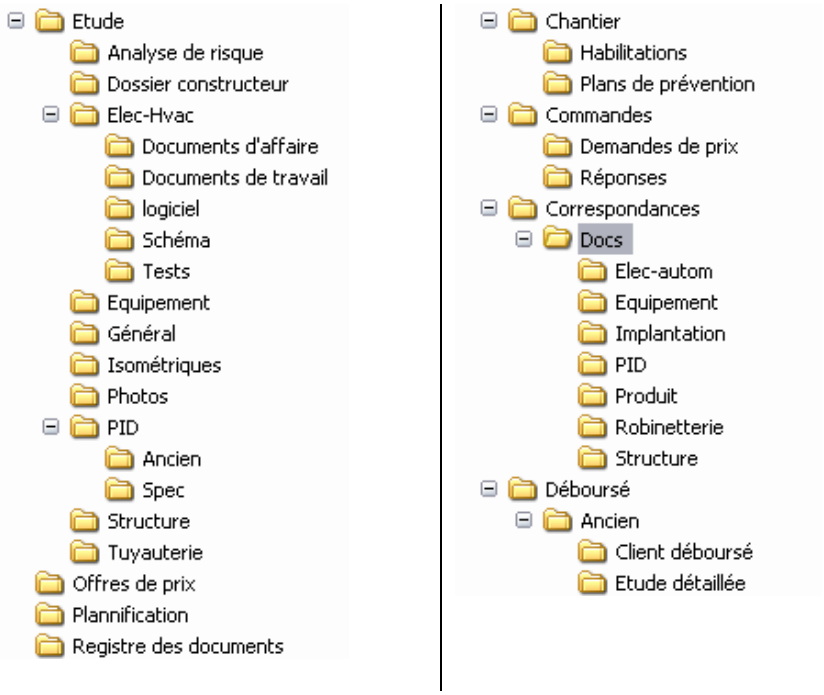

FIGURE 70. ARBORESCENCE DES FICHIERS SUR LE SERVEUR PARTAGE POUR CHAQUE PROJET

Cette architecture a été élaborée en commun avec tous les acteurs de l'entreprise lors des réunions « qualité ». Chacun a pu présenter ses exigences sur la façon dont il désirait que l'information soit structurée dans le dossier de son département. Cette structure est copiée-collée dans un répertoire projet à chaque commencement d'un nouveau projet. L'arborescence des répertoires est calquée sur le sommaire du classeur d'affaires et sert uniquement en fonction des besoins pendant le déroulement d'un projet. Nous remarquons qu'à aucun moment un employé ne se demande comment organiser ces données pour les partager ou les récupérer dans le futur. On constate également que les données sont classées d'abord par projet, puis par ce qui pourrait être les différentes phases du projet (Analyse de risque, Offre de prix, Commandes, Chantier, etc.), et enfin par domaines d'application (Elec-autom, PID, Equipement, Robinetterie, etc.). Cette arborescence de dossiers marque une frontière virtuelle importante entre les diverses connaissances construites dans chaque projet. L'indexation projet prime sur l'indexation des domaines d'application et toute connaissance utilisée et nécessairement attachée à un projet. Cette organisation des données, qui témoigne d'une organisation projet évidente, attire notre attention sur le système d'indexation des documents. Nous désirons étudier si cette frontière n'est pas brisée grâce au code d'indexation.

Tous les documents produits ou utilisés dans un projet (à part les croquis qui peuvent être dessinés sur papier) sont indexés sur le serveur de données suivant un code très précis. Nous présentons ci-après le système d'indexation à partir de document qualité de l'entreprise (cf. Figure 71).

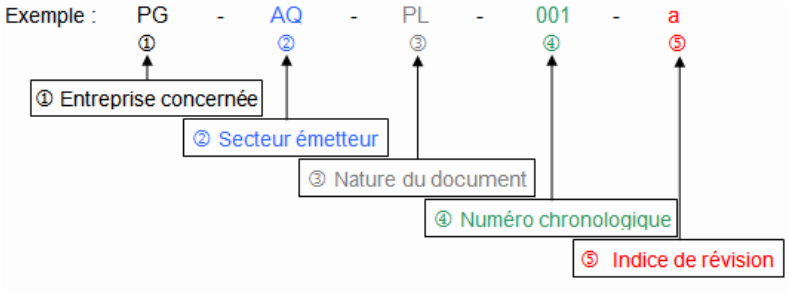

FIGURE 71. SCHEMA DU SYSTEME D'INDEXATION DES DOCUMENTS

La figure précédente présente le code à appliquer lorsqu'il faut nommer un document qui vient d'être créé. Un document est classé suivant l'entreprise qu'il concerne (GPI, Pharmacos, GPI et Pharmacos), le secteur émetteur (Administratif et Comptabilité, Achat et logistique, Assurance Qualité, Automatisme, etc.), sa nature (Cahier des charges, Documents projets, Devis, Fiches de commandes, etc.), son numéro chronologique (trois chiffres allant de 001 à 999 par ordre chronologique pour le numéro du document par rapport à la nature du document) et un indice de révision (Une lettre incrémentée à chaque modification ou révision du document).

Synthèse et analyse des documents de la conception

Les comptes rendus représentant des plans d'action. Ils ne sont consultés par les acteurs que pour venir y chercher les consignes de ce qu'ils ont à réaliser pour les jours à venir. Ceux-ci prennent note des tâches qui leurs ont été attribuées puis n'y reviennent plus. Un point très important apparait ici : **Ces comptes rendus contiennent les décisions sur l'ensemble des actions à mener pour le projet. On constate que ni les alternatives, ni les choix et ni les justifications des choix relatifs au produit ne sont écrits.** Le CR est alors plus une trace des décisions prises sur les tâches à mener dans le projet qu'une trace des décisions prises sur le produit. Le point de vue selon lequel les comptes rendus de réunions sont centraux pour capitaliser l'information sur le produit est donc remis en question. Ceci est d'autant plus vrai si l'on veut conserver les raisons des prises de décisions.

L'organisation des informations par projets implique une segmentation de l'information non par relation sémantique, ce qui permettrait de l'intégrer dans le savoir général de l'entreprise, mais par une simple donnée contextuelle organisatrice : le projet. Cela pose alors le problème d'une mise à disposition transversale des résultats concernant un produit à tous les acteurs de l'entreprise. Cependant, les actions à mener dans les différents projets étant contenues dans les comptes rendus présentent pour leur part une diffusion plus large. Ainsi, les informations relatives à la dimension processus, représentées par les actions à mener, affichent une diffusion bien plus large que les informations de la dimension produit qui souffrent d'une organisation relative au projet.

Nous constatons que dans la codification usitée, le numéro de projet ne figure pas du tout. Il semble qu'un tel indexage pourrait permettre d'assouplir l'architecture rigide par projet. On constate néanmoins que même si la nature du document ainsi que le secteur émetteur sont présentés, aucun code ne fait référence à un produit. On imagine qu'une recherche par secteur serait possible mais la recherche des informations relatives à un produit resterait difficile.

L'observation de l'architecture du serveur et de la codification des documents nous a permis également de constater que parmi, les quatre fonctions que Grundstein (2000a) considère comme nécessaires pour élaborer un bon système de gestion des connaissances (cf. Chap. 4, 1.4), une seule est remplie. Il s'agit de la fonction Préserver, opérée par le simple fait de sauvegarder les informations sur un disque dur. Les fonctions Repérer, Valoriser et Actualiser ne sont par contre pas exprimées par un système tel que celui qu'utilise GPI aujourd'hui.

Une fois les objets manipulés analysés, nous nous sommes demandé qui les utilisaient. Voici ci-après une analyse du rôle des acteurs de GPI.

2.2 L'ORGANISATION DES ACTEURS DE LA CONCEPTION

Le diagramme de l'organisation de l'entreprise GPI est présenté dans la figure suivante (cf. Figure 72).

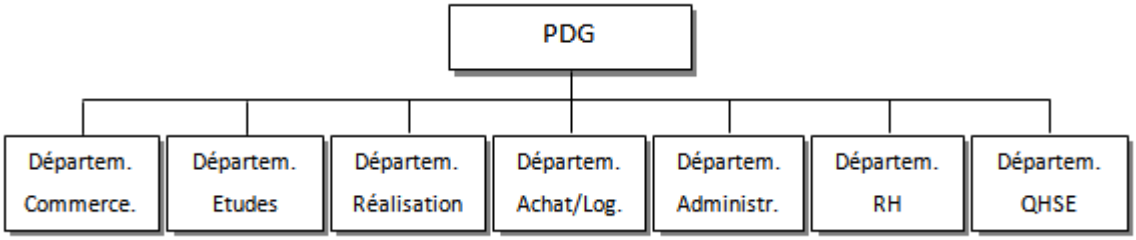

FIGURE 72. DIAGRAMME DES DEPARTEMENTS DE GPI

Chacun des départements compte en moyenne quatre personnes. Certains des acteurs interviennent dans plusieurs départements à la fois. Ce diagramme permet de voir que l'organisation hiérarchique de GPI se veut ostensiblement horizontale. Il n'y a pas de niveaux hiérarchiques attribuant aux différents acteurs plusieurs niveaux d'autorité. Tous les employés sont répartis autour du PDG qui est le seul à diriger ses employés de manière affirmée.

Notre contact dans l'entreprise était une personne très influente au sein de GPI. Elle travaille principalement dans les départements Etudes et Réalisations et peut être amenée à diriger certaines actions du département QHSE. Sa fonction de manager lui confère une certaine autorité sur les autres employés.

Synthèse et analyse du rôle et du profil des acteurs

Les employés de GPI, sont polyvalents et entretiennent de très étroites collaborations dans de multiples projets conduits simultanément. Ainsi, tout le monde sait constamment qui

travaille sur quelle tâche de quel projet. Nous avons constaté que cette organisation horizontale avait l'avantage de faciliter la communication dans l'entreprise. Nous verrons que cette organisation favorisant l'informel est en partie responsable de la perte d'une partie du savoir de l'entreprise.

Nous avons présenté les acteurs et exposons à présent notre analyse de l'organisation spatiale de GPI.

2.3 L'ORGANISATION SPATIALE DE GPI

Le schéma suivant présente l'emplacement des différents bureaux au moment de la période d'observation (cf. Figure 73.).

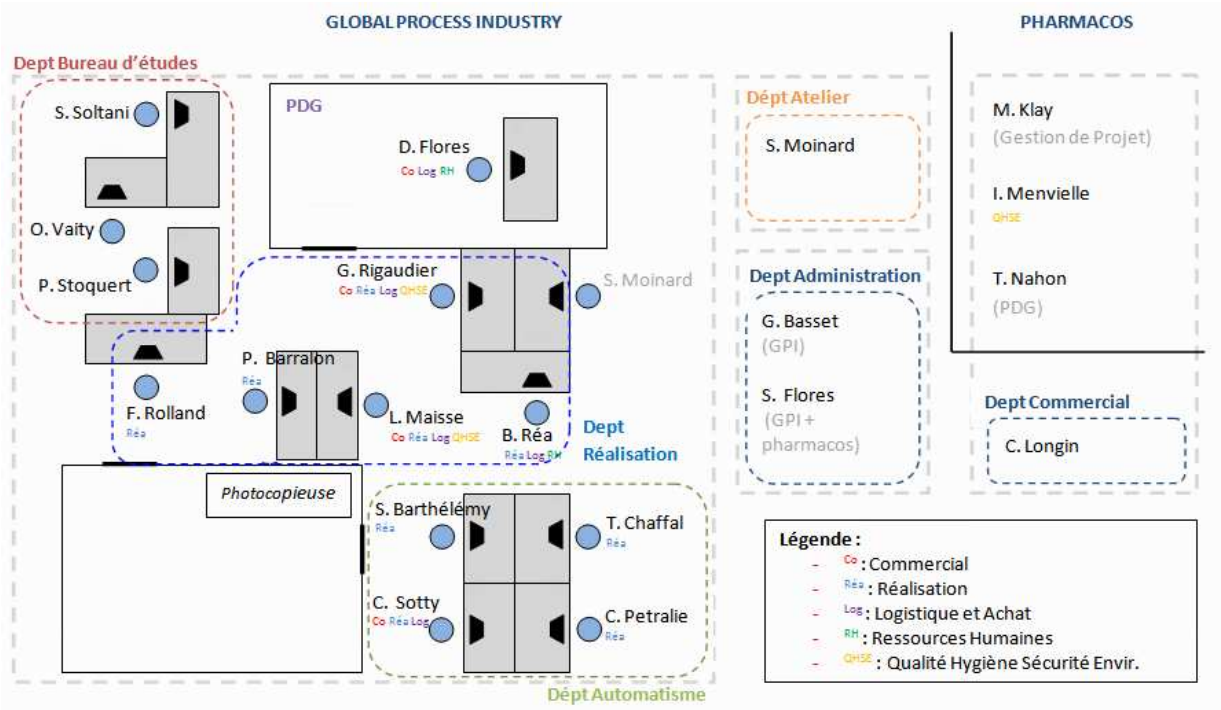

FIGURE 73. SCHEMA DE L'ORGANISATION SPATIALE DES DEPARTEMENTS DE GPI

Cette présentation en deux dimensions de l'organisation de l'espace de travail chez GPI est celle qui était en place lors de la période du stage d'observation. Le département Pharmacos était situé à l'étage supérieur et l'atelier se trouvait dans un hangar contigu aux bureaux. Peu de temps avant la fin du stage, GPI a procédé à un déménagement devant lui permettre d'accéder à un espace plus grand. La nouvelle organisation comme l'ancienne vise à mettre les acteurs de l'ingénierie en présence dans un environnement dit en *open space*[42].

Synthèse et analyse de l'espace de la conception

Nous avons constaté que l'organisation en *open space* chez GPI favorisait la communication orale et autorisait un grand dynamisme dans les échanges verbaux. Chaque acteur a une vue complète de l'activité du collectif et peut organiser son activité personnelle en fonction de

[42] Anglicisme pour désigner l'organisation d'un espace dans lequel plusieurs personnes travaillent.

celle du collectif. Il sait qui est absent ou présent, occupé ou disponible, et il peut alors choisir à qui s'adresser. Le besoin d'un renseignement se résume alors à une interpellation, une question et une réponse. Aucun déplacement, ni aucun outil ne sont nécessaires et l'échange s'opère alors quasiment instantanément. De la même façon, si deux concepteurs se mettent à discuter ensemble, un employé voulant prendre part à la discussion pourra cesser ce qu'il fait pour venir s'immiscer dans la conversation. Les discussions pouvant être d'ordre technique, organisationnel ou bien simplement relationnel, il s'opère ainsi une synchronisation continue sur ces trois dimensions. L'organisation en *open space* favorise les moments de rencontres et de discussion entre les acteurs et, à travers une confrontation continue des idées, autorise une synchronisation organisationnelle, technique et sociale. Cependant, cet aspect qui semble de prime abord bénéfique au développement du travail collectif pose des questions. En effet, si les concepteurs interagissent si facilement et si librement, qu'en est-il du suivi du processus argumentatif de la conception ? Comment se souvenir des raisons qui ont motivé une décision ? Comment retenir le fruit d'une discussion effectuée sur un coin de table ? Ainsi, nous pensons que, chez GPI, l'organisation *open space* autorise une grande souplesse et un grand dynamisme des échanges, ce qui est favorable au développement d'un travail collectif de qualité, cependant cette organisation est également responsable de la création de connaissances non formalisées et engendre indirectement une perte de connaissances construites par l'entreprise.

Au terme de cette brève analyse, nous pouvons formuler une première hypothèse : une telle organisation spatiale en *open space*, ainsi que l'organisation hiérarchique horizontale représentent un terrain propice à la création de connaissances non formalisées et peuvent aboutir à de la perte de connaissances dans la mesure où elles ne sont pas formalisées pour être conservées, un outil dédié à la conservation d'informations sur le produit semble alors représenter une première réponse au besoin de capitalisation de connaissances de GPI.

Nous proposons à présent d'analyser les moments de conception.

2.3.1 LES TEMPS DE L'ACTIVITE DE CONCEPTION

Nous avons étudié les moments de conception sous deux aspects :

- un aspect macroscopique consistant à étudier la gestion du temps sur un projet,
- un aspect microscopique consistant à dresser une typologie des types de réunions.

2.3.1.1 DEROULEMENT TEMPOREL D'UN PROJET

Trois entretiens successifs réalisés respectivement avec un responsable automatisme, un responsable administratif et un responsable process ont permis d'élaboré une représentation du déroulement temporel d'un projet (cf. Figure 74).

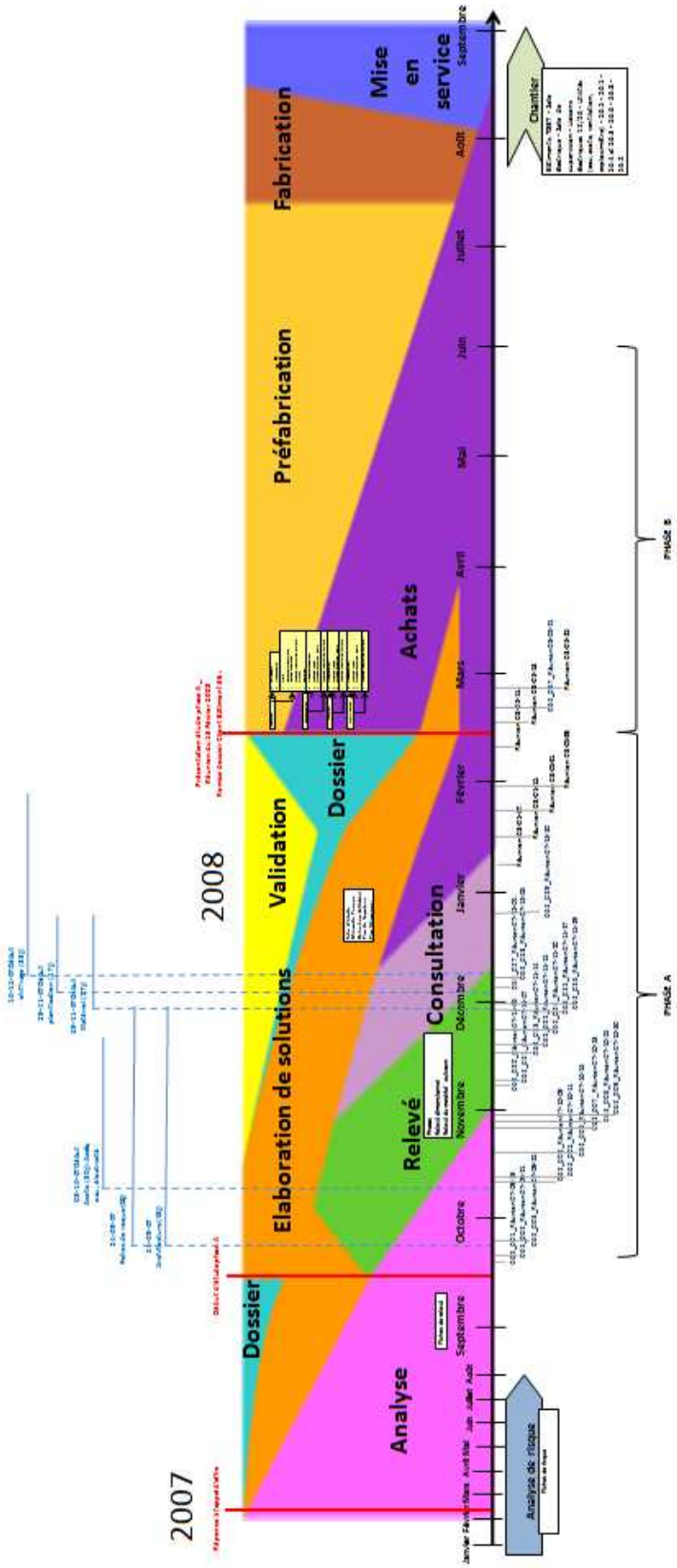

FIGURE 74. DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE D'UN PROJET

Ce schéma renvoie au déroulement d'un projet ciblé, le projet « Givaudan ». Le planning projet a permis d'identifier des phases sur lesquelles les différents responsables consultés ont mis des noms. Le dernier responsable consulté est aussi la personne qui a la vision la plus complète du déroulement du projet, c'est son point de vue qui a donc permis de conclure sur cette représentation. Ce schéma donne une idée de la nature des activités déployées par GPI au cours du déroulement d'un projet. L'axe vertical représente le pourcentage de chaque activité sur l'activité totale. L'axe horizontal est le temps. Les moments indiqués par des traits verticaux noirs et bleus sont les réunions qui ont parsemé la première phase du projet. Les moments marqués d'un trait rouge représentent les jalons du projet. Le premier représente le lancement de l'élaboration de la réponse à l'appel d'offre. A ce stade GPI se trouve en concurrence avec d'autres entreprises et cherche à obtenir le contrat pour la réalisation de l'installation complète. Il s'agit de présenter les bases de la solution que l'entreprise concevra si le projet lui est confié. Le second jalon constitue le démarrage de l'étude. L'entreprise en charge du projet travaille alors à la conception d'une solution respectant les critères de sécurité et de qualité qui sera fabricable et intégrable aux autres installations déjà en place chez le client. Le 3è jalon marque le démarrage de la fabrication. Cette représentation a été élaborée peu de temps après le lancement de la phase B ce qui explique pourquoi les réunions ne sont plus indiquées après le 3è trait rouge. Elle a été élaborée à partir des premiers travaux de conception d'un projet de restructuration d'une installation de l'entreprise Givaudan. Bien sûr, il s'agit d'un exemple de processus, tous les projets ne suivent pas ce déroulement exactement.

L'activité d'analyse marquée en rose représente l'activité d'analyse du besoin. Elle occupe la totalité des ressources du projet à son commencement puis va en diminuant alors que la solution est élaborée. L'espace marqué « Dossier » symbolise le pourcentage d'activité assignée au dossier de la réponse d'offre, puis au dossier technique de l'étude au cours du temps. L'activité « Relevé » concerne les mesures prises sur sites afin de concevoir l'installation. La période « Consultation » désigne le moment durant lequel les fournisseurs des pièces physiques sont consultés. La période « Elaboration » de la solution symbolise le moment pendant lequel la solution conceptuelle est élaborée. On constate que certains feedback sont possibles pendant les premiers temps de préfabrication mais qu'ensuite la solution n'évolue plus. Le vocabulaire pour dénommer les phases de fabrication et d'installation est inadapté mais nous le conserverons car c'est celui employé par GPI. La « Préfabrication » représente les moments de fabrication de la solution en atelier. La « Fabrication », elle, désigne la période de l'installation sur site. La fabrication a lieu le plus souvent au mois d'août car elle peut nécessiter une interruption d'activité pour l'usine cliente. On constate que l'élaboration de la solution démarre au tout début du processus, en parallèle avec l'analyse du besoin, et qu'elle s'étend jusqu'aux stades de fabrication. On constate également qu'à aucun moment le problème est explicité. Il est implicitement présent dans les phases d'analyse de début de projet. On note alors une relative coévolution du problème avec la solution. Elle est remarquable par le fait que lorsque l'activité d'analyse diminue, l'activité d'élaboration de la solution grandit.

La vision de la conception que nous donnent les trois responsables de GPI est centrée sur le processus et le projet mais pas sur le produit. Elle présente l'articulation des activités qui s'enchainent dans un projet. A aucun moment il n'est fait référence directement ni au produit, ni aux connaissances qui y sont rattachées.

Sur le schéma, nous voyons que le déroulement du projet est parsemé d'un ensemble de réunions dont la fréquence peut aller jusqu'à plusieurs par deux ou trois par semaines. Il nous a semblé intéressant de comprendre quelle était la nature de ces moments de coopération. Nous avons pour cela cherché à comprendre si toutes les réunions avaient le même rôle au cours du développement d'un projet et dans l'activité quotidienne de GPI. Voici ci-après une typologie de réunions que nous avons élaborée.

2.3.2 TYPOLOGIE DE REUNIONS

En reprenant les documents qualité recensant les diverses réunions dans chaque processus et grâce à mes observations, nous avons pu établir une typologie de réunions. Cette typologie devait nous permettre dans un premier temps d'établir le type de réunion dans lequel de l'information « technique » était véritablement créée et manipulée par GPI.

J'ai participé à plusieurs des réunions. J'ai observé et capturé l'activité de trois réunions projets pour lesquelles j'ai à chaque fois constitué un corpus contenant : le compte rendu de réunion, les objets intermédiaires traités (photo), un enregistrement audio, les croquis réalisés pendant la réunion, les prises de notes de l'observateur. J'ai également assisté aux réunions de service et à l'ensemble des réunions qualité mais sans autorisation de réaliser des enregistrements. La participation à ces réunions m'a permis de mieux cerner leur nature, et notamment de comprendre quels étaient leurs objectifs respectifs.

Le tableau suivant présente une typologie de réunions et les caractéristiques pour chacune d'elle (cf. Tableau 7).

TABLEAU 7 : TABLEAU DE CARACTERISATION DES REUNIONS DE GPI

Type de réunion	Formel	Compte Rendu	Client	Fréquence	Durée	Documents	Description
Réunion de revue de conception	Oui	fiche de revue	Oui	1 seule à la fin de l'étude	2h	Dossier constructeur classeur d'affaire	Vérifie que l'étude a permis de répondre au cahier des charges
Réunion technique (ou réunion de service)	Oui	Oui	Non	Hebdom.	3h	CR précédent	les chefs de départements font le point sur l'avancement des affaires, devis, la sécurité, la qualité, etc.
Réunion projet	Oui	Oui	Non	Tout au lg du projet Fréquence ?	1h	Planning, photos CR	Suivi du projet en termes d'actions réalisées et à mener.
Réunion Chantier	Oui	Non	Non	Avant le Chantier	2h	Planning général	Discussion autour des ressources matérielles et humaine à prévoir pour mener le chantier
Réunion Qualité	Oui	Non	Non	1/15 jours	3h	Document de référence processus	Mise en place du système qualité. Les employés donne leur ressenti et font des suggestions pour le système QHSE.
Regroupements et discussions informels	Non	Non	Non	Constamment	5min à 1h	PID, plan 2D, maquette 3D	Discussion informelle sur un coin de table pour concevoir une solution.
Réunion d'offre	Oui	Non	Oui	après acceptat. du devis	2h	Présent. ppt, classeur d'affaire	Discussion avec le client de l'offre qui est proposée
Réunion de phasage	Oui	Non	Non	1 ou 2 fois par projet	1h	Le phasage	Synchroniser l'équipe sur les tâches à mener, rédaction du phasage

La première colonne de ce tableau contient les différents types de réunion identifiés. La seconde, la troisième et la quatrième colonne indiquent respectivement si le cadre de la réunion est considéré comme formel, si elle donne lieu à un compte rendu et si le client y participe. Nous considérons qu'une réunion est formelle lorsqu'elle est planifiée à l'avance, qu'elle se déroule dans un lieu dédié (la salle de réunion) et qu'une instance hiérarchique (le chef de projet le plus souvent) l'anime et prend note des décisions prises dans un document

(type compte rendu, planning projet, planning phasage, etc.). La cinquième et la sixième colonne décrivent la fréquence et la longueur des réunions. La septième colonne contient les documents manipulés lors de leur déroulement. La huitième colonne expose un bref descriptif de l'objectif des réunions.

Synthèse sur l'organisation spatiale et temporelle de l'activité de conception de GPI

Il apparaît que toutes les réunions n'ont pas le même objectif. L'information technique que nous cherchons à cerner est répartie de différentes manières dans ces réunions.

Lorsque plusieurs personnes doivent être mises en présence, notamment pour faire le point sur l'avancement de projet, des réunions projets sont organisées. Le chef de projet vérifie que le projet suit son cours et présente la suite de ce qui va être fait. Les différents acteurs en présence profitent de ces moments pour exprimer leurs problèmes et c'est à ces instants précis que se développe une certaine activité de conception ou les concepteurs essaient de profiter de l'expérience des autres. Il n'y a cependant pas de réelle activité de conception, aucun calcul, plan donnant lieu à des modifications n'est réalisé pendant ces moments. Il peut y avoir de rapides croquis mais qui servent uniquement la prise de décision. Ces moments donnent surtout lieu à des activités de management et d'organisation relatives au projet et non à l'entreprise comme c'est le cas durant les réunions de service. Nous constatons, en fait, qu'une grande partie des solutions établies sont discutées lors de regroupements informels. Les autres réunions servent principalement l'activité de planification nécessaire à la gestion de projet.

2.3.3 BILAN DE L'ANALYSE GENERALE

L'étude des comptes rendus a montré qu'ils contiennent plus une « séquence d'actions » à mener qu'une « explication des solutions techniques retenues et des décisions prises ». Ainsi, les comptes rendus, tels qu'ils existent actuellement, n'apparaissent pas comme une piste solide pour chercher à capitaliser les connaissances techniques de GPI. Nous avons cependant montré que l'information technique était présente lors des réunions de projet, des réunions de revue de conception, et particulièrement lors des regroupements informels.

Nous pouvons faire certaines hypothèses pour expliquer cela :

- Tout d'abord GPI est une entreprise petite, jeune et dynamique qui cherche à répondre à un maximum d'appels d'offres pour se développer et gagner en expérience et en robustesse. Les rencontres sur « coin de table » sont parfaitement adaptées à ce dynamisme.
- GPI propose ses services dans une large gamme de domaines : automatisme, électricité, tuyauterie etc. son activité est donc répartie entre de nombreux projets mais aussi sur différents domaines. Cela aboutit à une organisation dans laquelle les acteurs sont très responsabilisés et même s'ils ne travaillent pas seuls ils travaillent en nombre réduit (deux ou trois personnes par département) ; ils n'ont donc pas besoin de réelles réunions formelles pour se rencontrer et échanger.

- L'organisation du personnel horizontale et le travail en *open space* sont, d'après nous, des facteurs favorisant très largement la communication informelle.
- La politique de l'entreprise attache beaucoup d'importance à la bonne ambiance générale et à la convivialité dans le travail, les échanges oraux et spontanés sont donc également favorisés (très peu de mails circulent entre les différents acteurs de l'entreprise, tout passe par le téléphone ou par des déplacements)

Ainsi l'activité collaborative de conception se passe majoritairement « sur des coins de table », l'échange fonctionne entre acteurs qui se rappellent des solutions locales antérieures.

Les réunions qualité ont permis de déceler qu'à aucun moment, la question de la capitalisation des informations n'était abordée lors des sujets traitant de l'organisation des documents sur le serveur. Notre analyse a également mis en avant une organisation de l'information relativement compartimentée, puisque classée par projet. Il devient alors difficile de venir la consulter dès lors qu'on change de projet. En effet, réutiliser une solution déjà développées nécessite l'adaptation du nouveau contexte à l'ancien, ce qui demande un effort très important. C'est précisément l'effort de recherche sur le serveur et de réadaptation de solution qui décourage les concepteurs d'aller consulter les fichiers sur le serveur. Il semble important de réussir à dissocier l'information produit du reste de l'information relative à un projet.

Nous avons montré que parmi les quatre fonctions que Grundstein (2000a) propose pour diriger efficacement un système de gestion de la connaissance, seule la fonction Préserver est assurée. Les fonctions Valoriser, Repérer et Actualiser restent étrangères au système d'information tel qu'il demeure aujourd'hui.

Pour résumer, si nous devons donc mettre en place un outil d'assistance à la capitalisation des connaissances, cet outil devra permettre de :

- puiser la connaissance dans l'activité informelle,
- rendre la connaissance transversale aux projets en la dissociant du reste des connaissances organisationnelles, administratives ou autres.
- viser de la connaissance qui a trait aux produits et qui concerne les composants susceptibles d'être réutilisés dans l'élaboration de solutions futures.
- remplir les fonctions de gestion de la connaissance identifiées par Grundstein (2000a) que le système actuel ne remplit pas, à savoir les fonctions Repérer, Valoriser et Actualiser (la « valorisation » étant intrinsèquement comprise dans les objectifs d'un outil de capitalisation de connaissances).

Nous venons de présenter l'analyse que nous avons faite de l'activité de conception de GPI. Nous présentons à présent les actions prescriptives que nous avons cherché à mettre en place.

2.4 NOTRE ACTION PRESCRIPTIVE

L'analyse des comptes rendus a montré qu'ils présentaient une structure permettant de conserver des informations sur le projet mais peu d'information technique. C'est pourtant cet aspect qui intéresse GPI. GPI vend de l'ingénierie et la connaissance technique représente le produit de son activité. Il est primordiale de cherche à capitaliser cette connaissance technique élaborée tout au long des divers projets menés. Dans le contexte actuel, l'information technique susceptible d'être réutilisée est noyée dans le reste des informations contextuelles relatives au projet. L'information est rangée par service et par projet et se retrouve archivée en même temps que le projet. Elle n'a pas de statut indépendant du projet qui pourrait lui donner une propriété de réutilisabilité. Lorsqu'on demande aux employés comment ils utilisent les informations de projets antérieurs, ils nous répondent qu'ils ne prennent que très rarement le temps de venir consulter les anciens projets. Même les comptes rendus ne sont utilisés qu'une fois, et cela d'une semaine sur l'autre. Parmi les fonctions définies par Grundstein (2000a), seule la fonction de préservation est assurée grâce au serveur et au système d'indexation mise en place par GPI. Pour nous, il s'agit alors de proposer un outil permettant d'appliquer les fonctions Repérer, Préserver, Actualiser et Valoriser, aux connaissances techniques de GPI. Nous avons montré que la connaissance technique était principalement élaborée lors de regroupements informels. Comment alors extraire la connaissance technique de ces moments d'activité ? Comment repérer précisément celle qu'il faut conserver, comment la diffuser et permettre son évolution et sa mise à jour ?

Notre premier réflexe face à cette problématique a été d'utiliser des outils conçus dans le cadre du *Design Rationale*. Ces outils ont l'objectif de rationaliser la conception en conservant notamment les raisons des choix techniques. Nous avons donc cherché à utiliser l'application open source COMPENDIUM développé par la *Open University* du Royaume Uni.

2.4.1 PREMIERE ACTION PRESCRIPTIVE : COMPENDIUM

Compendium permet de conserver la trace des décisions prises, que cela soit à propos de solutions développées ou de solutions écartées, associées aux raisons de ces choix. Il représente l'information en arborescence et s'appuie sur la typologie IBIS (cf. Chap. 2, 2.3.1) pour articuler les feuilles et les nœuds de l'arbre, en termes de :

- **Question** : pour obtenir une information sur un sujet du domaine étudié ou pour introduire une question ou un problème dans un domaine particulier.
- **Idée** : pour produire une réponse possible ou une alternative à une question.
- **Liste** : pour créer une liste triable de nœuds, ou placer les résultats d'une recherche, pour créer une liste de nœuds qui n'ont pas besoin d'être reliés,
- **Carte** : pour créer une image de relation entre idées, pour grouper des questions et idées dans un ensemble cohérent, pour créer des liens associatifs entre les nœuds,
- **Argument pour** : pour soutenir, supporter une idée,
- **Argument contre** : pour attaquer, argumenter contre une idée,
- **Référence** : pour créer un lien vers un fichier externe,

- **Note** : pour faire figurer des informations supplémentaires à propos d'un nœud.
- **Décision** : pour résoudre une question. Elle est reliée à une idée.

L'arborescence pouvant être consultée et modifiée par plusieurs personnes, il est possible de créer une arborescence collective de l'information. Contrairement aux logiciels de *mind mapping,* il est présenté comme pouvant permettre de gérer des projets entiers et non plus uniquement des réunions. Il a de plus l'avantage de permettre de relier les feuilles de l'arbre à des documents numériques (pages Internet documents Word, Excel, des images, etc.) et permet ainsi d'apporter des justifications aux informations conservées. Enfin, il autorise un classement et un ordonnancement d'une très grande quantité d'informations grâce à une technologie d'*hyperlink* permettant de relier plusieurs « *maps* » (arborescences) entre elles à partir de n'importe quel nœud (cf. Figure 75).

Nous avons montré qu'une partie des connaissances techniques étaient créées en réunion de projet ou de revue de projet et lors de rassemblement informels. J'ai donc essayé d'utiliser Compendium et de construire des arborescences de façon synchrone tout d'abord, c'est-à-dire de capter des informations « à la volée » lors des réunions de co-revue. Cette démarche n'étant pas opérationnelle (cf. section suivante) j'ai essayé d'utiliser Compendium de façon asynchrone, après une réunion, pour voir si l'utilisation individuelle post réunion pouvait représenter un meilleur schéma d'utilisation.

2.4.1.1 Utilisation Synchrone

La construction d'un graphe « à la volée » en réunion à l'avantage d'éviter de prendre du temps supplémentaire pour sauvegarder les solutions. Elle s'est avérée laborieuse voire impossible pour diverses raisons :

- Premièrement, il est nécessaire de sélectionner l'information à faire figurer dans le graphe et donc identifier au cours de la discussion celle qui fera partie du discours à moyen terme et qui est pertinente à tracer par rapport à celle qui disparaitra du discours et qui est obsolète. A moins de tout tracer, on ne peut construire un graphe reflétant le déroulement de la discussion. Un expert aurait peut-être eut plus de facilité pour créer un graphe à la volée, cependant il est fort à parier que celui-ci aurait également du mal à sélectionner l'information pertinente durant la discussion. La participation d'un expert suppose également la mobilisation d'une ressource supplémentaire pendant la réunion est donc un coût financier plus important.

- Il est également très difficile de savoir, pour un novice comme pour un expert, la nature des éléments de la discussion au moment où ils sont exprimés. S'agit-il d'arguments ? de solutions ? d'une alternative ? la création du graphe nécessite pourtant cette distinction. Un argument peut déboucher sur une proposition de solution, quelle étiquette donner à cet élément dans le graphe ?

- De la même façon qu'il est difficile de sélectionner l'information pertinente à la volée il est difficile de la relier aux éléments du discours déjà énoncé. Il faut que l'arbre construit au fur et à mesure du discours reflète parfaitement la discussion. Un

élément semblant peu pertinent au début de la réunion peut apparaître comme décisif à la fin de celle-ci.

Ainsi, la construction à la volée d'un graphe (cf. Figure 75) aboutit à une multitude d'idées sans aucun lien entre elles et sans aucune information précisant s'il s'agit d'une solution ou d'un argument.

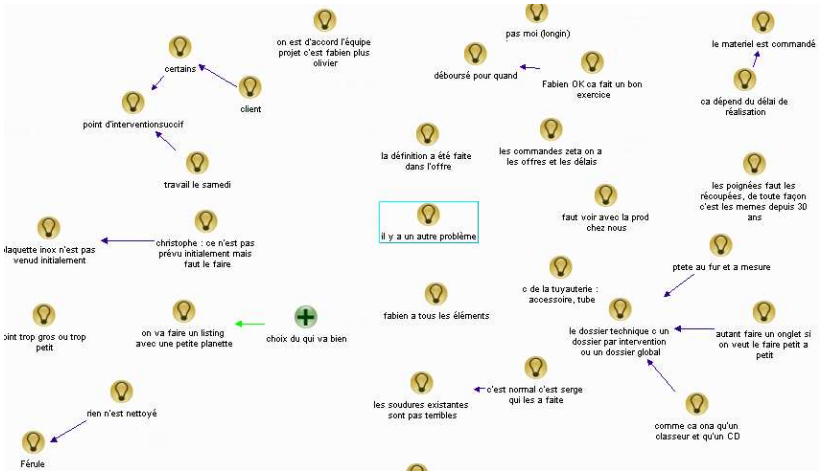

FIGURE 75. CAPTURE D'ECRAN D'UN GRAPHE CONSTRUIT A LA VOLEE DANS COMPENDIUM

A moins d'une étude complémentaire minutieuse reposant sur un enregistrement de la réunion, il nous paraît impossible de construire un graphe Compendium en cours de réunion. Il faudrait alors une analyse a posteriori de la réunion. C'est ce que nous avons essayé de tester dans un deuxième temps.

2.4.1.2 UTILISATION ASYNCHRONE

L'utilisation de Compendium en asynchrone, c'est-à-dire après la réunion a mis en lumière plusieurs difficultés rendant son intérêt, également, quasiment nul :

- Enregistrer et analyser la réunion a posteriori n'est pas une solution industrielle pertinente car elle nécessiterait un temps beaucoup trop important même pour un expert de l'entreprise qui a la connaissance des technologies employées. Il faudrait tout d'abord former l'employé à Compendium, lui laisser le temps de se familiariser avec l'outil, puis dans un troisième temps, réussir à le dégager de ses autres tâches plusieurs heures après chaque réunion. Ceci est déjà très difficile. Si l'on considère en plus que l'entreprise répond à plusieurs projets en même temps et que certains jours les réunions se succèdent, la tâche devient impossible. La sauvegarde de la connaissance nécessiterait le travail de plusieurs employés plusieurs heures par jour, ce qui n'est pas concevable.

- La construction du graphe demande un temps de travail relativement important qui ne traduit pas nécessairement un gain de temps par rapport au besoin d'accès aux connaissances de GPI.

- Le graphe devient rapidement immense et avec plusieurs couches d'épaisseurs (possible grâce aux hyperliens) (cf. Figure 76). Son élaboration et sa consultation en deviennent dès lors très laborieuses voire impossibles.

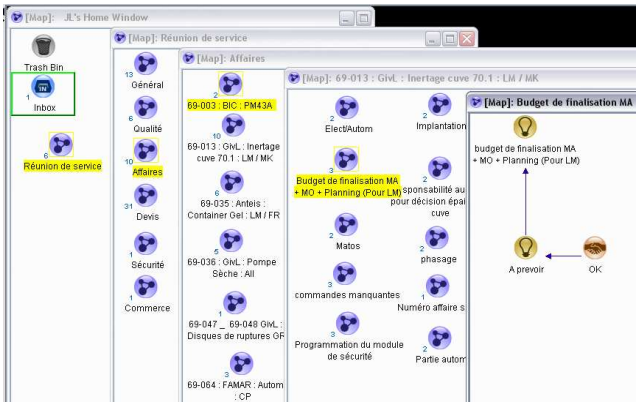

FIGURE 76. CAPTURE D'ECRAN D'UN GRAPHE A PLUSIEURS NIVEAUX DANS COMPENDIUM

L'image précédente montre qu'une réunion de deux heures a conduit à la réalisation d'un graphe de cinq épaisseurs. Les ronds bleus représentent des « maps » sur lesquelles on peut « zoomer ».

Une alternative possible à la construction du graphe après la réunion pourrait être un travail sur la base du compte rendu. Comme nous l'avons dit, actuellement les comptes rendus ne tracent pas les arguments techniques. Seuls y sont présents les tâches à mener et les décisions prises. Capitaliser l'information technique et les raisons des décisions n'est donc pas possible en utilisant les comptes rendus dans leur configuration actuelle.

A la lumière de ces tests synchrone et asynchrone, Compendium se révèle difficile d'usage pour remplir les fonctions d'extraction et le classement des informations techniques lors des moments synchrones. Il ne peut donc représenter une réponse valable au besoin de GPI.

De plus, son utilisation pour capitaliser les connaissances apparues lors de moments asynchrones pose aussi des questions. Compendium peut se déployer sur un serveur, et reste donc accessible par plusieurs personnes à tout moment. Nous nous apercevons rapidement que les difficultés que nous avons trouvées dans la manipulation pendant ou après la réunion persistent dans un rassemblement informel. Il faudrait qu'à chaque échange mené dans l'entreprise, une personne ayant participé à cet échange interrompe son activité, lance l'application Compendium et relise une bonne partie du graphe pour savoir ou situer la nouvelle information qu'elle détient et éviter qu'elle ne soit présente à deux endroits dans le graphe. Outre la relecture qui risque d'être fastidieuse, il n'est pas forcément bénéfique pour le travail de chacun d'interrompre son activité dès qu'il capte un élément technique pertinent pour le projet. De plus, la relecture du graphe nécessite encore une prise de temps non négligeable.

Au terme de cette étude, nous voyons apparaître une nouvelle problématique. En effet, l'utilisation en synchrone et en asynchrone de Compendium suggère dans les deux cas une sélection de l'information pertinente à sauvegarder. Les concepteurs doivent donc évaluer à

l'avance la pertinence d'une information. Comment un concepteur peut-il deviner que ce qu'il traite est crucial dans le projet et devrait être sauvegardé ? Qu'est-ce qui fait qu'une information est pertinente par rapport à une autre et comment alors la détecter ?

2.4.2 PERSPECTIVE POUR UNE SECONDE ETUDE PRESCRIPTIVE: LES PROBLEMES CRUCIAUX

La première tentative prescriptive a permis de mettre à jour plusieurs difficultés tout en nous questionnant sur la façon dont nous abordions notre problématique.

Le problème majeur de Compendium, outre le fait que son utilisation demande d'énormes ressources temporelles, est qu'il est impossible de déterminer l'information pertinente pour une solution avant que celle-ci ait elle-même pris le statut de « pertinente ». En d'autres mots, lorsqu'une solution est déclarée, implicitement ou non, « pertinente », elle change de statut entrainant avec elle la modification de statut pour tous ses composants et les choix techniques ayant permis de l'élaborer, notamment les arguments, justifications et solutions alternatives ayant été élaborés avec elle. Ainsi, capter et sauvegarder de l'information pertinente à la volée nous parait impossible pour la raison que l'information prend le statut de pertinente un certain temps après avoir été formulée.

A la lumière de cette idée, nous choisissons donc de référencer une information, non quand elle apparaît dans le processus de conception mais bien plus tard lorsque cette information a fait la preuve de sa pertinence et de l'intérêt pour l'entreprise de sauvegarder la solution, son principe et ses raisons. La question se pose alors : qu'est-ce qu'une information pertinente ?

Pour répondre à cette question, Grundstein(2000a) définit la notion de connaissances cruciales (nous l'avons présentée dans le cadre théorique). Certaines connaissances apparaissent comme déterminantes parce que décisives pour solutionner un problème (Saad, Rosenthal-Sabroux, & Grundstein, 2005). Nous partons de cette définition des connaissances cruciales pour définir la notion de « cas cruciaux », de « problèmes cruciaux » et de « solutions cruciales ». Les concepteurs se retrouvent confrontés à des problèmes de plus ou moins grande importance, et plus ou moins difficiles à résoudre en fonction des connaissances qu'ils ont à un temps donné. Certains problèmes trouvent des solutions immédiates, inscrites dans l'expertise et partagées par les concepteurs. D'autres nécessitent du temps de recherche, confrontent les concepteurs à un manque de connaissances, impliquent la collaboration de plusieurs acteurs, requièrent la consultation de ressources extérieures, etc. : ce sont ce que nous appellerons des *problèmes cruciaux*. Les situations dans lesquelles les concepteurs rencontrent des problèmes cruciaux et y trouvent, ou envisagent, des solutions sont appelées des *cas cruciaux*. Les solutions ou les alternatives de solutions aux problèmes cruciaux sont des *solutions cruciales*. Suivant le principe de l'interdépendance Problème-Solution, nous faisons ici l'hypothèse que les informations pertinentes caractéristiques des cas cruciaux peuvent se retrouver tant dans les problèmes cruciaux que dans les solutions cruciales. Nous supposons que l'information qui sera nécessaire à l'entreprise dans le futur, et qui proviendra de solution cruciale, est celle qu'elle a aujourd'hui du mal à construire dans des problèmes cruciaux. (cf. Figure 77).

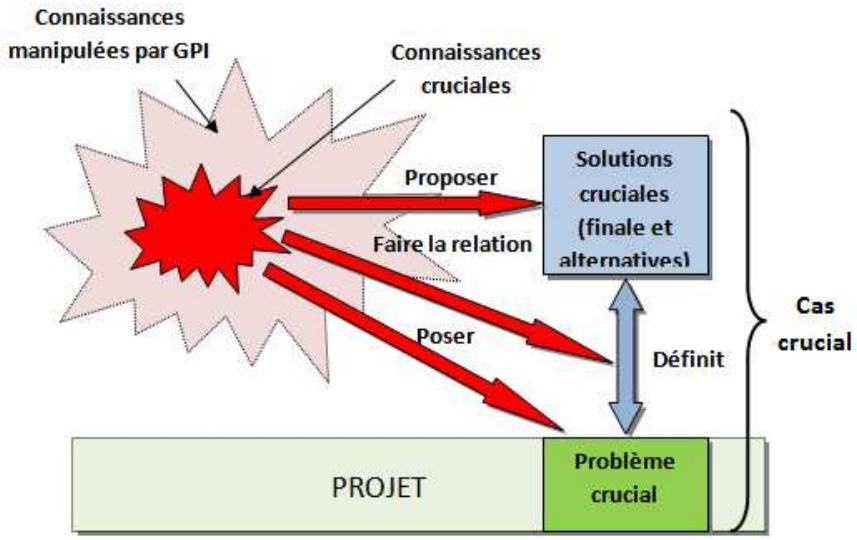

FIGURE 77. SCHEMA D'UN CAS CRUCIAL

La figure ci-dessus est une représentation schématique d'un modèle de l'organisation des concepts de problèmes cruciaux, connaissances cruciales, et solutions cruciales. Elle illustre l'apparition d'un cas crucial lors d'un projet. Dans ce modèle la connaissance cruciale est nécessairement présente pour identifier le cas crucial. Elle peut être antérieure ou construite par la résolution du cas crucial, mais elle fait partie, à t donné, du champ de connaissances manipulées par les concepteurs de GPI. Ainsi, pour comprendre que le problème est crucial et réussir à le poser tel quel, il est nécessaire d'avoir des connaissances cruciales. De même, la recherche d'une solution cruciale pour résoudre ce problème nécessite l'existence de connaissances que l'on va qualifier de cruciales car il faut connaitre des technologies ou des mécanismes non immédiats pour les concepteurs. Enfin, savoir dans quelles mesures la solution cruciale répond au problème crucial, quels sont les risques à l'appliquer et quels en sont véritablement les avantages et les inconvénients, nécessite là encore des connaissances cruciales. Dans cette perspective, les connaissances cruciales ont trait au problème, à la solution et à la relation entre les deux. C'est d'ailleurs cette relation entre solution et problème qui se construit dans une argumentation. Cerner les connaissances cruciales nécessite de les cerner sur ces trois niveaux. Il paraît plus simple d'identifier l'apparition du problème crucial pour identifier l'intégralité des connaissances cruciales mobilisées dans sa résolution. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que les problèmes cruciaux peuvent servir d'indicateurs de la connaissance cruciale.

Les problèmes cruciaux permettent d'identifier les cas cruciaux contenant l'information pertinente et donc susceptible d'être réutilisée dans plusieurs projets. Ces problèmes cruciaux sont des sous-problèmes du problème global et la solution cruciale concerne un composant de la solution globale. En ce sens, les cas cruciaux sont des cas transversaux aux différents projets. L'information décontextualisée d'un projet devient dès lors « inter-projet ». GPI peut alors s'en servir pour mener son activité d'argumentation technique entourant les problèmes des projets en cours.

En résumé, la première action prescriptive à permis d'approfondir notre analyse et d'identifier la nature particulière de l'information que nous voulons conserver. Reprenant la

notion de connaissances cruciales de Grundstein (2000a), nous choisissons d'utiliser les problèmes cruciaux comme indicateurs des connaissances cruciales propres à GPI. Nous proposons alors d'extraire et de classer l'information pertinente, et permettons à l'entreprise de disposer d'une méthode d'assistance à l'élaboration de solutions de conception qui repose sur le principe de la réutilisation argumentée de solution antérieure. L'information étant externalisée, triée et classée, elle devient disponible pour tous. Chacun peut s'en inspirer pour essayer d'acquérir le savoir de l'entreprise au travers de ces informations. La notion de cas crucial se trouve centrale dans notre travail, c'est elle qui fait le parallèle entre la problématique industrielle et la problématique de recherche.

Il nous faut maintenant trouver la méthode d'identification des problèmes cruciaux et élaborer l'outil permettant de les indexer et les partager. Il reste aussi à définir les conditions d'utilisation d'un tel outil dans les circonstances formelles et informelles de la conception décrites plus tôt. L'utilisation d'un outil du *Design Rationale* n'ayant pas répondu à nos attentes, nous nous sommes lancés dans l'élaboration de notre propre outil. L'outil que nous entreprenons de faire doit répondre à la problématique scientifique comme à la problématique industrielle. L'argumentation fait partie intégrante du *Design Rationale*, il faut songer que l'outil que l'on souhaite développer doit permettre également permettre de comprendre quelle est la place de l'analogie dans le processus argumentatif construit en conception. L'argumentation reste toujours le domaine principal de notre recherche. Selon notre point de vue, un outil qui repère, conserve, diffuse et autorise les mises à jour de connaissances techniques est avant tout un outil support à l'argumentation. Les connaissances cruciales sont des connaissances passées pouvant être réutilisées pour les solutions en cours d'élaboration. En mettant à disposition des informations cruciales pour influencer la conception, nous influençons directement le processus argumentatif qui amène à prendre des décisions techniques. Nous présentons la démarche par laquelle nous avons développé notre propre outil ci-après.

2.5 UN OUTIL D'ASSISTANCE A L'ARGUMENTATION : LA BASE D'INFORMATIONS CRUCIALES

Nous venons de montrer que les cas cruciaux contiennent les connaissances que l'entreprise souhaite conserver. Notre nouvel objectif est de repérer, conserver et classer les cas cruciaux pour les mettre à disposition de tous pour un temps indéfini. Notre idée est alors de construire une bibliothèque de cas cruciaux. Chaque cas associera un problème crucial, une ou des solutions adoptées pour le résoudre et des solutions évaluées mais non mises en œuvre à t donné. Le lien d'interdépendance entre le problème crucial et la solution cruciale sera présent grâce à l'explicitation des conditions de mise en œuvre de la solution adoptée pour satisfaire le problème et grâce à description précise des avantages et des inconvénients de la mise en place de la solution.

Suite à une discussion avec le responsable Etudes et Réalisations de GPI, nous avons choisi de mettre en place cette bibliothèque sous la forme d'une bibliothèque de fiches, dites « fiches techniques ». Nous décrivons le fonctionnement de cette bibliothèque ci-après.

2.5.1 UNE BIBLIOTHEQUE DE « FICHES TECHNIQUES »

2.5.1.1 BUT DU DOCUMENT

La bibliothèque de fiches techniques a pour vocation l'édification de cas transversaux permettant de détacher les savoirs des projets pour les rendre inter-projets, c'est-à-dire disponibles pour tout nouveau projet. La bibliothèque comporte ainsi un ensemble de fiches qui sont indexées dans un sommaire. Une fiche technique permet d'associer un problème et une solution en incluant des éléments d'argumentation sur la pertinence de la solution pour résoudre le problème. Un problème apparaît comme une fonction, ou un ensemble de fonctions, à remplir dans l'installation que désire un client. La solution prend dès lors la forme d'une pièce ou d'un assemblage de pièces pouvant remplir cette fonction. Nous faisons l'hypothèse qu'en formalisant les arguments manipulés dans l'élaboration d'une solution, les fiches doivent aider les concepteurs à mobiliser des solutions antérieures déjà développées dans des cas similaires ou des solutions qui ont été envisagées dans le passé mais dont les moyens, technologiques, financiers ou humains étaient insuffisants pour les mettre en place à ce moment.

2.5.1.2 STRUCTURE D'UNE FICHE TECHNIQUE

Afin de s'assurer que les concepts et le vocabulaire utilisés dans la fiche étaient accessibles aux employés de l'entreprise, la structure de la fiche a été créée en collaboration avec le responsable Etudes et Réalisation. L'opinion des concepteurs n'a pas été ignorée et nous les avons sollicités pour intervenir dans l'évolution des fiches techniques. Leurs remarques et leurs suggestions ont été prises en compte lors des mises à jour du document. Nous précisons ultérieurement comment leurs contributions ont permis de mettre à jour les fiches techniques (cf. 2.5.3).

Le document a été fait de façon a être le moins contraignant possible pour les concepteurs. Premièrement pour ne pas les décourager face à un nouvel outil, et deuxièmement pour ne pas perturber leur travail même si nous sommes conscient que c'est un travail en plus de leur travail courant de conception. Les fiches devant être rapides et faciles à créer, nous avons choisi de les faire très courtes et de laisser l'auteur libre de la façon de s'exprimer en laissant des champs de saisies larges et non formatés (cf. Figure 78).

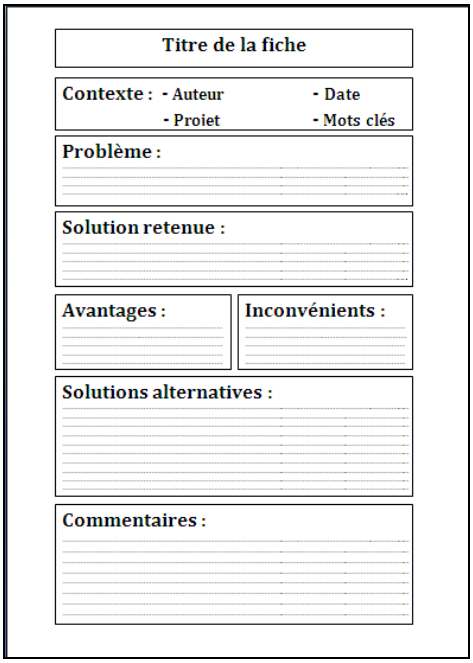

FIGURE 78 : SCHEMA DE LA STRUCTURE D'UNE FICHE TECHNIQUE

Le schéma ci-dessus représente la structure générale d'une fiche technique. Le document doit faire apparaître les connaissances cruciales en explicitant le problème, la solution et le lien qui les relie. Un champ de saisie a donc été réservé à la description du problème, un autre à la description de la solution adoptée et d'autres encore permettent de faire figurer les solutions alternatives envisagées mais non retenues. Le lien associant la solution au problème est présent grâce à des champs avantages et inconvénients décrivant dans quelle mesure la solution permet de satisfaire le problème.

Comme nous l'avons expliqué, un document ne contient que de l'information ; l'information ne devient connaissance que lorsqu'elle est intégrée au système de connaissances d'un individu. Toute connaissance est nécessairement intégrée à un système plus large de connaissance qui permet de la manipuler et l'analyser. Afin d'assurer la bonne compréhension de l'information contenue dans la fiche et de permettre à son lecteur de l'intégrer plus facilement, il est primordial que ce dernier puisse contacter l'auteur pour obtenir des informations complémentaires si cela lui est nécessaire. En effet, certaines informations relatives à une connaissance relèvent de l'implicite. Elles demeurent tacites et ne peuvent être explicitées mais elles peuvent cependant faire l'objet d'une transmission inconsciente dans un échange ou un contact. Il s'agit de ce que Nonaka et Takeushi appellent la « socialisation » dans le modèle SECI (Nonaka & Takeuchi, 1995). Ainsi, l'auteur d'une fiche a donc l'obligation de faire figurer son nom pour qu'il puisse transmettre des informations supplémentaire à un lecteur par socialisation ou non. Nous verrons par la suite que cette obligation responsabilise l'auteur et peut parfois le dissuader de prendre l'initiative de créer une fiche.

L'analogie se construisant grâce à des éléments de comparaison, la fiche doit présenter une contextualisation du cas crucial décrit. Les champs de contexte sont : la date, le projet dans

lequel est apparu le problème, le département émetteur. Le champ problème doit également contenir le maximum d'informations concernant le contexte du problème traité.

Il est également demandé à l'auteur de mettre des mots clés pour décrire le problème et permettre aux futurs lecteurs de pouvoir cerner rapidement ce dont il est question dans la fiche.

Enfin, un champ commentaires permet à l'auteur de faire des remarques s'il le désire. Ce champ est un champ libre dans lequel l'auteur peut inscrire ce qui lui semble important de communiquer sur le cas comme par exemple des précisions sur un composant en cours de fabrication pouvant représenter une bonne solution dans le futur.

2.5.1.3 CONDITIONS DE CONTRIBUTION A LA RESSOURCE DE GESTION DES CONNAISSANCES

Tout comme la structure de la fiche, la façon dont elles doivent être créées et utilisées a été élaborée en commun avec le responsable Etudes et Réalisations. Cette collaboration a toujours l'objectif de s'assurer que l'outil et son utilisation sont cohérents dans l'organisation de l'entreprise et restent accessibles aux concepteurs avec le profil qui est le leur. L'utilisation attendue et l'intérêt de la bibliothèque ont fait l'objet d'un mode d'emploi laissé à disposition des utilisateurs.

La bibliothèque permet d'assurer trois grandes fonctions principales :

- La consultation
- La création d'une fiche
- La mise à jour

Nous décrivons ces fonctions ci-après.

La consultation

La bibliothèque de fiches se trouve sur le serveur et peut être consultée à tout moment par toutes les personnes de l'entreprise. Notre objectif est d'assister l'activité sans l'enfermer dans un carcan rigide. Les fiches ne représentent en rien des procédures de conception. Tous les concepteurs restent libres d'utiliser l'outil comme ils le désirent. Ils peuvent consulter la base de connaissances quand ils en ressentent le besoin :

- soit pour reprendre des solutions telles quelles,
- soit pour s'en inspirer dans le développement d'une nouvelle solution,
- soit pour éviter de réutiliser des solutions qui ont déjà montré leurs limites.

Pour trouver une fiche, il faut consulter le sommaire des fiches. Dans un premier temps, la bibliothèque étant vide, il nous a semblé inadéquat d'imposer une classification sans avoir d'expérience sur les problèmes qui remonteraient suite à l'utilisation libre de l'outil par les employés. Notre objectif initial était de créer des catégories a posteriori à partir d'un échantillon des premières fiches rédigées.

La création d'une fiche

Comme nous l'avons dit précédemment, notre indicateur du cas crucial est le problème crucial, c'est à dire un problème dont la résolution n'est pas immédiate avec les savoirs dont disposent les concepteurs. Il faut ici rappeler que le caractère crucial d'un problème est souvent déterminé longtemps après son apparition. C'est justement la difficulté à le résoudre qui le rendra crucial. Ainsi, la rédaction de fiche se fait a posteriori de l'apparition et de la résolution du problème. La rédaction d'une fiche repose sur l'initiative personnelle des concepteurs. Chacun doit avoir conscience que la démarche de capitalisation des connaissances est une démarche collective nécessitant la participation de tous. Là encore, aucune contrainte n'est infligée aux concepteurs, ils restent libres d'alimenter la base de fiches comme cela leur semble nécessaire.

La mise à jour

Afin de maintenir cette base de connaissances à jour, il est attendu d'une personne qui trouve une nouvelle solution à un problème crucial comportant déjà une fiche, qu'elle actualise la fiche en la complétant et non en effaçant des éléments. La « solution adoptée » passera alors dans la rubrique « solutions alternatives » à la suite des existantes. De la même façon, il faudra rajouter le nom de la personne ayant fait la révision ainsi que la date à laquelle elle aura été faite.

Nous venons de présenter le document devant servir à capitaliser les connaissances de GPI sans pour autant contraindre l'activité. Ce document a montré des limites nous obligeant à mettre en place un outil logiciel.

2.5.1.4 LES LIMITES DE LA BIBLIOTHEQUE DE FICHES TECHNIQUES

Une bibliothèque de fiches sous forme de document écrit de type Word présente plusieurs inconvénients :

- La création d'une fiche est relativement compliquée**.** Il faut faire un copier coller de la trame, remplir les champs, rechercher la fiche correspondante dans le sommaire et le mettre à jour.

- La consultation de la base est fastidieuse. La procédure de création d'une nouvelle fiche ou de consultation d'une fiche existante nécessite une recherche dans la bibliothèque. Soit pour en tirer des informations s'il s'agit d'une consultation, ou soit pour éviter de faire un doublon s'il s'agit d'une création. Si la bibliothèque de fiches grandit énormément, ce qui est prévisible sur le long terme, les recherches risquent vite de devenir fastidieuses et la base sera alors inutilisable.

- Le fait que ce soit un document textuel limite les contrôles sur la saisie. Le contrôle sur la saisie et notamment sur la saisie d'un nom d'auteur ou d'une date est impossible.

Le développement d'une application informatique reposant sur une base de données nous a semblé nécessaire pour remédier à ces difficultés. Nous présentons cet outil ci-après.

2.5.2 L'APPLICATION DE GESTION DE LA BASE D'INFORMATIONS CRUCIALES

Dans cette section, nous présentons l'outil informatique que nous avons conçu pour gérer de manière automatisée les informations cruciales de GPI. Cette Application de Gestion de la Base d'Informations Cruciales (AGBIC) a été conçue en collaboration avec ses futurs utilisateurs. Un cycle itératif de développement-test a été mis en place lors de sa conception.

2.5.2.1 STRUCTURE FONCTIONNELLE DE L'AGBIC

La bibliothèque de fiches techniques est une base d'informations mais le nom couramment accepté aujourd'hui pour ce genre d'outil est « base de connaissances ». Afin, d'éviter de présenter l'application comme un outil original aux yeux des acteurs de l'entreprise, nous avons choisi de l'appeler « base de connaissances » lorsque nous communiquions à son sujet. Nous garderons l'expression base d'informations cruciales (BIC) dans ce texte. La BIC est une version automatisée de la bibliothèque de fiches techniques. Elle reprend la même structure et les mêmes principes de fonctionnement. Cependant, certaines améliorations ont été apportées à l'application de gestion de la BIC. L'application, développée en Visual Basic (code disponible en annexe, cf. Annexe 12), utilise une base de données mySQL pour stocker et classer les fiches techniques. L'application est composée de deux modules accessibles via les onglets horizontaux supérieurs, permettant de :

- Consulter des fiches,
- Créer/mettre à jour une fiche.

Nous présentons ces deux modules ci-après.

Le Module de Consultation

Le premier module qui apparait à l'ouverture de l'application est le module de consultation de fiche (cf. Figure 79).

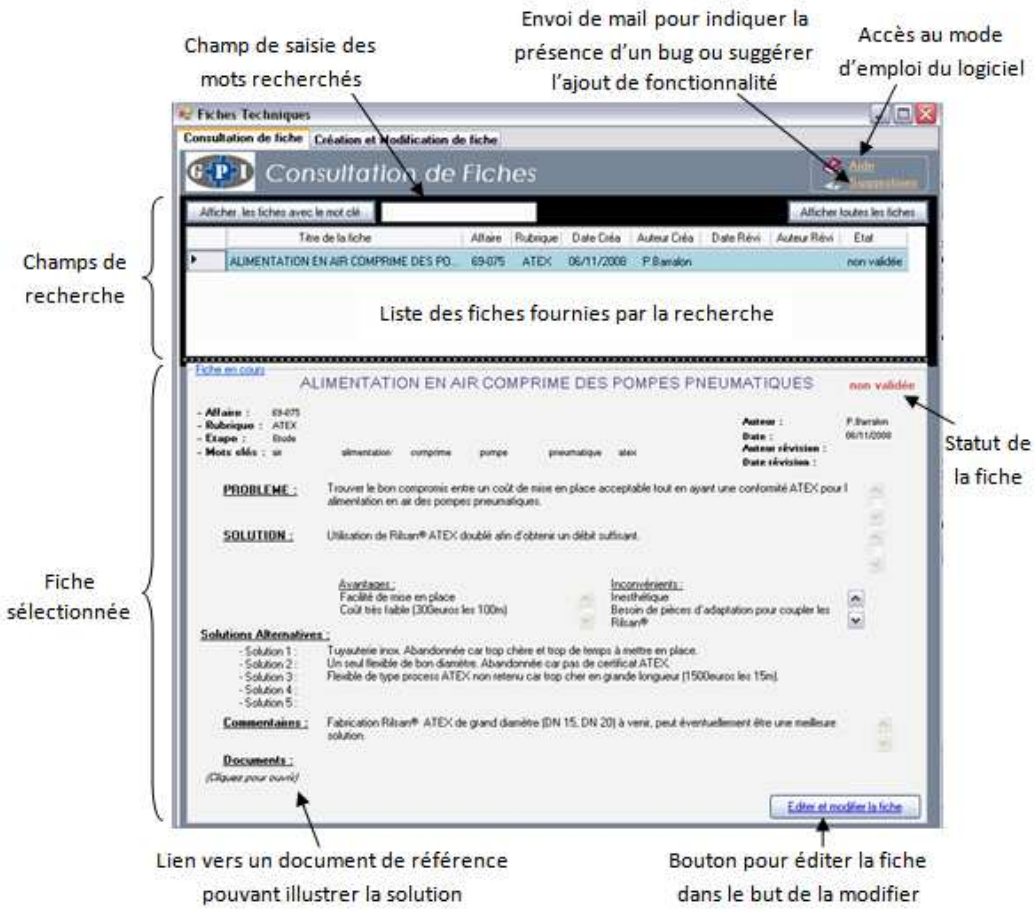

FIGURE 79. CAPTURE D'ECRAN DU MODULE DE CONSULTATION DE FICHE

Ce module permet à un concepteur de rechercher des fiches. Le concepteur qui se trouve face à un problème et désire voir si ce problème à été traité et comment il a été résolu dans des projets précédents peut rapidement saisir quelques mots caractérisant le problème et constater si certaines fiches sont susceptibles de l'aider. La recherche s'effectue sur plusieurs mots en même temps et renvoie en résultat toutes les fiches contenant le ou les mots recherchés dans tous les champs (pas uniquement sur les mots clés).

En cliquant sur une des fiches dans la liste, les détails de celle-ci apparaissent dans l'encart inférieur (cf. Figure 79). Il est ainsi possible de consulter un très grand nombre de fiches en peu de temps.

Sur la capture d'écran, nous voyons que les champs affichés sont les mêmes que ceux présents dans le document « fiche technique ». Il y a des données contextuelles (date, projet, auteur, etc.) et des données relatives au problème, aux solutions adoptées ou envisagées et aux liens entre problèmes et solutions. Les champs « documents » sont des liens vers des documents permettant de compléter la description du problème ou de la solution (photos, plans, etc.).
Deux liens ont été disposés en haut à droite. Le lien « Suggestions » ouvre un client mail avec l'adresse email pré-écrite du gestionnaire de la base (mon adresse durant le temps de ma présence en entreprise). Ce raccourci est destiné à recueillir les impressions, les remarques ou les questions des utilisateurs. Le lien « Aide » lance l'ouverture du mode d'emploi (cf.

Annexe 11). Le bouton « éditer/et modifier la fiche » permet de basculer sur le deuxième module que nous présentons ci-après.

2.5.2.2 MODULE CREATION ET MISE A JOUR

La mise à jour et la création de fiche s'effectue sur le même module (cf. Figure 80). Il s'agit d'un formulaire classique dans lequel l'utilisateur doit saisir les informations relatives à la fiche. Dans le cas d'une mise à jour, les champs sont déjà remplis et l'utilisateur peut les modifier ou les laisser inchangés. Pour mettre à jour une fiche, il faut utiliser le module de consultation pour rechercher la fiche qu'on souhaite modifier, puis cliquer sur le bouton « éditer » pour être alors redirigé vers le module de créations et de mise à jour.

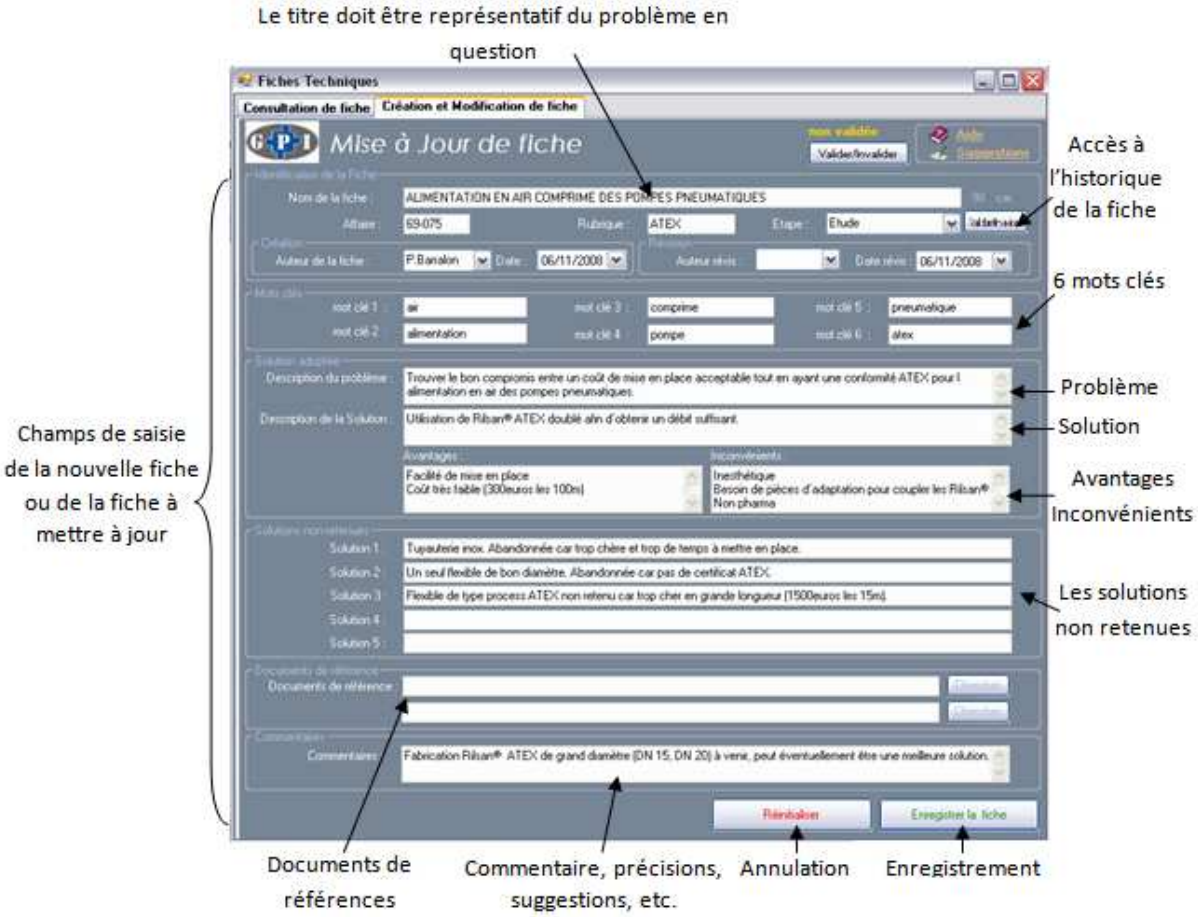

FIGURE 80. CAPTURE D'ECRAN DU MODULE DE CREATION ET DE MISE A JOUR DE FICHE

On constate sur la capture d'écran que les liens 'Aide' et 'Suggestions' sont toujours présents. Il est écrit à gauche le statut de la fiche (validée, archivée, ou invalidée). Le bouton 'valider/archiver' ouvre une petite fenêtre demandant la saisie d'un mot de passe avant de modifier le statut de la fiche. La fiche peut également prendre un statut 'archivée' si elle est considérée comme obsolète.

L'auteur qui entre son nom, entre également la date à laquelle la fiche est créée. De la même façon, l'auteur d'une mise à jour doit entrer la date de la mise à jour. Un seul nom à la fois peut être saisi mais la fiche n'a pas de limite de mise à jour. Ainsi, chaque mise à jour est associée à une personne. Ce choix de ne laisser qu'un auteur par fiche et par mise à jour renvoie à la nécessité d'avoir un unique individu à contacter pour avoir des précisions sur le

cas. Un groupe d'auteurs aurait probablement entrainé un processus de déresponsabilisation entre les auteurs qui se seraient probablement déchargés les uns sur les autres le jour où la fiche aurait nécessité un travail supplémentaire (mise à jour, explication du cas à un nouveau concepteur, etc.).

Pour enregistrer une fiche, trois champs sont nécessaires : le titre de la fiche, l'auteur et la description du problème. Ainsi, certaines fiches peuvent être élaborées sans qu'une solution n'ait encore été trouvée. Un problème crucial qui ne peut être résolu n'en demeure pas moins crucial et donc chargé de connaissances cruciales. Imaginons qu'une équipe de concepteurs rencontre un problème qu'elle ne parvienne pas à résoudre. Il est déterminant de créer une fiche afin d'expliquer les tentatives avortées qui ont été faites et cela afin qu'une prochaine équipe rencontrant le même problème ne perde pas du temps à entreprendre les mêmes démarches. Comme nous l'avons dit, une fiche peut aider les concepteurs car ils peuvent récupérer des principes de solutions mais également car ils peuvent éviter de refaire certaines erreurs.

L'application contient également la possibilité d'accéder à un historique des fiches. La fonctionnalité « historique » permet de consulter les différentes versions des fiches et les personnes qui les ont faites. On peut ainsi étudier comment les fiches vivent au fur et à mesure des projets. Cette fonctionnalité demandée par le responsable Etudes et Réalisations de GPI permet un meilleur suivi de chaque fiche. Il est intéressant de voir la fréquence à laquelle les fiches sont modifiées et quelles sont les informations qui y sont apportées, ou quelles sont les fiches qui ne sont pas mises à jour, et dont la présence dans la base peut être remise en question. Il faut cependant admettre que cette fonctionnalité a aussi pour but de mieux contrôler la gestion de la base de connaissances et notamment de surveiller et comptabiliser les contributions des employés.

Cette structure de l'application provient de la bibliothèque de fiches techniques que nous avons présentée précédemment. Il faut cependant noter qu'un certain nombre de ses fonctionnalités sont issus de suggestions faites par les employés ayant pu manipuler la bibliothèque de fiches techniques ou l'application elle-même. Dans la section suivante nous présentons cette démarche collaborative de conception.

2.5.3 UN DEVELOPPEMENT ITERATIF ET COLLABORATIF DE L'AGBIC

Comme nous l'avions demandé, les premiers employés à qui j'ai présenté la bibliothèque de fiches techniques, et ensuite l'application de base de connaissances, ont émis des remarques et fait des suggestions qui, dans certains cas, ont donné lieux au développement de nouvelles fonctionnalités. Cette approche devait créer une dynamique destinée à impliquer les concepteurs dans le développement de l'application afin qu'ils se l'approprient plus rapidement. Comme l'exprime Grimand (2006, p. 17) « tout outil de gestion intègre une part investie par le sujet qui lui imprime sa visée, son style, le rend propre à un usage ». Cette idée rejoint en réalité le concept d'instrumentation définit par Rabardel (1995) qui sous-entendait déjà qu'un sujet va employer un outil à sa manière. En impliquant les concepteurs dans le développement de l'outil, nous permettons à l'outil se conformer aux attentes des

futurs utilisateurs et posons alors les bases de l'instrumentation future. Plusieurs modifications ont ainsi été faites à la suite de propositions des futurs utilisateurs : ces propositions sont soit des modifications de profondeur, c'est-à-dire de nature fonctionnelle, soit des propositions dites de surface et concernant la présentation des formulaires. Voici, ici quelques exemples de modifications de profondeur et de surface qui nous ont été demandées.

Les modifications de profondeur suggérées ont été :

- pouvoir classer les fiches par grandes thématiques et non plus uniquement par département. Cette proposition permet d'affiner le classement des fiches et a ainsi comme objectif de rendre la recherche plus efficace. Il devient possible pour les concepteurs de visualiser l'ensemble des fiches relatives à un domaine et de trouver des idées auxquelles ils n'auraient pas pensé,

- avoir des messages de validation ou de confirmation permettant d'éviter les enregistrements ou fermetures accidentelles,

- avoir accès à l'historique de mise à jour des fiches,

- mettre en place un système de validation des fiches avec une protection par mot de passe,

- pouvoir imprimer les fiches,

- mettre des liens vers des documents illustrant le cas traité dans la fiche (des photos ou des plans par exemple),

- éviter d'avoir à installer le programme sur les postes client mais créer un fichier exécutable pouvant être déplacé ou supprimé facilement,

- créer des fichiers texte permettant la mise à jour des listes d'employés, de département ou de thématiques.

Les modifications de surface demandées ont été :

- choisir des termes mieux adaptés au vocabulaire de l'entreprise : changer le terme « affaire » par le terme « projet », le terme « département » par le terme « métier », l'expression «solutions alternatives » par l'expression « solutions non retenues », etc.

- mettre des champs de saisie de taille plus importante,

- mettre des listes pour faciliter la saisie.

Toutes ces fonctionnalités ont fait l'objet de développements supplémentaires qui ont parfois nécessité un temps important. Ces mises à jour de l'application ont retardé considérablement le moment de mise en place du programme.

2.5.4 MISE EN SERVICE DE L'AGBIC

2.5.4.1 UTILISATION PREVUE

La BIC se trouve sur un serveur accessible à tous. Elle peut être consultée à tout moment par chacun. L'AGBIC est installée sur chaque poste client.

La décision de créer une fiche est prise lors des réunions projets. Cela contribue à répartir la responsabilité entre les membres du projet. Lorsque le collectif juge qu'un cas crucial a été traité, le chef de projet désigne alors un rédacteur parmi les concepteurs présents et lui donne un certain délai de réalisation de la fiche. Même si le premier travail de rédaction est individuel, la responsabilité de la rédaction et la responsabilité du contenu est partagée entre le collectif.

Lorsqu'une fiche est créée ou mise à jour, son statut prend automatiquement la valeur « non validée ». La validation d'une fiche nécessite un mot de passe dont seul le responsable Etudes et Réalisation dispose aujourd'hui. Cet employé a choisi d'être seul responsable de la validation des fiches dans un premier temps. Lorsqu'il a relu une fiche, il doit la valider pour que chacun sache qu'elle a fait l'objet d'un contrôle. Cette mesure a pour objet de partager la responsabilité entre l'auteur de la fiche et lui-même. Elle lui permet également de se tenir informé personnellement de la bonne utilisation de l'outil. En remettant la validation d'une fiche à un responsable, nous espérons ainsi effacer l'appréhension que pourraient éprouver des concepteurs à rédiger des idées personnelles sur un document public. Cette mesure offre de plus un moyen de validation beaucoup moins lourd à mettre en place qu'un processus de validation impliquant un collectif entier.

2.5.4.2 PRESENTATION ET MISE EN SERVICE DE L'AGBIC

Une fois l'outil finalisé et sa méthode d'utilisation définie nous avons entrepris de le mettre en service.

Dans un premier temps, nous avons organisé une réunion avec l'ensemble des chefs de services et du PDG afin de présenter notre analyse de l'activité de l'entreprise et les objectifs de l'outil. Au terme de cette réunion, notre démarche a été validée et nous avons obtenu l'autorisation d'installer l'application sur le poste informatique de chacun des concepteurs.

J'ai ensuite procédé à une courte présentation individuelle de l'outil avec chacun des concepteurs. Chaque présentation était construite en deux temps : un premier temps de présentation et d'explication de l'outil, et un second temps de rédaction d'une fiche. Au cours de la rédaction de fiche, le concepteur devait lui-même manipuler l'outil. Je lui demandais de se remémorer un problème qui l'avait particulièrement préoccupé et d'essayer d'en faire une fiche.

L'outil a été accueilli favorablement par tous les acteurs de l'entreprise. Sa présentation lors de la première réunion a enthousiasmé toutes les personnes présentes. Plusieurs employés ont fait des suggestions quand à la modification de l'application. Cependant, lors de discussions informelles, certains employés ont confessé qu'ils ne croyaient pas à l'outil et s'attendaient à le voir péricliter rapidement. Ils argumentaient que si l'utilisation est

facultative très peu de personnes se donneront la peine d'alimenter la base. Pour ces personnes, une pression et une reconnaissance hiérarchique sont indispensables pour faire fonctionner un tel outil. Notre étude arrivant à terme nous n'avons pas pu consacrer plus de temps à l'accompagnement de la mise en place de la base de connaissances.

2.5.5 RESULTATS DE LA MISE EN PLACE DE L'AGBIC

Dans cette section nous présentons les résultats que nous avons obtenus en laissant l'outil à disposition dans l'entreprise pendant deux mois après qu'il ait été installé sur tous les postes et présenté à tous les concepteurs. Nous présentons ci-après la méthode pour mesurer l'effet de l'outil sur l'activité des concepteurs. Dans le cadre de notre méthodologie, il s'agit ici de la dernière étape de la DRM : l'étape descriptive II. Nous avons mis en place l'outil sur lequel repose l'étape prescriptive, nous nous apprêtons à présent à observer son effet.

2.5.5.1 MESURER L'EFFET DE L'OUTIL SUR L'ACTIVITE

Comme nous l'avons dit dans le cadre théorique, mesurer l'effet d'un outil de ce type dans une situation de ce type est très difficile, voire impossible, et dans tous les cas consommateur d'énormément de temps. Nous avons choisi de nous inspirer des méthodes d'ergonomie informatique consistant à mesurer l'usage fait de l'outil grâce à un traçage des interactions. Ainsi, toutes les interactions faites avec l'application étaient enregistrées avec la date, l'heure et la fiche sur laquelle elles portaient. Ce traçage a permis de constituer un enregistrement continu complet de l'utilisation de l'application. Il a été validé par la hiérarchie de GPI et les employés en ont été avertis lors de la présentation individuelle. Un traçage d'interactions permet de se rendre compte de nombreux éléments de manipulation de l'outil. Ainsi on peut savoir :

- si l'application est souvent utilisée,
- si l'application est utilisée plus régulièrement pour des créations de fiches, des consultations ou des mises à jour,
- si les concepteurs effectuent beaucoup de recherches sur la base,
- si les concepteurs ont des actions cohérentes et parviennent à utiliser l'application comme il est prévu (des comportements de type « essai-erreur » sont rapidement détectés dans un fichier de traces).

L'historique des fiches qui offre une visualisation rapide de l'évolution de chaque fiche représente également un moyen d'étudier l'utilisation de l'outil. A la différence du fichier de traçage des interactions, l'historique fournit des informations sur l'évolution du contenu informatif de la base. Il permet de voir si les fiches sont l'objet d'un constructivisme social et si elles assurent leur rôle premier de support à la collaboration.

Enfin, un entretien avec le responsable du département Etudes et Réalisations, qui était la personne chargée de commander les premières rédactions de fiches et de les valider, devait nous permettre d'avoir un retour sur le ressenti de la mise en service de l'outil.

2.5.5.2 RESULTATS OBTENUS ET DISCUSSION

Au terme de la période test de deux mois, l'historique des fiches ainsi que le fichier de traçage nous ont révélé que l'outil avait été totalement délaissé dès la fin de la période de stage.

Nous avons attaché beaucoup d'importance à l'ergonomie de l'application et nous avons veillé à impliquer les acteurs dans son développement pour qu'ils se l'approprient. Ainsi, nous pensons que d'autres facteurs ont empêché son intégration en tant que pratique de travail dans l'entreprise. Nous proposons de formuler des hypothèses d'explication dans le chapitre de synthèse et de discussion (cf. Chap. 8, 2.2.2).

Après la mise à disposition et le temps de présentation individuel de l'outil, nous avons obtenu neuf fiches dans la BIC. Certaines sont effectivement des fiches traitant de cas cruciaux mais d'autres ne correspondent pas du tout à nos attentes. Voici un exemple de fiche technique qui nous a semblé pertinente car claire et faisant bien référence à un cas crucial (cf. Figure 81).

FIGURE 81. EXEMPLE D'UNE FICHE TECHNIQUE REMPLI AVEC L'AGBIC

On constate que la fiche a été remplie très succinctement. Les phrases sont courtes et concises. C'était l'objectif que nous nous étions fixé afin d'encourager les concepteurs à rédiger des fiches et à les consulter. On constate également la présence d'un important nombre de critères dans la fiche. Ils se retrouvent principalement dans les champs « avantages » et « inconvénients ». On retrouve des critères également dans les champs « solutions non-retenues » et dans le champ commentaires. Ce résultat renforce la vision suivant laquelle les critères sont primordiaux pour évaluer les performances d'une solution. Sans que les concepteurs aient conscience de manipuler des critères, il leur a cependant paru nécessaire de les faire figurer sur la fiche. Ainsi, le critère représente explicitement ce que le concepteur souhaite spontanément conserver et transmettre pour justifier une prise de décision.

On constate que l'une des fiches a fait l'objet d'une mise à jour et d'une construction de connaissance entre co-auteurs. Il s'agit de la fiche présentée dans la figure précédente (cf. Figure 81). Dans cette fiche, un concepteur a ressenti le besoin de compléter les conditions définissant le contexte. Il a rajouté la phrase dans la partie commentaire « cette solution n'a pas été retenue dans le projet 69-003, car le débit de la pompe est plus important ». Il précise ainsi que le débit de la pompe est une condition primordiale dans l'application de cette solution et que la solution nécessite la prise en compte d'un critère supplémentaire avant d'être appliquée. Là encore, il s'agit pour le concepteur de mobiliser un critère pour remettre en question l'évaluation de la solution. Cette simple mise à jour témoigne d'un début de constructivisme collaboratif comme nous avions l'objectif de l'amorcer. Ainsi, l'outil avec la structure qu'il a peut effectivement représenter une base à la collaboration. Il semble que ce soit les conditions de sa mise en service qui soient responsables de son abandon.

Nous remarquons que le commentaire ajouté à la fiche porte sur deux informations capitales : le critère du « débit » et la référence au projet 69-003. Le fait de faire référence à un débit spécifique d'une solution conçue dans un projet antérieur constitue bien une analogie. Ici, le concepteur a rajouté ces éléments car selon lui, ils sont susceptibles d'influencer, voire de faire changer, la décision qui découlera de l'utilisation de cette fiche. Ainsi, l'analogie et le critère sont donc bien les éléments clés régissant les prises de décisions en conception. Nous proposons d'approfondir cette hypothèse dans le chapitre de synthèse suivant.

Chapitre 8
Synthèse et mise en perspective des résultats des études de cas

---

Dans ce dernier chapitre, nous exposons une synthèse des résultats obtenus au cours de nos observations dans le groupe AB Volvo et dans la PME GPI. Les deux premières sections rappellent les résultats et proposent une interprétation séparée. Dans la troisième, nous mettons ces deux études en perspective et tentons d'apporter des réponses à notre problématique.

.

---

1 DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ETUDE VOLVO

Dans cette section, nous proposons de discuter d'une partie des résultats obtenus dans l'étude de cas Volvo. Au cours de cette étude, nous sommes parvenus à une description qualitative et quantitative tout d'abord des interactions, puis de certaines activités déployées par les concepteurs en situation de co-revue. Nous avons également élaboré une méthode originale aussi bien dans sa façon de décrire et d'analyser, grâce à une grille évolutive, que dans sa façon de représenter les résultats, grâce à des graphes que nous avons appelés graphes Solution Critère Temporels.

En premier lieu, nous dressons un bilan méthodologique et exposons les points forts et les points faibles de notre méthode. Puis, dans un second temps, nous rappelons les résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus au cours de notre analyse et proposons d'étudier la portée réelle pour les industriels des mécanismes interactifs mis à jour. A travers une analyse de ces mécanismes interactifs, nous suggérons la mise en place d'outils permettant de les assister.

1.1 DISCUSSION METHODOLOGIQUE

1.1.1 LA METHODE D'ANALYSE DES INTERACTIONS

La méthode d'analyse des interactions que nous avons proposée constitue, selon nous, un premier résultat original de cette recherche.

Avant de commencer, nous rappelons que la méthode dont il est question dans cette section est la méthode d'analyse développée dans l'étude de cas Volvo. Il ne s'agit nullement de débattre de notre cadre méthodologique s'inspirant de la DRM, mais plutôt de la démarche d'analyse propre aux études de cas intrinsèques (David, 2004) (cf. Chap. 5, 1.2) que nous avons élaborée tout au long de l'étude Volvo. Comme nous l'avons dit, les études de cas intrinsèques se distinguent des études de cas « collectives » et « instrumentales » par le fait que, contrairement à ces dernières, les théories scientifiques sont mobilisées au fur et à mesure de l'avancement de l'analyse en fonction des résultats que l'étude apporte. L'objet d'étude n'est pas choisi en fonction de la théorie qui doit être démontrée, c'est lui qui occupe le rôle central et qui, par l'analyse qu'en font les chercheurs, présente des angles d'approche différents requérant de mobiliser telle ou telle théorie. Les études de cas intrinsèques reposent alors clairement sur une approche qualitative. Cependant, comme nous l'avons dit, il n'est pas possible de se départir intégralement des présupposés théoriques qui habitent les chercheurs. Les connaissances et l'expérience des chercheurs orientent nécessairement l'aspect sur lequel vont porter leurs analyses. C'est donc à la lumière de ce phénomène, dit de l'abduction, que nous avons élaboré une méthode arborant des approches montantes et descendantes simultanément. Ces deux approches s'inscrivent respectivement dans deux courants théoriques différents. La voie montante s'inscrit dans le courant de l'ethnométhodologie et suit alors les principes inhérents à ce courant. La voie descendante repose sur une grille d'analyse issue d'une approche du courant de l'interactionnisme socio-psychologique. Cette double approche prend alors la

forme d'un cycle itératif permettant d'élaborer une grille tout en la questionnant et en la faisant évoluer au cours du travail d'analyse.

Nous proposons ici de revenir sur la méthode hybride et sur la grille qu'elle a permis d'élaborer.

1.1.1.1 UNE METHODE D'ANALYSE HYBRIDE

La grille d'analyse des interactions est le fruit de la collaboration de plusieurs chercheurs provenant de domaines divers comme la linguistique, les sciences cognitives et les sciences de l'ingénieur. Elle a fait l'objet d'un important travail de définition s'appuyant sur des données théoriques et empiriques. C'est véritablement le travail de mise en usage de cette grille, c'est-à-dire le fait d'avoir cherché à l'utiliser pour coder, et plus particulièrement le fait de lui avoir permis d'évoluer en le confrontant à des données, qui nous ont fait comprendre réellement les processus argumentatifs. Si nous avons compris qu'une analyse complémentaire de l'information (les graphes SC et SCT) était nécessaire, c'est justement parce que nous avons travaillé avec cette grille qui a démontré l'importance du contenu sémantique pour comprendre l'activité.

Ses présupposés théoriques paraissent antithétiques au premier abord. En effet, quand l'ethnométhodologie postule que la dynamique sociale se constitue au cours de l'action et qu'elle ne peut être comprise qu'au regard de l'expérience et des intérêts propres de son auteur, l'approche de l'interactionnisme socio-psychologique que nous avons sélectionnée, définit, de son côté, des cadres rigides permettant d'assimiler plusieurs interactions entre elles afin de créer des catégories. Ainsi, l'ethnométhodologie qui reconnait à chaque interaction son caractère unique et située aspire à fournir des résultats qualitatifs. De l'autre côté, l'approche que nous avons choisie, qui repose sur une catégorisation et une analyse statistique des interactions, tend à fournir des résultats d'ordre quantitatif. Nous avons cependant montré que ces deux principes n'étaient pas contradictoires et pouvaient être combinés. Reconnaitre qu'une interaction est compréhensible dans sa totalité uniquement par son auteur, ne veut pas dire qu'elle ne peut pas entrer dans une catégorie. De la même façon que même si chaque être humain est unique et dispose d'une personnalité complexe et difficilement accessible, il a une nationalité qui permet de le classer dans une catégorie. Ainsi, ce n'est pas le fait que les interactions soient formulées par des auteurs ayant une expérience et une culture propre qui condamne leur classification. Le fait que personne d'autre que son auteur ne puisse en cerner l'essence et les objectifs réels, n'empêche pas de constater le rôle qu'elles jouent dans un processus argumentatif. Le critère de classification que nous avons choisi s'inspire de la Théorie de l'activité qui postule que la distinction entre les activités est leur motif. Les activités émergeant de la dynamique des interactions, il nous semble cohérent de reprendre ce critère pour les distinguer. Ainsi, en reconnaissant le caractère situé des interactions, nous avons proposé de les catégoriser suivant leur fonction pragmatique dans la situation. Les principes de l'ethnométhodologie sont respectés pour plusieurs raisons. Premièrement, nous ne faisons pas d'inférence sur les objectifs des acteurs et sur les représentations mentales qu'ils mettent en œuvre, nous nous contentons de catégoriser les interactions d'après leur caractère performatif dans le débat. Deuxièmement,

la compréhension des échanges entre les acteurs de la situation se fait à la lumière des connaissances dont nous disposons sur chacun d'entre eux. Les catégorisations que nous avons effectuées tiennent compte de la culture, de l'expérience et des objectifs de l'auteur de l'interaction. Le meilleur exemple pour illustrer cet aspect concerne les interactions traitant du projet en cours ou d'un projet antérieur. Ces interactions, selon qu'elles sont émises par le chef de projet ou par un autre membre, changent de fonction pragmatique. En effet, lorsque le chef de projet décrit le projet en cours pour cadrer la discussion et rappeler des objectifs, la fonction de l'interaction est la plupart du temps codée en tant qu'*explication projet*. Cependant, le message d'un concepteur du groupe fabrication qui s'exprime à propos d'un projet est perçu par les autres concepteurs comme une argumentation qui comprennent que ce dernier est en train de construire une analogie servant son argumentation. Cette interprétation d'un discours de la part des concepteurs est visible par la réfutation qui est construite dans les échangent suivant. Ainsi, sans faire d'inférence sur les objectifs de l'auteur d'une interaction nous avons accès au caractère performatif des interactions et les fondements théoriques de l'ethnométhodologie sont respectés. C'est en s'interrogeant sur le caractère situé socialement des interactions que nous avons établi notre grille et réfléchi à ce que les définitions des catégories prennent en compte les nuances que nous détections dans les échanges entre les concepteurs. Cet aspect hybride confère une grande force à notre grille. Construite sur la base d'observation et d'apports théoriques, et recueillant le fruit de confrontations entre différents chercheurs, elle représente le résultat d'une longue réflexion et devient alors un outil intéressant pour caractériser la situation.

Il faut cependant lui reconnaitre certaines limites.

1.1.1.2 CRITIQUE DE LA GRILLE D'ANALYSE DES INTERACTIONS

Les limites de la grille d'analyse, dont nous désirons faire état, sont dues, en partie, à sa structure normalisée qui confère une certaine « rigidité » à l'analyse. Il en découle un certain nombre de critiques que nous résumons dans le tableau suivant (cf. Tableau 8).

TABLEAU 8 : TABLEAU D'EVALUATION DE LA GRILLE D'ANALYSE

	Dans notre étude	**Pour une réutilisation future**
Avantages	➢ Autorise une approche top-down et bottom-up simultanément ➢ validée scientifiquement, ➢ succincte ➢ fournit des résultats quantitatifs ➢ offre un cadre de confrontation de jugement permettant d'accéder à une description fine et partagée d'une situation	➢ Fournit un cadre théorique et une méthodologie d'analyse des interactions ➢ Grille pouvant facilement être modifiée en vue de l'adapter à une nouvelle situation
Inconvénients	➢ Travail de définition long et fastidieux. ➢ Travail de codage long et fastidieux ➢ Ne permet pas de résoudre les problématiques majeures sur la multifonctionnalité ou le séquençage des énoncés ➢ Nécessite une analyse plus poussée si on s'intéresse à la dynamique des connaissances ➢ Ne permet pas de rendre compte de la place effective du critère d'évaluation	➢ L'utilisation de la grille passe par le codage et la concertation de plusieurs juges entre eux. Ce travail est long et fastidieux.

Le tableau précédent montre les avantages et les inconvénients de notre grille pour notre étude et pour une future recherche. Nous mettons l'accent sur le fait que, comme nous l'avons fait dans notre propre méthode, la grille d'analyse a vocation à évoluer et à s'adapter à des conditions contextuelles nouvelles. Le travail se décompose en deux temps. Le premier temps consiste à construire des représentations partagées entre les chercheurs et ainsi parvenir à des définitions communes pour chacune des catégories. Ce premier temps, relativement long, se termine par la confrontation du codage de plusieurs juges et le calcul du coefficient α de Krippendorff. Comme nous l'avons montré, même si certaines notions (par exemple : la tâche et le projet) semblent aisément discernables, il n'est, dans la pratique, pas évident de parvenir à un codage présentant un haut niveau de concordance entre les juges. Si le degré de similarité n'est pas atteint, les juges doivent alors discuter de nouveau pour préciser les définitions des catégories ou adapter la catégorisation. Le second temps réservé au codage de l'ensemble du corpus prend également un temps important. Ces deux étapes sont longues et nécessitent beaucoup de patience de la part des chercheurs qui voient leurs représentations évoluer au fur et à mesure que l'analyse avance. C'est cet aspect chronophage qui représente le plus gros obstacle à la mise en place d'une telle méthodologie de recherche.

Une autre critique importante provient du fait de la structure matricielle d'une grille qui implique une frontière distincte entre les notions manipulées. Même si la grille a été établie tout au long d'un processus de définition souple grâce à une démarche itérative et à la prise en compte du point de vue de chaque analyste, il n'en demeure pas moins qu'elle ne distingue pas de sous-catégories d'interactions et son utilisation prévoit une catégorisation exclusive des interactions. De plus, une fois que le travail de définition des catégories est terminé, il est difficile de rajouter une dimension supplémentaire pour enrichir l'analyse car cela suppose une remise en question des frontières établies entre les concepts. Aussi, même si cela s'avère indispensable, certaines notions découvertes au cours de l'analyse ne peuvent intégrer la grille et sont alors confinés à l'analyse qualitative. Ainsi, des éléments pertinents à étudier en conception ont été exclus de notre analyse quantitative. Nous pensons notamment aux notions d'exigences et de fonctions à assurer par le produit (Choulier, 2008). Il serait intéressant d'étudier si ces notions de fonctions et d'exigences ne pourraient être insérées dans nos catégories, comme de nouveaux sujets par exemple.

Ces difficultés identifiées nous poussent alors à affirmer que la grille est un outil pertinent mais dans le cadre d'une étude exploratoire. Elle doit permettre de définir des pistes précises à approfondir. Dans notre cas, la grille en elle-même n'a pas fourni de résultats définitifs mais des orientations de recherche que nous avons menées à travers l'élaboration de graphes sémantiques.

Ces graphes sémantiques représentent les seconds résultats dont nous désirons faire état et dont nous proposons de discuter dans la section ci-après.

1.1.2 UNE ANALYSE DYNAMIQUE DES INTERACTIONS

Les graphes Solution-Critères et Solution-Critères Temporels réalisés grâce au logiciel TATIANA nous ont permis de repérer plusieurs dynamiques argumentatives et de mettre à jour le caractère déterminant de certains critères.

Les graphes Solutions-Critère que nous avons construits dans un premier temps, présentent des structures argumentatives décrites dans les travaux de Prudhomme, Pourroy et Lund (2007). Nos résultats renforcent donc l'hypothèse selon laquelle le processus d'évaluation de solution serait de trois types : *centré solution*, *centré critère* et *solutions comparées*. Ce résultat soulève cependant des questions :

- Quelle est la valeur de ces structures (patterns) compte tenu du fait que les constituants sont très peu nombreux (en fait quatre : *solution*, *élément de solution*, *critère*, *justification de critère*) ? En d'autres mots, quelles seraient les probabilités de retrouver des structures centrées autour d'une solution ou d'un critère dans une organisation aléatoire ? Nous avons de plus remarqué que la plupart du temps ces structures étaient entre-croisées dans nos graphes. Peut-être existe-t-il alors d'autres façons de découper les graphes pour identifier des structures argumentatives ? Ces interrogations appellent un travail complémentaire d'analyse des graphes reposant sur une analyse statistiques des types de vecteurs ('Solution-Critère', par exemple) que l'on retrouve dans chaque séquence.

- Cette modélisation ne présente pas de distinction entre les critères. L'étude des graphes a pourtant montré que certains critères avaient un rôle de bascule très important dans l'évolution de la discussion. De plus, l'élaboration de la typologie de critères a également montré que certains critères, comme l'analogie, étaient jusqu'à 18 fois plus présent que d'autres. Que dire alors de notre modélisation mettant au même niveau l'ensemble des critères ? Il semble que notre travail comporte une faiblesse à ce niveau. Il faut cependant reconnaître que si l'on s'interroge sur cet aspect de l'analyse on se rend compte que la réponse à cette problématique n'est pas du tout triviale. En effet, comment décider du poids des critères mobilisés dans un argumentaire ? Devons nous choisir nous-mêmes leur poids ? Un concepteur, aussi expérimenté soit-il, est-il en mesure de pondérer des critères ? De la même façon qu'une proposition devient pertinente et « cruciale », au fur et à mesure de l'évolution d'un débat, il est fort à parier qu'un critère affiche un caractère déterminant uniquement une fois que le débat est conclu. L'analyse de pondération des critères demanderait donc à être réalisée a posteriori. Nous voyons ici poindre une problématique intéressante dans l'étude du processus décisionnel.

- Le modèle distingue les solutions et les approfondissements de solutions mais non les alternatives de solution. Nous avons pourtant ressenti le besoin d'une relation complémentaire présentant les alternatives comme étant différentes des approfondissements.

- Le modèle ne propose pas de différencier de manière évidente la solution finale retenue et reste alors limité quand à sa portée pour expliquer le mécanisme de convergence vers une solution commune.

Ainsi, notre méthode apparaît originale pour deux raisons. Premièrement, en convoquant les principes de l'ethnométhodologie dans une méthode quantitative issue de l'interactionnisme socio-psychologique sur un même tableau, elle se présente comme une méthode ouvertement « abductive » permettant d'obtenir des résultats à la fois qualitatifs et quantitatifs. Deuxièmement, en proposant un nouveau type de représentation temporelle, elle amène à des analyses dynamiques d'un nouveau type.

1.2 DISCUSSION AUTOUR DES RESULTATS QUANTITATIFS

1.2.1 LES APPROFONDISSEMENTS

L'utilisation de TATIANA donne la possibilité de créer des graphes temporels. Ces graphes gardent toutes les propriétés des graphes classiques SC mais prennent en compte la dimension du temps pour organiser les éléments du graphe. Ils ont permis de montrer que l'activité de conception était véritablement collective. A part quelques cas particuliers, tous les acteurs participent constamment aux échangent et aux « jeux » argumentatifs. Leurs profils interactifs montrent qu'ils sont tous force d'évaluation mais également force de propositions. Les graphes SCT mettent également en lumière différents mécanismes de mobilisation de critères au cours de la réunion. Nous avons ainsi pu constater que certaines argumentations avaient des structures éclatées en pieuvres. Ces structures, qui sont les plus fréquentes, reflètent la tendance des concepteurs à disséquer l'objet à concevoir pour analyser successivement tous ses composants. Les « pieuvres rouges » (cf. Chap. 6, 2.7.9) qui témoignent de la dynamique d'approfondissement de solution donnent naissance à des « pieuvres bleues », reflet de la dynamique d'approfondissement de l'argumentation. On constate alors une succession d'approfondissement portant dans un premier temps sur la solution, puis ensuite sur les critères. Cette double dynamique de l'approfondissement se retrouve de manière moins marquée dans les graphes des séquences 5 et 7 ou l'on constate que l'argumentation succède à un découpage de la solution en sous-éléments (cf. Annexe 9). Cette dynamique constitue l'un des résultats importants de ce travail de thèse. L'hypothèse selon laquelle « l'approfondissement est la base du mécanisme de convergence dans un débat » demande à être éprouvée dans des travaux futurs. Nous reviendrons ultérieurement sur cette hypothèse.

1.2.2 LE ROLE DU CRITERE

Comme nous l'avons dit, notre analyse quantitative portant sur la catégorisation proposée des interactions confère un rôle erroné au critère. Notre analyse fait, en effet, apparaître une place très minime réservée au critère. Cela est dû à la structure de notre grille. Même si l'argumentation est riche de critères, elle vise la majeure partie du temps à attaquer ou à défendre la solution. Nous avons voulu coder l'objet de l'interaction, c'est-à-dire sa cible. La solution est presque toujours la cible de l'argumentation. Le critère qui est simplement

convoqué pour argumenter disparaît alors de notre analyse statistique. C'est pour cela que nous avons voulu établir les graphes Solution-Critère. Cette analyse approfondie a montré que le critère était en réalité très présent dans la discussion mais qu'il était mobilisé pour argumenter sur une solution. Lorsque le critère constitue l'objet de l'interaction, il est quelques fois « proposé » et « évalué », plus rarement « expliqué ». Il peut sembler curieux qu'un élément si présent dans une discussion soit cependant si rarement la cible de la discussion. Ceci s'explique probablement en raison de l'expérience commune des concepteurs qui leur procure un ensemble de connaissances partagées ne nécessitant pas d'explication. Ainsi, lorsqu'un concepteur parle de « poids » ou d'« accessibilité », il a tendance à expliquer pourquoi il mobilise le critère mais non sa propre définition du critère. Comment expliquer que les concepteurs ne s'interrogent pas plus longtemps sur la valeur des critères proposés, sur la liste des critères à mobiliser ? Nous avons vu que certains critères étaient très fréquemment mobilisés, comment expliquer alors que les critères ne puissent être répertoriés et réutilisés d'une réunion sur l'autre ? Quelle serait alors la valeur ajoutée d'une liste de ces critères comme outils pour guider les décisions ? Cette liste représenterait une sorte de *check-list* dans laquelle les critères seraient répertoriés afin de voir s'ils peuvent appuyer ou attaquer la proposition et s'ils sont pertinents par rapport à d'autres. Cette méthode aurait l'avantage de faire prendre du recul aux concepteurs sur leur activité et de supporter l'activité sans la structurer. L'idée d'une *check-list* de critère n'est pas nouvelle, elle était déjà proposée par Pahl et Beitz (1996) (cf. Chap. 1, 1.5) pour définir au plus tôt une formulation la plus complète possible du problème. Ce caractère déterminant du critère est notamment mis en lumière dans notre étude dans les séquences où nous avons montré qu'il avait un rôle de « bascule » d'une solution à une autre. Ce phénomène de « bascule » montre comment la mobilisation d'un simple critère peut invalider intégralement une solution. L'AMS observée se trouvait en fin de processus et avait donc objet de valider du point de vue de l'assemblage des solutions déjà conçues. Cependant, certaines solutions envisagées sont rejetées sur la base d'un simple critère. Nous pouvons alors nous demander quel aurait été le résultat si aucun des concepteurs n'avait songé à mobiliser ce critère ? Dans le cas précis de la séquence, il s'agit du critère de « positionnement » qui est mobilisé par le concepteur fonction qui dit « *Voila donc heu par le passé on les faisait passer au dessus de la tôle heu dans cette zone donc au niveau du portique, derrière le ha derrière le silencieux* ». L'explication est donnée quelques interactions plus loin par le même concepteur : « *Ba parce que en fait les points qui sont à l'arrière, si heu la masse qui est à l'arrière on la fait passer intérieur longeron on a beaucoup de mal à faire router le treuil on a plus de place derrière* ». Ainsi le choix d'une solution de routage (intérieure ou extérieure) est orienté par le seul critère du positionnement qui doit permettre de laisser de la place pour le treuil. On imagine que si ce critère n'avait pas été mobilisé à ce moment, le choix d'un routage à l'intérieur du longeron aurait probablement entrainé des difficultés futures non négligeables dans le montage, probablement source d'une importante perte de temps. Lorsqu'on étudie ce critère en particulier dans la typologie que nous avons effectuée, on s'aperçoit qu'il est mobilisé une seule fois. Cette unique mobilisation a donc lieu lors d'une intervention capitale. Il est possible qu'un concepteur moins aguerri n'ait pas songé à évaluer la solution sur son positionnement. Cet argument

plaide en faveur d'une *check-list* exhaustive de critères servant d'aide mémoire et de guide à l'évaluation.

1.2.3 DES PISTES VERS UNE ASSISTANCE OUTILLEE

Dans cette section, nous nous servons de nos observations pour formuler des pistes d'outils d'assistance à la conception chez Volvo. Outre l'intérêt d'une *check-list* de critères qui assisterait l'argumentation et l'évaluation, il apparaît qu'un certain nombre d'outils pourrait supporter l'activité de conception dans le contexte particulier de l'AMS.

- L'analyse des fonctions de l'interaction montre que l'explication est l'interaction prédominante dans l'AMS. L'explication consiste à présenter et à développer une représentation que l'on a à propos d'une solution, d'un problème, etc. Il est curieux de voir que, dans l'AMS, aucun outil, autre que la représentation 3D partagée, ne serve la fonction explicative. De nouveaux médias d'expression pourraient donc s'avérer utiles pour supporter l'activité de l'AMS. Nous pensons qu'un outil type *tableau blanc partagé*[43] permettrait aux concepteurs de s'exprimer différemment et autoriserait une synchronisation cognitive (Darses & Falzon, 1996) plus rapide. Cette hypothèse est d'ailleurs renforcée par le fait que le concepteur Laura utilise des documents graphiques sous la forme de dessins techniques en ressources papier qui lui ont été transmis par Simon avant la réunion. Il y a donc bien un besoin de se transmettre des informations graphiques pour illustrer certaines démonstrations. On peut penser que si tous les acteurs de l'AMS avaient eu accès à ces documents graphiques, la compréhension de l'explication aurait été plus immédiate.

- Nous avons également montré que les concepteurs passent beaucoup de temps à se coordonner sur le projet. Une étude supplémentaire permettrait de voir si les concepteurs ont un besoin d'organiser les actions à venir dans le projet, et dans ce cas si un outil de type planning conviendrait ; si les interactions de projet renvoient plus véritablement à des actions passées dans le projet, un outil présentant les actions menées et les résultats serait un support adéquat.

- A un certain moment de l'AMS, un concepteur présent à St-Priest utilise un pointeur laser pour désigner l'endroit précis de la solution dont il parle sur l'écran de projection. Cet épisode laisse clairement apparaître le besoin d'un outil assurant une fonction déictique. Le pointeur laser est un outil d'utilisation localisée, il est invisible pour les concepteurs de Blainville. Il est évident qu'il représente une solution palliative et qu'un outil autorisant une utilisation à distance serait plus efficace dans le contexte d'une réunion à distance. Il faut alors s'interroger sur le meilleur moyen de remplir cette fonction déictique dans un contexte de travail à distance. Donner à tous un moyen de faire pivoter et de zoomer sur à la représentation 3D en pointant certains éléments n'est pas nécessairement le meilleur moyen de faciliter l'expression. On imagine rapidement

[43] Outil collaboratif permettant l'affichage de données graphiques sur lesquelles plusieurs personnes peuvent interagir simultanément en dessinant ou en incorporant des photos, des dessins, des éléments textuels, etc.

que cela risquerait de soulever des problématiques dans l'auto-organisation et dans la régulation des tours de paroles. Un système de tour de parole contrôler par un modérateur est proposé par certaines plateformes collaboratives (par exemple : La plateforme collaborative Marratech). Il nous semble qu'il pourrait représenter une bonne solution dans ce contexte particulier.

- Dans la section précédente, nous faisons l'hypothèse que la convergence repose sur une dynamique d'approfondissement de la solution, puis de l'argumentation ensuite. Cette dynamique consisterait à décomposer la solution, argumenter sur les composants, et puis justifier ces arguments. Cette hypothèse demande à faire l'objet d'un travail supplémentaire pour la vérifier. Cependant, si cette hypothèse est juste, alors tous les outils permettant d'approfondir la solution ou l'argumentation représentent des supports à l'activité de conception. Dans cette optique, une base d'informations riche et facilement consultable contenant un descriptif des pièces, de leur structure, de leur fonction ainsi que l'ensemble des règles de conception, semble encore être un des meilleurs moyens pour assister les concepteurs et leur permettre de décomposer une solution ou de justifier des arguments. C'est d'ailleurs comme cela que réagissent les concepteurs lors d'une séquence de l'AMS où de multiples approfondissements se succèdent. Un des concepteurs consulte une base de données accessible sous CATIA pour vérifier quelle est la valeur du diamètre d'un trou que préconisent les règles de conception (séquence 3).

- Enfin, nous avons vu l'importance pour les concepteurs de se référer à des solutions préétablies dans les projets antérieurs. Nous avons pour cela élaboré l'AGBIC dans l'entreprise GPI. Cet outil ayant été élaboré sur les observations faites dans le groupe AB Volvo, nous pensons qu'il représenterait également un outil efficace pour assister les concepteurs dans leur activité. Il est même possible que Volvo, en tant que grand groupe industriel tourné vers la production de masse, trouve un plus grand intérêt que GPI à réutiliser des solutions passées. Les produits conçus présentent plus de points communs que les installations que conçoit GPI, et sont donc susceptibles de partager des composants identiques ou proches.

Ainsi, l'observation et la catégorisation des interactions de l'AMS a permis d'identifier des phénomènes qui ouvrent des pistes pour la prescription d'outils d'assistance à l'activité. L'étude Volvo a également permis de formuler des explications sur la place du critère dans le processus argumentatif de conception. Nous proposons à présent de discuter des résultats obtenus dans l'étude de cas GPI.

2 PERSPECTIVES ET DISCUSSION DE L'ETUDE DE CAS GPI

Dans cette section, nous approfondissons et discutons des résultats obtenus dans l'entreprise GPI. L'étude GPI est constituée de deux temps correspondant aux étapes 2 et 3 de la DRM. Le premier temps était descriptif et nous a permis de nous familiariser avec le contexte tout en analysant l'activité des concepteurs de GPI. Ce premier moment, nous a

notamment permis d'élaborer le modèle des cas cruciaux. Ce modèle s'inscrit dans le prolongement de l'étude Volvo car il soutient que certaines informations, dites « cruciales », se distinguent d'autres informations par le fait qu'elles sont susceptibles d'être réutilisées. Ce modèle renvoie au critère d'analogie dont le rôle nous avait questionnés au terme de la première étude de cas. Le second temps de l'étude GPI correspond à une phase prescriptive. A partir du modèle élaboré lors de la phase d'analyse, nous avons développé un outil (l'AGBIC) devant à la fois favoriser l'argumentation et la réutilisation d'informations cruciales, tout en remplissant une fonction de capitalisation des connaissances techniques comme le souhaitait GPI.

Nous proposons de discuter de ces deux moments et examinons successivement :

- Le modèle des cas cruciaux, en montrant notamment la force de sa visée explicative à la fois simple mais en relation directe avec le contexte. Nous montrons comment il représente une base théorique fiable pour un outil opérationnel.
- L'AGBIC et le rôle particulier que lui confère sa capacité à assister sans pour autant structurer et normaliser l'activité. Nous exposons également les difficultés que nous avons rencontrées pour l'intégrer dans les pratiques de travail de GPI. Enfin, nous proposons quelques pistes de recherches pour des travaux futurs.

2.1 LE MODELE DES CAS CRUCIAUX

Comme nous l'avons dit, le modèle des cas cruciaux a été élaboré sur la base du concept de la « connaissance cruciale » défini par Grundstein (2000a) (cf. chap.7, Figure 77). Ce modèle a pour objet de décrire comment les connaissances cruciales interviennent dans la résolution d'un problème crucial. Il pose ainsi les bases d'une méthode de gestion de la connaissance qui soit efficace dans un contexte réel.

Même si l'organisation informelle du travail dans GPI est propre aux petites structures qui cherchent à décrocher des offres grâce à leur réactivité et à leur dynamisme, la problématique dont nous a fait part le responsable Etudes et Réalisations de GPI est commune au domaine de l'ingénierie en général. Les petites structures comme les grandes vendent de l'ingénierie, c'est-à-dire un produit obtenu par la mise en usage de leurs connaissances techniques et méthodes de travail. Il est donc primordial pour elles de capitaliser leurs savoirs et leurs expériences de la conception dans leur domaine. Le *Design Rationale,* qui permet de suivre les raisons des choix de conception, a vocation à expliciter les connaissances propres aux raisonnements et démarches de conception d'un groupe de concepteurs ou d'une entreprise. Nous avons donc tout naturellement tenté d'utiliser les outils qu'il propose pour répondre à la problématique de GPI. De plus, le DR a l'avantage pour notre recherche d'être élaboré autour des théories de l'argumentation, notamment du modèle de Toulmin (1958). Il représentait alors pour nous une solution plausible pour répondre à la problématique industrielle de GPI visant à capitaliser ses connaissances, et à la problématique de recherche visant à décrire la construction collective de l'argumentation dans un contexte réel de conception. Compendium, outil construit sur un modèle du *design*

rationale (IBIS), s'est cependant révélé totalement inefficace pour répondre à la problématique de recherche comme à la problématique industrielle. Nous avons constaté qu'un tel outil, pourtant conçu pour aider les entreprises à conserver les raisons des choix de conception, a montré des limites importantes dans sa mise en usage. En effet, les tests réalisés avec Compendium ont fait apparaître de grandes difficultés pour sélectionner, extraire et classer l'information pertinente pour construire les graphes. Ces dysfonctionnements d'utilisation existent pour une utilisation à la volée comme pour une utilisation a posteriori des moments de travail en commun. Dans son usage, Compendium nécessite des compétences relevant de la rhétorique, afin de classer et de relier les éléments du dialogue des concepteurs, du domaine technique d'ingénierie de l'entreprise, pour comprendre de quoi parlent les concepteurs, et de manipulation du logiciel qui nécessite un certain degré de prise en main pour organiser les graphes prenant très rapidement un certain volume. Par ailleurs, il est énormément consommateur de temps pour mettre à jour les graphes et pour les consulter. L'outil que nous avons proposé s'est révélé plus opérationnel. Il ne présente aucune des contraintes dont fait état Compendium. Aucune connaissance en argumentation n'est nécessaire pour utiliser l'AGBIC. L'outil nécessite un apprentissage minimum pour s'en servir. Le fonctionnement par onglets et les contrôles classiques de saisie restent manipulables de manière intuitive pour une personne travaillant sur un ordinateur. De plus, les contraintes de temps ont également été prises en compte. La création d'une fiche comme la consultation d'une fiche sont très courtes. La création nécessite de remplir une vingtaine de champs dont trois seulement sont indispensables pour l'enregistrement de la fiche. De plus, la saisie est assistée au moyen de listes ou de grilles qui guident l'utilisateur. La consultation des fiches a également été pensée de façon à faciliter la tâche à l'utilisateur. Le fonctionnement type « boite mail » (grille dans la partie supérieure de l'écran et détails de la fiche dans la partie inférieure) autorise la consultation d'un grand nombre de fiches rapidement. La recherche s'effectue automatiquement sur un ou plusieurs mots et on peut estimer à quelques secondes l'affichage d'un résultat pour une recherche dans une base contenant plusieurs centaines de fiches. Pour une mise à jour de fiche, l'application renvoie l'utilisateur à l'écran de création mais cette fois-ci les champs sont pré-remplis. Ainsi, la compréhension de l'interface est là encore instantanée et sa manipulation immédiate.

Pour résumer, L'AGBIC a été imaginée de manière à présenter un haut niveau d'ergonomie. Sa conception a été pensée en fonction de l'activité et du profil des utilisateurs et c'est à travers un cycle itératif d'analyse et développement qu'ont été incorporées les attentes des utilisateurs finaux. Il faut ici remarquer que le résultat de notre méthode concernant l'utilisabilité de l'AGBIC s'accorde avec les travaux du *Knowledge Management* qui ont montré que les méthodes rédactionnelles sont beaucoup plus adaptées que les méthodes de modélisation (Stephan, 2007). Elles dispensent l'analyste comme l'utilisateur de modéliser un domaine entier de connaissances et le dispensent en même temps de se familiariser avec une nouvelle syntaxe et des nouvelles règles relatives au modèle. Compendium qui prévoit l'utilisation d'une panoplie de catégorie de nœuds et de liens est victime de cet effet.

2.2 L'AGBIC

2.2.1 ASSISTER L'ACTIVITE SANS LA STRUCTURER

Comme nous l'avons déjà exprimé, nous n'avions pas pour objectif de structurer l'activité de conception en l'enfermant dans un carcan organisationnel qui permettrait de dicter les pratiques à suivre pour édifier une solution. Notre démarche est de décrire l'activité menée par les concepteurs dans nos situations d'études afin de proposer un outil qui se limiterait à l'assistance. Le paradoxe provient du fait que selon les principes de la Théorie de l'activité, l'activité est dépendante de l'outil qui la permet. Un sujet ayant une tâche à réaliser ne s'y prendra pas de la même façon suivant les outils dont il dispose. D'après ce principe, supporter l'activité sans la guider apparaît alors impossible.

Soucieux de ne pas interférer dans les pratiques des concepteurs, nous avons décidé de n'associer aucune contrainte à l'AGBIC. Son utilisation initiale prévoyait une liberté totale pour les utilisateurs qui pouvaient choisir de la délaisser ou non. Au fur et à mesure du développement de l'application, un responsable de GPI, désireux d'avoir un contrôle sur la BIC (Base d'Informations Cruciales), a instauré un nouveau principe de fonctionnement. Dorénavant la rédaction des fiches serait décidée par lui, il nommerait alors un auteur et effectuerait la validation après rédaction. Ce nouveau fonctionnement altère les pratiques de l'entreprise en ajoutant une tâche supplémentaire à la liste de celle que le responsable et les autres concepteurs doivent déjà effectuer. Notre outil supporterait alors l'activité et la modifierait. Il faut nuancer cette conclusion. Premièrement, en instaurant un décideur autre que le rédacteur, le responsable Etudes et Réalisations a changé l'utilisation de l'outil que nous avions prévue d'après nos objectifs. Même si l'outil est l'objet de la nouvelle pratique, la décision prise de mettre en place une gestion autoritaire de rédaction de fiches est voulue par l'entreprise. Ce n'est donc pas notre action qui a directement modifié les pratiques mais plutôt l'entreprise qui a commencé à s'approprier l'outil. Deuxièmement, l'AGBIC a le double objectif de permettre la capitalisation des connaissances de GPI tout en favorisant la réutilisation de solutions antérieures. L'activité de conception n'est en rien dépendante de notre outil. Les concepteurs peuvent continuer à travailler sans système d'assistance. Il ne s'agit pas d'un système expert ou d'un nouveau logiciel de modélisation pouvant remplacer les concepteurs et assumant la responsabilité en cas de mauvaise conception. L'AGBIC a véritablement le rôle d'aide sans jouer le rôle de guide. Notre outil modifie légèrement la liste des tâches à réaliser pour chacun des concepteurs mais il ne structure en rien l'activité de conception de GPI. On peut alors dire que notre objectif de supporter sans guider est atteint.

2.2.2 FACTEURS EXPLICATIFS DE LA NON MISE EN PRATIQUE

Nous avons observé que les concepteurs avaient délaissé l'AGBIC. Nous proposons ici quelques éléments qui constituent selon nous des pistes pour expliquer ce non usage.

Un analyste souhaitant intervenir dans un contexte industriel dépourvu d'un département de Recherche et Développement reconnu et habilité à entreprendre des modifications dans

l'organisation de l'entreprise, doit avant tout penser à se faire accepter de façon à ce que sa démarche soit traitée avec considération par le reste des employés. Plusieurs difficultés jalonnent ce processus d'intégration et d'intervention dans l'entreprise.

L'intégration

Dans un premier temps, il est important de réussir à présenter ses objectifs de manière claire. Il est primordial que les employés parviennent à vous étiqueter pour vous intégrer dans l'entreprise. Cette première étape n'est pas nécessairement évidente lorsque l'on entreprend une démarche d'observation et d'analyse destinée à fournir des résultats à long terme. Nos objectifs peuvent paraître quelque peu dérisoires dans un contexte ou la pression du marché place les employés en face des réalités immédiates du terrain. Lorsque les acteurs de l'entreprise ont compris l'intérêt d'une analyse des pratiques de travail, il faut se faire accepter en tant qu'agent intervenant étant à même de réaliser l'étude et donc en droit d'attendre une certaine participation de chacun. La position de stagiaire est à ce stade vraiment handicapante.

L'analyse

Une fois l'utilité de l'étude démontrée et une fois que l'on a réussi à établir que l'on était une personne susceptible de mener cette étude à bien, il s'agit de la réaliser. Alors seulement commence le véritable travail d'analyse suivant une méthode rigoureuse. Il faut mener son étude de façon à capter l'activité réelle de l'entreprise et à véritablement cerner les problématiques inhérentes à son fonctionnement. Les problématiques et dysfonctionnements réels étant souvent invisibles aux acteurs mêmes de l'entreprise (nous avons été orienté vers les comptes-rendus alors qu'il s'agissait d'une vision même de l'entreprise consistant à considérer les projets et non les produits), il faut s'assurer une prise de recul maximale et refuser tout parti pris.

La prescription

Le travail d'analyse effectué, il faut alors imaginer une solution qui pourra subvenir au dysfonctionnement que l'on a mis à jour. Cette solution devra être viable dans le contexte technique, humain, et organisationnel de l'entreprise. Il faut penser à une solution adaptée, c'est-à-dire une solution qui ne demande pas de ressources humaines ou techniques hors de portée de l'entreprise. Dans notre cas, nous ne savons pas si la solution imaginée était mauvaise, ou s'il s'agit simplement de sa mise en œuvre. Voici un récapitulatif des facteurs qui, selon nous, ont joué un rôle défavorable à la mise en place de notre outil :

- Le département QHSE a véritablement pris de la consistance peu de temps avant le début de ma période d'observation. Il était auparavant inexistant et les tâches relevant de la qualité ou de la sécurité étaient assignées à un membre du département Réalisations. Le département QHSE a été attribué à un employé de l'entreprise Pharmacos à titre de tâche secondaire. Cet employé, nouvellement arrivé, devait donc travailler à temps partiel entre l'entreprise Pharmacos et le département QHSE de GPI. Autrement dit, le département QHSE comportait deux acteurs : l'un travaillant

essentiellement dans le département Réalisations et l'autre appartenant à l'entreprise Pharmacos. Ce dernier répartissait son temps entre le développement du système qualité de GPI et les différentes tâches qui incombaient à son poste au sein de Pharmacos. La récente mise en place de ce département ainsi que l'absence de personne intégralement dévolue à son développement ont contribué à rendre ce département relativement précaire. Au cours de la période d'observation, l'employé de Pharmacos a été assigné à une mission sur un lieu géographiquement éloigné l'empêchant de continuer sa mission de mise en place du système qualité de GPI. GPI a été forcée d'employer une autre personne à temps partiel pour continuer les actions entreprises au sein du département QHSE. Au cours de l'année 2009, sont apparues des difficultés financières interdisant le recrutement de personnel supplémentaire et forçant l'entreprise à se séparer du personnel non encore engagé. Le département QHSE s'est ainsi vu privé du seul employé affecté à sa mise en place et n'en a plus disposé par la suite. Cette précarité représente l'une des difficultés à laquelle j'ai du faire face lors de mon travail.

- la durée de présentation et d'accompagnement de l'outil a été largement trop courte. En effet, même si l'outil a été présenté individuellement à chacun des employés de GPI, la présentation est restée relativement rapide et La mise en place de l'outil n'a pas été accompagnée sur une assez longue période.

- Il est également probable que le travail collaboratif d'élaboration du logiciel n'ait pas été assez marqué ni assez prolongé, limitant alors le processus d'appropriation de l'outil par les concepteurs et futurs utilisateurs.

- La personne s'étant engagée à motiver la mise en usage n'a pu créer un mouvement dynamique d'utilisation. Cela est probablement du à la surcharge de travail l'ayant empêché de s'investir dans la mise en place de l'outil.

- L'absence de pression hiérarchique a joué également en rôle dans la perception de l'utilisation de l'outil qui a été vu comme facultatif et donc inutile ou trop coûteux en temps à court terme.

- Comme nous l'expliquons ultérieurement (3.1), la notion de problème crucial est peut-être trop abstraite pour permettre une utilisation collective efficace et affirmée. Il faut peut-être chercher d'autres indicateurs plus facilement appréhendables ou d'autres façons de les présenter.

- Une base de connaissances est censée vivre, elle doit nourrir les concepteurs de connaissances et recueillir également de nouvelles connaissances. Une base vide a un usage nul pour les concepteurs. Dans les premiers temps, elle ne représente qu'une contrainte. Plus une base est riche et plus elle est en mesure d'aider les concepteurs. C'est véritablement sur le long terme que son intérêt est révélé. Il est probable que les concepteurs ne soient pas sentis investis dans la gestion d'un outil sur le très long terme dont la logique leur paraissait obscure.

- Même s'il est vrai que ma présence et mon action étaient légitimées par la mission qui m'était confiée, l'intervention faite dans le cadre d'un stage, n'a peut-être pas présentée la crédibilité dont aurait pu bénéficier le travail d'un spécialiste expérimenté.

- Enfin malgré nos efforts, il se peut que la responsabilité de manipuler un outil public et d'y inscrire des informations pour le très long terme et censées être réutilisées par toute l'entreprise, représente encore une prise de risque que les concepteurs refusent. Cela représente pour eux uniquement un travail supplémentaire et un risque de « mal faire » dont ils se passent volontiers.

Ces hypothèses expliquent pourquoi nous n'avons pas pu obtenir la mise en usage de l'outil. L'outil ne s'est pas intégré aux pratiques de l'entreprise et nous n'avons pas pu vérifier sa pertinence. L'instrumentation telle que la définit Rabardel (1995) n'a pas eu lieu malgré les efforts que nous avions faits pour impliquer les concepteurs dans la création de l'outil.

Dans la section suivante, nous proposons certaines pistes pour prolonger notre travail et mettre en place l'AGBIC. Notre étude de l'activité de GPI a cependant permis de poser des hypothèses de réponse à la problématique industrielle. Elle a permis en même temps de développer un outil de capitalisation d'informations qui pourra éventuellement faire l'objet d'une nouvelle tentative d'intégration aux pratiques de conception dans l'entreprise GPI ou dans un autre contexte rencontrant la même problématique. Cette étude de cas a également fourni des hypothèses de réponse à la problématique de recherche. En offrant la définition d'un outil support à l'activité d'argumentationen conception et les conditions de son utilisation elle a permis de montrer que l'argumentation est fortement dépendante du contexte et que même si sa structure et son fonctionnement sont d'essence sémantique, elle est régie par des lois inhérentes au contexte. Ces lois organisationnelles, sociales, psychologiques ou institutionnelles sont à même de conditionner complètement un processus argumentatif au point qu'un outil construit sur la base d'un besoin identifié et adapté au contexte spécifique de son utilisation future, rencontre des difficultées pouvant compromettre sa mise en place intégralement.

2.2.3 PERSPECTIVES POUR L'AGBIC

Notre outil n'a pas été utilisé dans l'entreprise. Nous avons proposé plusieurs explications à cet abandon. Nous proposons maintenant de réfléchir à des moyens de contourner ces difficultés et suggérons de nouvelles dispositions pour développer les conditions favorables à la mise en pratique de l'application. Voici quelques pistes d'amélioration de l'outil et de la démarche :

- Comme nous l'avons déjà dit, il serait intéressant de prolonger l'accompagnement de la mise en place de l'outil et de continuer à essayer d'introduire l'outil dans les pratiques des concepteurs en veillant notamment à ce que des fiches soient rédigées fréquemment au cours des différents projets que rencontre GPI. Le choix de la rédaction des fiches était alors décidé par une unique personne qui devait désigner un concepteur chargé de la rédaction et valider la fiche rédigée. L'impulsion nécessaire à la décision de rédiger une

fiche ne pourrait-elle pas se faire différemment, par exemple en commun lors des réunions de projet ?

- La base d'informations étant à l'origine vide, il pourrait être pertinent de songer à lui apporter un capital d'informations de départ. Les concepteurs qui trouveraient la réponse à leur problème de conception auraient ainsi la démonstration immédiate de l'intérêt d'une base d'information partagée.

- Il faudrait également se demander si l'interface et le fonctionnement de l'outil sont si triviaux que ce que nous pensons pour les concepteurs.

- Comme nous le suggérons dans la section suivante, nous pensons que si la logique et la portée d'une application n'est pas bien perçue par les utilisateurs, il est peu probable que ceux-ci l'utilisent tout simplement parce qu'ils n'en comprennent pas l'intérêt. Ainsi, un premier travail d'explication approfondie de l'intérêt de l'outil se révèle peut être nécessaire pour mettre en place un procédé d'appropriation.

- Il convient également de se demander si ce n'est pas le concept de « problème crucial » qui est resté obscur pour les concepteurs. Peut-être est-ce la difficulté à identifier des problèmes cruciaux qui a bloqué toute initiative de rédiger des fiches ? Dans ce cas, quels pourraient être les indicateurs objectifs des problèmes cruciaux : un ratio du temps consacré à la résolution par rapport au nombre de personnes mobilisées, etc ? Ou peut être de ne plus parler de problèmes cruciaux et de décider ensemble des couples problèmes-solutions dont on voudrait garder la trace.

Suite à cette réflexion portant sur les moyens de faire vivre la BIC, on peut également se demander si des prolongements de cette recherche, ou même d'autres types de recherches, pourraient être menés avec l'AGBIC. L'AGBIC représente un outil de recherche intéressant car elle permet d'aborder la conception, à l'image de ce que notre démarche d'analyse était, à savoir, avec un œil avant tout descriptif. Même si sa portée est assurément prescriptive, l'outil se présente résolument comme « un lieu d'observation de l'activité de conception ». Cela pour trois raisons : tout d'abord la base d'informations qui permet d'obtenir une idée de la manière dont les concepteurs gèrent leurs connaissances et ce qu'ils souhaitent conserver pour le futur ; deuxièmement, la fonctionnalité d'historique permet de voir comment s'établit la construction collective de connaissances ; enfin troisièmement, la fonction de traçage permet d'étudier les usages faits du logiciel. Dans notre cas précis, l'outil devait permettre de vérifier la pertinence du modèle de cas cruciaux dans la conservation de connaissances et dans l'élaboration de solutions technologiques par l'analogie. En tant qu'outil d'observation, il peut supporter d'autres recherches. Voici des perspectives permettant de prolonger nos travaux :

- Il serait intéressant d'étudier dans quelle mesure une fiche peut aider à l'élaboration d'une solution nouvelle. Les solutions sont-elles majoritairement reprises telles quelles ou font–t-elles toujours l'objet de reconception ? Comment les fiches sont-elles véritablement utilisées dans l'élaboration d'une solution ? Plusieurs acteurs

interviennent-ils pour trouver une fiche et tenter de l'adapter ? Nous avons vu que la construction d'une analogie se faisait par la mobilisation de critères de comparaison entre le couple problème-solution « cible » (à concevoir) et le couple problème-solution « source » (solution en mémoire). Dans cette optique, une fiche nécessiterait la participation de plusieurs concepteurs pour autoriser le transfert d'un principe de solution.

- Grâce à l'historique des fiches, l'outil peut également servir à analyser la co-construction des connaissances dans l'entreprise. En effet, on peut se demander comment les fiches évoluent ? quelles sont celles qui sont mises à jour ? quand et pourquoi ? La fonctionnalité de conservation de l'historique représente un parfait outil pour étudier cette co-construction car elle trace les modifications de la fiche avec les moments et les acteurs qui les font.

- Concernant notre problématique, il serait pertinent d'essayer de mettre en place l'outil dans une autre situation de conception et de voir dans quelle mesure les concepteurs s'en satisfont ou au contraire s'en désintéressent, et dans ce cas réfléchir aux dispositions à prendre pour l'adapter. Qu'en serait-il d'essayer d'intégrer l'AGBIC dans le contexte Volvo ? Nous avons vu que le concepteur Laura utilise des documents papiers pour se remémorer une solution passée et essayer de construire une analogie pour défendre une proposition de solution. Le besoin de construire des analogies est présent aussi bien chez Volvo que chez GPI. Cet épisode dans l'AMS fournit un exemple de ce qui pourrait être considéré comme un cas crucial dans l'entreprise Volvo.

Nous proposons à présent une synthèse de l'ensemble de nos réflexions.

3 DISCUSSION GENERALE

3.1 ANALYSER POUR PRESCRIRE

Nous venons de nous livrer à une critique de l'outil, nous souhaitons à présent nous interroger sur le bien-fondé de notre approche à la fois montante et descendante.

La difficulté à identifier des sujets de l'interaction nous interroge sur les représentations et sur la compréhension qu'ont les concepteurs de leur propre activité. Les analystes voient un intérêt à dissocier plusieurs sujets de l'interaction car cela permet de distinguer des objets et de les caractériser en vue de mieux assister l'activité. Cependant, si au terme de l'étude la limite entre ces concepts et si floue, est-ce que la distinction entre les différents sujets mérite véritablement d'être considérée ? En d'autres mots, est-ce que la distinction entre différents sujets existe dans le système de représentation des acteurs de la situation ? L'ethnométhodologie préconise une analyse d'après les représentations personnelles qu'ont les acteurs de leur tâche. Cela interdit alors une catégorisation appliquant un modèle théorique qui à travers une démarche top-down permettrait d'analyser et de comprendre les agissements des concepteurs. Nous avions pensé résoudre cette problématique en

associant une vision empirique à notre étude, vision qui permettrait de questionner la théorie aussi bien que la théorie interroge la situation étudiée. Force est de constater que discerner des catégories, en ayant des apports à la fois théoriques et empiriques, reste laborieux. Peut-être alors qu'en essayant de faire entrer dans des catégories des productions langagières issues d'un individu ne réalisant pas la même catégorisation, on risque de déformer ses propos et de s'écarter du sens des échanges. Ainsi, nous pensons que notre étude aurait pu s'enrichir de l'implication directe d'un des acteurs de la situation pour participer à la construction de la grille. En suivant une méthode se rapprochant de l'auto-confrontation (Clot, Faïta, Fernandez & Scheller, 2001), nous aurions pu définir des catégories d'analyse des interactions, qui même si elles ne permettent pas de mieux caractériser l'activité, représentent quand même la vision la plus proche qu'ont les acteurs de leur propre activité et permet alors de parvenir à une meilleure compréhension de celle-ci. En d'autres mots, peut être qu'un concepteur participant à la réunion de conception n'a pas une conscience très détaillée de ce qu'il fait mais son activité est guidée par sa perception, et peut-être qu'il faut accepter de se placer au niveau d'ignorance ou se situe l'acteur pour assister son activité au plus proche. Développer alors des outils d'une trop grande complexité qui nécessiterait une transformation globale de la représentation que le sujet se fait de son activité est peut être voué à l'échec pour cette raison. Cette hypothèse est d'ailleurs vérifiée par le résultat que nous avons obtenu lors de la mise en place de l'outil AGBIC dans l'entreprise GPI. En effet, parmi les hypothèses d'abandon de l'outil que nous avons formulées, l'hypothèse qui nous semble le plus pertinente est celle qui concerne la difficulté à détecter des problèmes cruciaux. Nous pensons que si aucune tentative de rédaction de fiche n'a été faite, c'est avant tout car aucun concepteur n'a réussi à identifier un problème crucial. Le concept de problème crucial nécessite la construction d'une représentation d'un niveau d'abstraction très élevé qui peut être difficile pour des concepteurs dont le modèle et les mécanismes ne sont expliqués qu'au cours des réunions et entretiens individuels. Un temps de réflexion et d'assimilation semble nécessaire. Demander à des personnes non expertes en ingénierie des connaissances d'identifier des problèmes cruciaux seulement après une rapide présentation des concepts en jeu se trouve être un objectif inaccessible. Cette conclusion à laquelle nous arrivons met en lumière un point capital dans la démarche de l'ergonomie cognitive : il faut veiller à concevoir un outil qui corresponde aux besoins réels identifiés par une analyse de l'activité, mais il faut également faire attention à ce que les utilisateurs perçoivent la portée finale ainsi que le principe de fonctionnement de l'outil. Nous tenons à rappeler que l'utilité d'un outil reste l'argument principal justifiant sa mise en place et que c'est celle-ci qui doit être démontrée pour que l'utilisateur y cherche un intérêt. Si un utilisateur est convaincu que l'outil lui sera utile, celui-ci aura beau être difficile à utiliser, n'afficher aucun design et comporter d'autres défauts, le concepteur mettra une sincère bonne volonté pour le manipuler. Ainsi, si l'outil repose sur un modèle théorique (comme c'est le cas dans notre travail), il s'agit de prendre le temps nécessaire pour expliquer le modèle et s'assurer que les futurs utilisateurs l'ont compris. Notre outil repose sur le principe du constructivisme et prévoit la participation de chacun pour fonctionner. Il est très important de s'assurer que les futurs utilsateurs ont également assimilé cette notion avant de laisser l'outil à leurs soins. La difficulté de cette

démarche provient du fait que lorsqu'une équipe de chercheurs travaille plusieurs mois à l'élaboration d'un modèle et élabore un cadre conceptuel complexe, la transposition de ces connaissances aux concepteurs demandent un important travail d'explication. La compréhension des présupposés théoriques soutendant le fonctionnement et l'architecture de l'outil est loin d'être immédiate, elle reste cependant nécessaire pour que les futurs utilisateurs perçoivent la portée de l'outil et fassent l'effort nécessaire pour l'intégrer dans leurs pratiques. Si les utilisateurs ne comprennent pas qu'ils gagnent quelque chose en utilisant l'outil, alors ils ne l'utiliseront pas. Ainsi, même si nous avons veillé à l'ergonomie en utilisant un vocabulaire provenant du « jargon » de l'entreprise ou en proposant un fonctionnement par onglets, le simple fait d'utiliser un concept flou pour les futurs utilisateurs a suffi à discréditer en partie l'outil.

Nous proposons à présent une discussion théorique qui doit permettre de situer les deux notions centrales de notre recherche : l'analogie et le critère.

3.2 L'ANALOGIE POUR PROPOSER, LE CRITERE POUR CRITIQUER

La première étude de cas dans l'entreprise Volvo nous a permis d'identifier des patterns d'interactions dans la construction de l'argumentation en conception. L'étude de l'argumentation qui portait sur l'identification des thèses et des arguments pro ou contre s'inspirait de la vision de Toulmin (1958) et fournissait alors une description de l'argumentation sous son aspect dialectique. L'ethnométhodologie nous encourageant à considérer le contexte d'énonciation pour comprendre la visée des interactions, nous avons également pris en compte des éléments tels que les statuts socio-institutionnels, l'expérience et les objectifs des acteurs. L'argumentation se trouvait alors décrite avec une approche pragmatique. La seconde étude dans l'entreprise GPI se demandait comment concevoir des solutions tout en mettant à profit l'ensemble des connaissances élaborées par l'entreprise au cours des différents projets. L'argumentation n'est plus abordée comme une activité de la rhétorique devant permettre à un orateur de faire adhérer l'auditoire à sa cause, mais comme une activité appartenant à une organisation sociale et technique plus large, et devant permettre de prendre des décisions efficientes pour la conception d'un produit. Ce sont véritablement les enjeux techniques qui sont alors le centre de nos préoccupations. L'argumentation n'est pas étudiée au niveau de sa structure et de ses mécanismes mais en fonction de ses objectifs en tant qu'elle constitue une activité pratique intégrée dans un système orienté vers la conception d'un objet devant atteindre un certain seuil de performance. Dans cette optique, il ne s'agit pas de connaître les opinions de tel ou tel acteur d'un débat et les arguments décisifs ayant amené à la prise de décision, il s'agit d'étudier l'élaboration d'un concept de solution au fur et à mesure de sa confrontation à diverses expertises et de comprendre comment sont mobilisés les connaissances et les savoirs de l'entreprise dans son processus de conception. Ainsi, dans la première étude l'argumentation est présentée comme une activité confrontant différents points de vue entre des experts (notamment un groupe fonction et un groupe de fabrication) et dans la seconde étude l'argumentation est perçue comme une activité intégrante d'un processus plus large de conception. Quels sont les apports si l'on confronte les deux études ?

Nous avons vu que l'argumentation, par une dynamique d'évaluation en commun des solutions, permettait en réalité de traiter successivement plusieurs propositions de solutions afin d'en sélectionner une (ou de définir l'action à mener pour la définir). Même si nous n'avons pas étudié le processus décisionnel et la prise en compte des différentes opinions dans le choix final de la solution, nous avons étudié le processus d'argumentation et d'évaluation en commun. Nous tenons à souligner que dans une AMS Volvo, malgré le fait que le but de la réunion est d'évaluer une solution, de nombreuses propositions sont faites et, en réalité, les solutions finales choisies pour le développement du produit sont parfois édifiées en commun au cours de la réunion. L'argumentation en conception apparaît dès lors non seulement comme un moment d'évaluation mais également comme un moment qui peut conduire à de la proposition. Cet aspect ambivalent de l'argumentation se retrouve incarné dans l'outil que nous avons proposé l'AGBIC. En effet, la problématique industrielle que nous avons cherchée à traiter dans l'entreprise GPI portait sur la capitalisation des connaissances. L'idée de GPI était de conserver les raisons des choix de conception afin de réutiliser des solutions passées pour en élaborer de nouvelles. Il s'agit donc bien d'un outil devant favoriser la proposition de solution. D'un autre côté, notre objectif de recherche était d'encourager la mobilisation de connaissances passées pour assister l'activité collective d'argumentation. En proposant une base de cas qui permettait de confronter les connaissances, la visée de notre démarche était de faciliter la confrontation de connaissances et donc l'analyse collective du problème. Ainsi, dans l'outil de gestion de la base de connaissances, la dimension de proposition et d'analyse du problème (par l'argumentation collective) sont intrinsèquement combinées sur un même plan. La première dans son usage, la seconde dans son objet. Nous voyons ici la marque de la co-évolution du problème et de la solution dans la conception. La dimension du problème est traitée par l'activité d'argumentation qui permet de définir les contours de ce dernier, et la dimension solution est traitée par l'activité de proposition qui apporte des éléments constitutifs de la solution finale. La relation entre ces dimensions s'établit autour du processus cyclique d'analyse et de proposition. Cette dynamique est perceptible lorsqu'on étudie précisément la place de l'analogie dans les échanges entre les concepteurs. Voici trois extraits témoignant de la présence des analogies construites pour argumenter dans l'AMS (cf. Figure 82, Figure 83, Figure 84).

Extrait 1.

0:09:39	**SYLVAIN**	heu là on voit le collier HB bleu là heu, ouais
0:09:42	**SYLVAIN**	alors sur la balayeuse il faut l'orienter à l'envers
0:09:45	**SYLVAIN**	alors je sais pas si
0:09:48	**LAURA**	Si
0:09:50	**SYLVAIN**	sur le CCF c'est pareil
0:09:50	**LAURA**	c'est pareil sur le CCF
0:09:52	**SYLVAIN**	bon ok, faut que le faisceau soit
0:09:54	**SIMON**	par-dessous?
0:09:55	**LAURA**	Ouais

FIGURE 82. PREMIER EXEMPLE D'ANALOGIE DANS L'AMS

Dans cet extrait, Sylvain et Laura font remarquer à Simon que le montage du collier HB se fait autrement sur le véhicule CCF.

Extrait 2.

0:13:13	**DAMIEN**	parce que la distance du bord par rapport au trou est trop longue
0:13:15	**LAURA**	Voilà
0:13:15	**SYLVAIN**	voilà exactement,
0:13:17	**LAURA**	donc là il faut revoir un peu la distance du du à ce niveau là
0:13:21	**DAMIEN**	est ce que c'est bon sur la balayeuse ça ?
0:13:23	**SYLVAIN**	heu sur la balayeuse aujourd'hui heu on a juste des trous, et les pattes heu, la distance entre le bord et le trou est trop trop importante
0:13:31	**DAMIEN**	d'accord

FIGURE 83. SECOND EXEMPLE D'ANALOGIE DANS L'AMS

Ici, les acteurs s'inspirent du montage fait sur le véhicule balayeuse pour déterminer une distance entre le bord du portique et un trou.

Extrait 3.

0:24:58	**DAMIEN**	J'ai une question à cet endroit là, c'est certainement sur le 636 qu'on avait vu ça,
0:24:58	**DAMIEN**	en imaginant que la cosse qui est à gauche là pivote et touche la tôle, ça fait des -étincelles là
0:25:14	**ROBERT**	celle de gauche?
0:25:14	**DAMIEN**	celle de gauche
0:25:15	**LAURA**	Et apparemment sur la balayeuse ils ont mis des bonnettes hein?
0:25:17	**SYLVAIN**	ouais il y a des bonnettes là
0:25:18	**SIMON**	oui il y a des bonnettes oui
0:25:19	**LAURA**	Ouais, c'est des bonnettes
0:25:20	**SYLVAIN**	c'est obligatoire les bonnettes hein
0:25:21	**DAMIEN**	d'accord
0:25:21	**LAURA**	donc heu même, elle peut tourner, également
0:25:25	**DAMIEN**	Parce que sur le 636 il doit pas en avoir je pense?
0:25:27	**LAURA**	oui nan il y en a pas
0:25:28	**DAMIEN**	C'est ça parce que ça va gêner j'ai regardé ça
0:25:30	**LAURA**	non il y en a pas de mise en place
0:25:30	**LAURA**	parce que ils n'avaient pas demandé
0:25:30	**LAURA**	mais sur la balayeuse ça a été mis en place. Ca sera mis futurement
0:25:31	**LAURA**	Sur le CCF y'en avait pas de bonnettes, c'était pas préconisé, sur la balayeuse oui ? donc…

FIGURE 84. TROISIEME EXEMPLE D'ANALOGIE DANS L'AMS

Ce troisième extrait est intéressant car il montre clairement que : l'analogie servant l'argumentation, on peut se servir d'une analogie pour réfuter une autre analogie ; le véhicule balayeuse dispose de bonnettes permettant d'isoler les cosses mais le véhicule 636 n'en dispose pas, chacun des argumentaires s'appuient sur une analogie avec un véhicule déjà conçu.

Lorsqu'on approfondit les moments d'analogie, on s'aperçoit que les analogies sont construites collectivement. Les éléments de comparaison permettant d'accoler le 'cas source' au 'cas cible' sont énoncés par l'ensemble du collectif (cf. chap.3). On constate alors

que La discussion change de nature lorsque les concepteurs réalisent ce raisonnement collectivement. Il ne s'agit plus de participer au jeu de mobilisation de critères permettant d'évaluer la solution, il est plutôt question de s'interroger sur la validité d'une analogie entre deux véhicules. On obtient une dynamique dans laquelle analogie et évaluation s'entrecroisent. Lorsque l'évaluation mobilise des critères, l'analogie mobilise des éléments des contextes présent et passé pour construire la comparaison et valider une proposition. Dans l'étude Volvo, nous avions choisi d'apparenter l'analogie à un critère car nous considérions qu'elle permettait de construire une argumentation ou une contre-argumentation. Il semble que l'analogie puisse être rapprochée de la proposition de solution. Les concepteurs définissent l'espace du problème, c'est-à-dire la représentation (commune ou partagée) du concept de solution contenant les exigences à respecter, les contraintes existantes et les moyens pour y remédier, grâce à la mobilisation de critères. Ils proposent simultanément des solutions qui reposent, en grande partie, sur des analogies. Si une analogie peut être construite dans l'espace du problème, c'est-à-dire en respectant les contraintes et les exigences, elle représente alors une solution acceptable (cf. Figure 85). Cette hypothèse que nous soutenons s'accorde totalement au fait que la conception collaborative est une activité de résolution de problème en commun. Ce que nous désirons montrer, c'est que l'analogie se construit en parallèle de la construction de l'espace problème, la mobilisation d'éléments comparatifs constitutifs de l'analogie faisant écho à la mobilisation de critères.

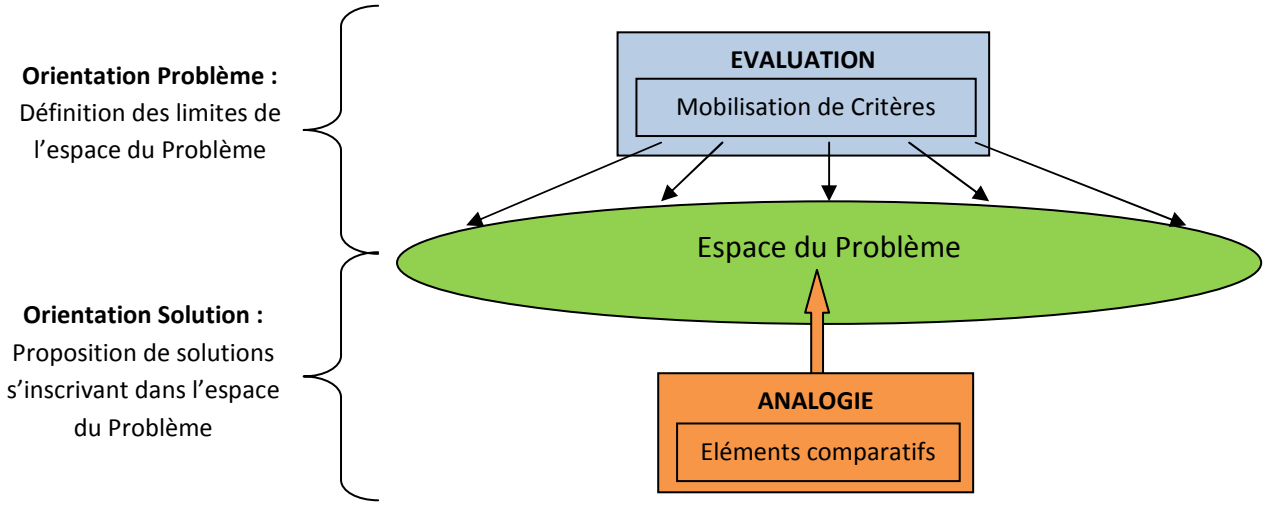

FIGURE 85. PLACE DE L'ANALOGIE DANS L'EDIFICATION D'UNE SOLUTION DE CONCEPTION

Le schéma ci-dessus permet de se représenter la double dynamique par laquelle les concepteurs construisent le problème et la solution analogique en même temps. En mobilisant des critères pour délimiter l'espace du problème, les concepteurs permettent également de définir quels éléments de la solution passées devront être pris en compte pour construire une analogie.

Au niveau cognitif, il est cohérent d'imaginer que l'on va naturellement chercher à analyser l'action à faire (ou la solution à concevoir) avant de la concevoir. La définition de l'espace du problème renvoit naturellement au besoin d'anticiper et planifier l'action. Ajouté à cela,

l'idée suivant laquelle l'analogie est le processus spontané de proposition de solution n'est pas nouvelle. Elle a été présentée clairement par Darses (1997) qui la considère comme cognitivement naturelle : Comment s'étonner qu'un concepteur utilise une solution qu'il connait lorsqu'on lui demande de trouver une solution à un problème ? Nous réagissons naturellement de cette façon. Si nous sommes confrontés à un problème dont nous connaissons la solution, nous allons l'utiliser sans chercher une solution plus efficiente. La pression due aux délais très courts sur les projets de conception encourage encore les concepteurs à réutiliser l'existant sans se lancer dans l'élaboration d'un nouveau concept de solution. L'idée que nous souhaitons mettre en avant est que les solutions passées ne sont pas mobilisées comme des ressources entières devant faire l'objet d'une optimisation pour donner lieu à une solution nouvelle. Les analogies sont en réalités construites au fur et à mesure que le problème est défini par la mobilisation successive des critères : les solutions passées sont déconstruites pour être reconstruites dans un nouveau contexte. Les éléments de solution passés apparaissent alors comme des briques de connaissances pouvant être réutilisées et faisant écho à chaque nouveau critère mobilisé. Comme le dit Frydman (1999, p. 1053) « *L'analogie permet […] au raisonnement de progresser du connu vers l'inconnu* ». La capacité de l'analogie à produire des solutions nouvelles provient de sa construction modulaire brique par brique autorisant un agencement nouveau des éléments pour chaque solution. Si l'analogie est vue comme un raisonnement limitant l'innovation c'est essentiellement car l'on s'en sert pour faire des améliorations de solutions existantes, elle est toute aussi efficace pour produire des solutions nouvelles nécessitant la mobilisation de nombreux éléments de diverses solutions passées.

En conclusion de cette réflexion, nous pouvons dire qu'au cours de notre recherche sur l'activité de conception collaborative nous n'avons pas montré comment les solutions émergent de l'activité mais comment des propositions de solutions émergent de l'activité. Nous affirmons avoir traité la première moitié du processus permettant à des concepteurs de travailler et d'élaborer une solution en commun. La seconde moitié porte, selon nous, sur le processus décisionnel et sur les mécanismes par lesquels l'ensemble des opinions sont considérées dans le choix d'une proposition de solution.

Ainsi, nous concluons cette synthèse des résultats de nos études de cas. Comme nous l'avons vu, les résultats sont divers et variés et les perspectives pour approfondir cette recherche sont nombreuses. La méthode originale d'analyse des interactions constitue un point d'intérêt majeur dans notre travail. Elle a représenté la base d'une étude exploratoire permettant de formuler des pistes de recherches tout en fournissant une multitude de résultats quantitatifs comme qualitatifs. Elle a également permis aux chercheurs que nous sommes de nous synchroniser et d'échanger nos représentations et nos compréhensions de la situation analysée. On pourrait dire qu'en portant et en organisant l'ensemble de nos connaissances, elle a fait office « d'objet intermédiaire » dans la conception de notre méthode d'analyse. La première étude Volvo a ouvert la voie à une seconde étude reposant cette fois-ci sur de l'observation participante et aboutissant à la réalisation d'un outil

collaboratif. Le développement et la mise en place de cet outil n'ont pas fourni les résultats escomptés et nous avons fournis plusieurs pistes explicatives pour essayer de mettre à jour les raisons de cette situation. En conclusion de ce travail de thèse, nous dressons un rapide bilan des apports méthodologiques et théoriques de cette thèse.

BILAN ET CONCLUSION

Cette recherche comporte une part d'originalité de par le fait qu'elle cherche à établir des passerelles entre divers domaines et univers que l'on a l'habitude d'opposer. En cherchant à comprendre quels sont les procédés interactionnels par lesquels des êtres humains travaillent en commun et élaborent un artefact technologique, nous nous trouvons à la croisée du champ des sciences humaines et de celui des sciences de l'ingénieur. Cette recherche est également originale de par le fait qu'elle cherche à rejoindre les objectifs scientifiques que visent les chercheurs avec les objectifs de productivité propres aux industriels.

Les acteurs impliqués dans une activité de conception ont leur propre personnalité, leur propre domaine de compétence, leur propre expérience, leur propre rôle socio-institutionnel et leurs propres objectifs. Ils interagissent avec différents outils demandant parfois un haut niveau d'expertise pour réussir à les manipuler. Leur objectif commun est le développement d'un produit souvent très technique et intégrant plusieurs technologies. L'activité de conception n'est pas seulement très complexe, elle est aussi très spécifique au contexte dans lequel elle se déroule. En effet, les ingénieurs qui ont acquis de l'ancienneté dans une entreprise développent une culture propre à leur entreprise et souvent propre à leur service. Il en résulte un « jargon » qui, une fois associé au vocabulaire technique propre à la technologie de l'entreprise, aboutit à un langage totalement obscur pour des personnes étrangères à l'entreprise et, a fortiori, des personnes non-expertes quant aux technologies dont il est question. A cette information difficilement accessible s'ajoute de l'information totalement inaccessible car relevant d'un savoir partagé qui demeure implicite dans les échanges et donc invisible pour les analystes (l'information tacite). Il s'agit donc d'appréhender et de caractériser une activité d'une très grande complexité, très spécifique et dont les informations très nombreuses ne sont pas directement accessibles. Face à cet objet d'étude, nous avons cherché à identifier une dynamique des interactions qui nous aiderait à comprendre l'activité des concepteurs. Une importante réflexion méthodologique a donc été nécessaire pour appréhender correctement l'objet de notre recherche et répondre à notre problématique en prenant en compte les contextes dans lesquels se sont déroulées nos études.

Avec le développement du travail collaboratif, la conception s'est vue dotée d'une forte composante sociale. Pour comprendre l'activité de conception, il faut dorénavant placer l'humain au centre de la recherche et c'est ce que nous avons entrepris dans notre dispositif méthodologique. Soucieux d'appréhender toute la complexité de la situation sans avoir d'apriori, nous avons opté pour une méthode d'analyse s'inscrivant dans le courant de

l'ethnométhodologie qui s'accorde parfaitement avec des travaux de recherche sur une activité collaborative. Le champ des théories de l'action a alors représenté un cadre pour s'interroger sur les moyens de caractériser le comportement de sujets en activité. Nous avons fait le choix de nous orienter vers une analyse des interactions en convoquant les principes de l'ethnométhodologie et une approche issue de l'interactionnisme socio-psychologique sur un même tableau. L'argumentation, qui représentait une théorie indispensable pour comprendre le processus argumentatif, nous a servi à construire une problématique de recherche en adéquation avec le besoin des industriels qui sont confrontés à des problématiques de collaboration. Enfin, le champ du *Knowledge Management*, dérivé de l'ingénierie des connaissances, a enrichi notre travail grâce à l'apport d'études de terrain provenant de personnes ayant expérimenté plusieurs solutions dans des contextes réels d'entreprises.

Notre méthodologie hybride associant une voie montante et une voie descendante a suivi le cycle de descriptions et prescriptions que préconise la DRM. Chaque étape de la DRM étant implémentée au travers des deux études de cas menées. L'une dans un contexte de grand groupe industriel chez AB Volvo, et la seconde dans le contexte de petite entreprise, chez GPI. Le travail que nous avons mené a abouti à un ensemble de résultats qualitatifs et quantitatifs qui nous ont permis de formuler plusieurs pistes d'outils pour assister l'activité d'argumentation dans la conception. Nous avons notamment tenté de tester l'une de ces hypothèses en l'éprouvant par la définition et le développement d'un outil informatique de gestion de la « connaissance ». Cet outil, qui prévoyait d'assurer les fonctions de gestion de la connaissance définies par Grundstein (2000a), devait permettre à l'entreprise GPI de parvenir à constituer une mémoire d'entreprise efficiente grâce à l'identification et au partage de connaissances dite « cruciales ». Ceci nous a conduits à définir des cas cruciaux bâtis sur des couples problèmes-solutions.

Le cycle méthodologique de la DRM a été conduit dans son intégralité et a fourni un ensemble de résultats. L'outil est l'un de ses résultats. N'ayant pas été intégré aux pratiques de l'entreprise, l'outil ne doit pas être abandonné pour autant. Il peut faire l'objet de travaux futurs dans lesquels il s'agira de travailler notamment sur l'accompagnement au changement en entreprise et sur la définition d'indicateurs des « cas cruciaux ».

Il faut rappeler qu'élaborer une problématique commune entre chercheurs et industriels a été l'un des défis de notre travail. En effet, par l'aspect prescripteur que revendique la DRM, il était capital que nous puissions organiser une intervention sur le terrain dans le cadre de cette recherche. L'étude menée se retrouvait alors à la croisée de deux mondes : celui des industriels et celui des chercheurs. Chacun de ces univers a des préoccupations à la fois proches (optimiser les C, Q, D par exemple) et éloignées (souci de rentabilités immédiats). Quand les chercheurs attribuent plus d'importance à la compréhension de l'activité, les industriels sont plus désireux d'agir et d'obtenir des résultats concrets améliorant leur productivité ou leurs conditions de travail. Ces deux mondes doivent donc surmonter des

difficultés de communication afin de trouver un terrain d'analyse pour les uns, et accéder à un savoir riche pour les autres. L'édification des conditions d'une collaboration satisfaisante pour les deux partis suit une séquence d'étapes : établir des moments de présentations mutuelles permettant à chacun de se présenter et connaître son interlocuteur, accorder un temps non négligeable à la discussion et à la négociation afin de s'assurer que les deux partis ont la même compréhension des objectifs de chacun et des conditions qui permettront à chacun d'y adhérer et enfin accepter le fait que chacun des deux partis a des contraintes dont il ne peut se défaire (les chercheurs menant une recherche, la garantie d'un résultat positif à un temps donné est difficile, voire impossible ; d'un autre côté, les industriels ont eux des contraintes de temps et d'efficacité qui les obligent à avoir des priorités autres que les recherches scientifiques). En tant qu'observateur à la croisée de deux univers, il faut pouvoir prendre en compte les considérations de chacun et faire preuve d'autonomie pour avancer dans cet environnement délicat. Au terme de ce travail, nous sommes également en mesure de rendre compte des difficultés rencontrées et des dispositions à prendre en compte dans les futurs collaborations. Comment mener une étude interne dans une PME ne disposant pas de service de R&D, et donc d'aucun cadre pour mener un regard sur sa propre activité, mais uniquement d'un service de qualité se réduisant à une personne à temps partiel ? En plus du travail à mener sur le terrain, il y a véritablement un travail d'explication et de justification de la présence d'un analyste. La démarche d'analyse de l'activité peut sembler obscure pour des employés noyés dans un contexte technique et vivant constamment sous la pression des contrats.

Nous terminerons cette étude par une conclusion sur les apports scientifiques qu'aura apportés notre travail.

Au terme de ce travail de recherche, nous sommes en mesure de formuler des hypothèses explicatives de la nature du processus argumentatif en conception. Nous sommes également en mesure de proposer des ressources pour assister l'activité d'argumentation en conception. Nos résultats sont divers. Voici les principaux résultats élaborés dans cette recherche :

- Nous avons tout d'abord élaboré une méthode originale d'analyse des interactions associant une voie montante et une voie descendante. En reprenant la DRM de Blessing et Chakrabarti (2002) et en acceptant dès les tous premiers stades de la recherche le phénomène d'abduction qui existe dans toute recherche exploratrice, nous sommes parvenus à concilier deux démarches d'analyse différentes, l'une prenant les données comme base de la réflexion (voie montante) et l'autre, s'inspirant de travaux théoriques (voie descendante).

- Nous avons proposé une représentation originale des interactions : les graphes Solution-Critère Temporels, et ainsi pu identifier plusieurs rôles du critère.

- Nous avons dressé une description qualitative et quantitative d'une réunion de co-revue du groupe AB Volvo. Ce travail nous a permis d'identifier plusieurs phénomènes interactifs que nous avons proposé d'assister en formulant des pistes d'assistance outillée.

- Nous avons contribué à définir les bases d'un modèle de l'argumentation en retrouvant les patterns d'interactions argumentativees basés sur les notions de solution et de critère (Prudhomme, Pourroy & Lund, 2007)

- Nous avons posé les bases d'un modèle explicatif concernant le rôle de l'analogie et du critère dans les modèles co-évolutifs du processus de conception.

- Nous avons élaboré le concept de « cas crucial » pour proposer une méthode de gestion de la « connaissance » en entreprise qui soit efficiente au regard des contraintes spécifiques des PME.

- Nous avons conçu un outil collaboratif entièrement, depuis les premiers stades de définition du besoin jusqu'aux stades finaux de mise en service et d'accompagnement à la mise en place de cet outil, en passant par les stades de développement et de tests.

Cette recherche pose plusieurs hypothèses et ouvre la voie à plusieurs recherches futures :

- L'outil développé n'a pas permis d'obtenir les résultats escomptés, une étude approfondie serait intéressante à mener pour connaître sa véritable capacité à assister la conception tout en permettant de capitaliser les connaissances. Les études futures devront se focaliser sur l'instrumentation de l'outil qui a fait défaut dans notre travail.

- La grille d'analyse des interactions représente un important travail. Nous pensons que la réutiliser avec une démarche itérative de définition-utilisation s'avèrerait particulièrement pertinent pour mener une étude exploratoire.

- La notion d'approfondissement en tant que dynamique de la convergence en conception reste une hypothèse forte qu'il serait également intéressant de creuser.

- Nous avons identifié plusieurs dynamiques (des patterns) et plusieurs propriétés du processus argumentatif en conception et des acteurs participant (le critère de bascule, le processus de construction d'analogie en parallèle de la définition du problème, la similarité des profils qui reflète la capacité à proposer pour tous les acteurs en présence, etc.), il resterait à présent à les mettre en perspective du processus de prise de décision. La prise de décision s'effectue lorsque les concepteurs ont fait leur choix et ont donné leur opinion, ainsi elle s'inscrit dans la suite logique de l'argumentation. Certaines questions émergent : Est-ce que les trois patterns argumentatifs permettent de prendre des décisions aussi facilement ? Quelle est la place et la nature réelle du critère de bascule ? Et comment influence-t-il la prise de décision ?

Ainsi, nous concluons notre étude. La recherche effectuée présente une grande pluridisciplinarité qui n'a toutefois pas empêché de parvenir à élaborer une méthode de recherche à la fois pertinente et rigoureuse. Elle a permis d'aboutir à des résultats théoriques comme à des résultats opérationnels. L'outil que nous avons proposé a des bases empiriques et théoriques solides. Nous pensons qu'avec une méthode d'intégration adaptée aux pratiques de l'entreprise, il peut représenter un outil efficace, basé sur la capitalisation des couples problèmes-solutions, capable d'apporter une véritable valeur ajoutée à de nombreuses entreprises. La capitalisation des connaissances ainsi que le développement des pratiques collaboratives étant des problématiques inhérentes à l'ensemble des entreprises industrielles, il nous semble réellement pertinent de vérifier la portée d'un tel outil ou au moins du modèle de cas crucial que nous avons élaboré au cours de notre seconde étude de cas.

BIBLIOGRAPHIE

1. Agostinelli, S. (2003). *Les nouveaux outils de communication des savoirs*. Paris: l'Harmattan.

2. Ahmed, S. & Hansen, C.T. (2002). A decision-making model for engineering designers In *Engineering Design Conference 2002* (pp. 217-227). London: Professional Engineering Publishing.

3. Anadón, M., & Guillemette, F. (2007). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive? *Recherches Qualitatives,* Hors Série, *5*, 26-37. Retrieved September 20, 2010, from http://www.recherche-qualitative.qc.ca/hors_serie_v5/anadon.pdf

4. Baker, M., Andriessen, J., Quignard, M., van Amelsvoort, M., Lund, K., Salminen, T., et al. (2002). *A framework for analysing pedagogically-oriented computer-mediated debates: Rainbow* (Research report IC-3-2002). Lyon, France: Gric - Université Lumière Lyon2, Équipe Interaction & Cognition.

5. Baker, M.J., Quignard, M., Lund, K. & Séjourné, A. (2003). Computer-supported collaborative learning in the space of debate. In B. Wasson, S. Ludvigsen & U. Hoppe (Eds.), Proceedings of *Computer Supported Collaborative Learning congress (CSCL'03,) Designing for Change in Networked Learning Environments* (pp. 11-20). Bergen, Norway: Kluwer Academic Publishers.

6. Baker, M.J., Andriessen, J., Lund, K., van Amelsvoort, M., & Quignard, M. (2007). Rainbow: a framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2 (2-3), 315-357.

7. Ballay, J-F. (2005). *Knowledge management : vers la seconde génération*. Retrieved June 3, 2010, from http://pagesperso-orange.fr/michel.grundstein/News/pdvBallay0201.PDF

8. Balmisse, G. (2006). Management des connaissances. In J., Akoka & I., Comyn-Wattiau (Eds.), *Encyclopédie de l'informatique et des systèmes d'information* (pp. 1546-1558). Paris : Vuibert.

9. Becker, H. S. (2009). *À la recherche des règles de la recherche qualitative*. Retrieved April 20, 2010, from La Vie des idées.fr Web site : http://www.laviedesidees.fr/A-la-recherche-des-regles-de-la.html

10. Béguin, P., & Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. *Activités*, 1 (1), 54-71. Retrieved April 15, 2010, from http://www.activites.org/v1n1/beguin.pdf

11. Béguin, P., & Clot, Y. (2004). L'action située dans le développement de l'activité. *Activités*, 1 (2), 35-49. Retrieved April 15, 2010, from http://www.activites.org/v1n2/beguin.fr.pdf

12. Beuscart, R., Yousfi, F., Dufresne, E. & Derycke, A. (1994). Travail coopératif et groupware. *Informatique et Santé*, 7, 195-210.

13. Blanco, E., Jeantet, A. & Boujut, J.F. (1996). Copest de la construction à l'usage et vice versa. *Revue Sciences et Techniques de la Conception*, 5(2), 93-118.

14. Blanco, E. (2000). Quatre concepts pour analyser l'activité de conception. In *Proceedings of Séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques, Comment Former Aux Compétences De La Conception? Cachan 1999-2000 (pp. 59-77).* Paris, France: Association Tour 123.

15. Blanco, E. (1998). *L'émergence du produit dans la conception distribuée, vers de nouveaux modes de rationalisation dans la conception de systèmes mécaniques*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

16. Blessing, L.T.M. (1993, August). *A process-based approach to computer supported engineering design.* Paper presented at International Conference on Engineering Design (ICED'93), The Hague, The Netherlands.

17. Blessing. L.T.M., & Chakrabarti, A. (2002, March). *DRM: A Design Research Methodology*. Paper presented at Les Sciences de la Conception, INSA de Lyon, Lyon, France.

18. Bobillier-Chaumon, M.-E., Carvallo, S., Tarpin-Bernard, F., & Vacherand-Revel, J. (2005). Adapter ou uniformiser les interactions personnes-systèmes. *Revue d'Interaction Homme-Machine*, 6(2), 91-129.

19. Boujut, J.-F. (2001). *Des outils aux interfaces, Pour le développement de processus de conception coopératifs*. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

20. Brassac, C. (2003). Lev, Ignace, Jerome et les autres… Vers une perspective constructiviste en psychologie interactionniste. *Technologies, Idéologies et Pratiques : revue d'anthropologie des connaissances,* 15(1), 195-214.

21. Braumard, P. (2002, Juin). *Connaissances tacites et implicites dans les délibérations de réorientations stratégiques*. Paper presented at Association Internationale de Management Stratégique, 9e Conférence, ESCP-EAP, Paris, France.

22. Breton, P. (2006). *L'Argumentation dans la communication*. Paris, France: La Découverte.

23. Brissaud, D., Choulier, D., Garro, O. & Prudhomme, G. (2003). *An applied methodology framework for engineering design research.* Grenoble, France: Laboratoires 3S et M3M, Université Joseph Fourier (UJF).

24. Brissaud, D., Garro, O., & Poveda, O. (2003). Design process logic capture and support by abstraction of criteria. *Research in engineering design*, 19(4), 162-172.

25. Bucciarelli, L. (1988). An ethnographic perspective on engineering design. *Design Studies, 9(3), 159-168.*

26. Buckingham Shum, S. J., Selvin, A. M., Sierhuis, M., Conklin, J., Haley, C. B. & Nuseibeh, B. (2005). Hypermedia Support for Argumentation-Based Rationale: 15 Years on from gIBIS and QOC. In A. Dutoit, R. McCall, I. Mistrik & B. Paech (Eds.), *Rationale Management in Software Engineering* (pp. 111-132). Paris: Springer-Verlag.

27. Buckingham Shum, S. J. (2007). Hypermedia Discourse: Contesting networks of ideas and arguments. In U. Priss, S. Polovina & R. Hill (Eds.), *Conceptual Structures: Knowledge Architectures for Smart Applications (*pp. 29–44). Berlin, Germany: Springer.

28. Cassier, J.-L., Prudhomme, G., & Lund, K. (2008, May). *Mobilising criteria in arguing about product solutions : a motor for designer convergence during a project review?* Paper presented at the *International Design Conference 2008 (Design 2008)*, Dubrovnik, Croatie.

29. Chalmers, A. (1987). *Qu'est-ce que la science ? Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*. Paris, France: Livre de Poche.

30. Charlet, J. (2002). *l'Ingénierie des Connaissances : développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales*. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université de Pierre et Marie Curie, Paris.

31. Charlet, J. (2005). L'ingénierie des connaissances, entre science de l'information et science de gestion. In R. Teulier & P. Lorino (Eds.), *Entre la connaissance et l'organisation, l'activité collective (chap. 11,* pp. 306-325). Paris: La Découverte.

32. Chartier, J. (2007). *Développement de pratiques collaboratives à distance en ingénierie de produits*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

33. Chevalier, A., & Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion de contraintes: une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. *Bulletin de Psychologie, 56(1),* 33-48.

34. Choulier, D. (2008). *Comprendre l'activité de conception***.** Belfort-Montbéliard, France: Université de technologie de Belfort-Montbéliard.

35. Clénet, J. (2006). Complexité de l'approche qualitative et légitimation scientifique. *Recherches qualitatives*, Hors série, 3, 59-75. Retrieved March 6, 2010, from http://www.recherche-qualitative.qc.ca/hors_serie_v3/Clenet-FINAL2.pdf

36. Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2001). Les entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Education Permanente,* 146 (1), 17-25.

37. Conein, B., & Jacopin, E. (1994). Action située et cognition : le savoir en place. *Sociologie du travail,* 36(4), 475-500.

38. Conklin, J. (2003). *The IBIS Manual: A Short Course in IBIS Methodology*. Washington, DC : Touchstone.

39. Coulon, A. (1987). *L'Ethnométhodologie*. Paris, France: Presses Universitaires de France.

40. Darses, F., & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Tressac & E. Friedberg (eds.), *Coopération et conception* (pp. 123-135). Toulouse, France: Editions Octares.

41. Darses, F. (1997). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec le processus cognitif de conception. In P. Bossard, C. Chanchevrier & P. Leclair (Eds.), *Ingénierie concourante : de la technique au social* (pp. 39-55), Paris, France : Economica.

42. Darses, F., Détienne, F., & Visser, W. (2001, October). *Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique*. Paper presented at EPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique, Nantes, France.

43. Darses, F. (2002). Trois conditions sociotechniques pour l'optimisation de la conception continue du système de production. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 21 (1), 5-27.

44. Darses, F., Détienne, F., & Visser, W. (2004). Les activités de conception et leur assistance. In P. Falzon (ed.), *Ergonomie* (pp. 545-563). Paris, France: Presses Universitaires de France.

45. David, A. (2004, juin). *Etudes de cas et généralisation scientifique en sciences de gestion*. Paper presented at the 13ème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS), Le Havre, France.

46. Desgoutte, J.-P. (1997). *l'Utopie cinématographique*. Paris: l'Harmattan.

47. Détienne, F., Boujut, J.-F., & Hohmann, B. (2004). Characterization of collaborative design and interaction management activities in a distant engineering design situation. In F. Darses, R. Dieng, C. Simone & M. Zacklad (Eds.), *Cooperative systems design* (pp. 83-98). Amsterdam, The Netherlands: IOS Press.

48. Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In *E.* Spada & P. Reiman (Eds.), *Learning in Humans and Machines: Towards an interdisciplinary learning science* (pp. 189-211). Oxford, UK: Elsevier.

49. Duranti, A., & Goodwin, C. (Eds.) (1992). Rethinking Context: an introduction. In *Rethinking Context: Language as an interactive phenomenon* (pp. 1-42). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

50. Dyke, G., Girardot, J.-J., Lund, K., & Corbel, A. (2007, September). *Analysing face to face computer-mediated interactions*. Paper presented at the 12th Biennial International Conference, European Association for Research, Learning and Instruction. Budapest, Hungary.

51. Engestrom, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engestrom, R. Miettinen, & R.-L. Punamaki (Eds.), *Perspectives on Activity Theory* (pp. 19-38). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

52. Falzon, P., Darses, F., & Sauvagnac, C. (1998, Février). *Une perspective ergonomique sur la construction et l'évolution des savoirs experts*. Paper presented at the Deuxième journées Recherche et Ergonomie, Toulouse, France.

53. Falzon, P. (2004). Nature, objectifs et connaissances de l'ergonomie. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 17-35). Paris, France: Presses Universitaires de France.

54. Frydman, B. (1999). *Les transformations du droit moderne*. Brussels, Belgium : Story Scientia.

55. Garfinkel, H. (1984). Le domaine d'objet de l'ethnométhodologie. *Arguments ethnométhodologiques*, 3, 6-11.

56. Garro, O., Salaü, I., & Martin, P. (1995) Distributed design theory and methodology. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 3(1), 43-54.

57. Garro, O., Choulier, D., & Deniaud, S. (2001, june). *Les actes de conception : Un modèle pour des outils d'aide à la conception distribuée.* Paper presented at the 10ème Atelier Le Travail Humain, modéliser les activité collectives de conception, Paris, France.

58. Gauthie, J-J. (2006). *AMS Accord Maquettage Série* (document qualité 0310103824YVE Version 2). Lyon, France: Renault Trucks.

59. Girod, M., Elliot, A.C., Wright, I.C., & Burns, N.D. (2000). *Activities in collaborative concept selection processes for engineering design*. Paper presented at the Design Engineering Technical Conferences (DETC'2000), Baltimore, MD.

60. Goffman, E. (1988). L'ordre de l'interaction. In Y. Winkin (Ed.), *Les Moments et leurs hommes* (pp. 186-230). Paris, France: Seuil.

61. Grégori, N., & Brassac, C. (2001). La conception collaborative d'artefacts. Activités cognitives en situation dialogique. *Actes de la conférence ÉPIQUE 2001, Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, 21-31.

62. Grimand, A., Ed. (2006). Introduction: l'appropriation des outils de gestion, entre rationalité instrumentale et construction de sens. In *L'appropriation des outils de gestion. Vers de nouvelles perspectives théoriques?* (pp. 14-27). Saint- Etienne, France : Publications de l'Université de Saint-Etienne.

63. Groupe de Recherche sur l'Activité de Conception Collaborative [GRACC] (2002). Une expérience de conception collaborative à distance. In *Mécanique et Industries*, (3)2, 153-161.

64. Grundstein, M. (2000a, October). *Le management des connaissances dans l'entreprise: Problématique, axe de progrès, orientations* (Research Report #050010) Retrieved August 21, 2010, from MG Conseil Web site: http://www.knowllence.com/fr/publications/mgrundstein.pdf

65. Grundstein, M. (2000b, November). *GAMETH : un cadre directeur pour repérer les connaissances cruciales pour l'entreprise*. Paper presented at the 10ème Congrès International de l'Association Française de l'Analyse de la Valeur, Paris, France.

66. Guin-Duclosson, N., Jean-Daubias, S., & Nogry, S. (2001, June). *Le projet AMBRE : utiliser le RàPC pour enseigner des méthodes*. Paper presented at the Atelier Raisonnement à Partir de Cas*, (RàPC2001)*, Grenoble, France.

67. Heath, C., & Luff, P. (1992). Collaboration and control: Crisis management and multimedia technology in london underground line Control Rooms. *Journal of Computer Supported Cooperative Work,* 1(1), 24-48.

68. Hinton, B. (2003, June). *Knowledge Management and Communities of Practice: an experience from Rabobank Australia and New Zealand*. Paper presented (Rabobank Australia) to the IAMA.World Food and Agribusiness Symposium, Cancun, Mexico.

69. Hoc, J.-M. (1991). L'ergonomie cognitive : un champ pluri-disciplinaire dans les sciences cognitives. In G. Vergnaud (Ed.), *Sciences cognitives : formes, catégories et représentation des connaissances* (pp*.* 41-56)*.* Paris: Editions du CNRS.

70. Hohmann, B. (2002). Etude empirique: Analyse d'une situation de conception coopérative médiatisée. Mémoire de DEA, Centre National d'Arts et Métiers de Paris, Paris, France.

71. Husserl, E. (1994). *Méditations cartésiennes*. Paris, France : Presses Universitaires de France.

72. Hutchins, E. (1995a). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.

73. Hutchins, E. (1995b). How a cockpit remembers its speed. *Cognitive Science*, 19, 265-288.

74. Ivarsson, J. (2006, January). Representation in imaginative practice: studying learning and design among students of architecture. Paper presented at the *Computer Supported Collaborative Learning Rendez-vous*, Villars, Switzerland.

75. Jeantet, A. (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Eléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du Travail*, 40(3), 291-316.

76. Johansen, R. (1991). Groupware: Future directions and wild cards. *Journal of Organizational Computing*, 2(1), 219–227.

77. Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Holubec, E.J., Eds. (1987). *Structuring cooperative learning: Lesson plans for teachers*. Edina, MN: Interaction Book Company.

78. Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and Practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 4(1), 39-103.

79. Kelle, U. (1995). *Computer-Aided Qualitative Data Analysis : Theory, Methods and Practice*. London, UK : Sage.

80. Kerbrat-Orecchioni, C. (1990). *Les interactions verbales* (tome 1). Paris, France : A. Colin.

81. Krippendorff, K. (2007). *Computing Krippendorff's alpha-reliability* (working paper). Philadelphia, PA: Annenberg School for Communication Departmental, University of Pennsylvania.

82. Kunz, W., & Rittel, H.W.J. (1970). *Issues as Elements of Information Systems* (No. 131). Berkeley, California: Institute of Urban and Regional Development, University of California.

83. Kuutti, K. (1991). Activity theory and its applications to information systems research and development. In H.-E. Nissen, H. K. Klein & R. Hirschheim, (Eds.), *Information systems research: Contemporary approaches and emergent traditions* (pp. 529-549). Amsterdam, The Netherlands: North-Holland.

84. Lacaze, X. (2005). *La conception rationalisée pour les systèmes interactifs.* Thèse de doctorat, Université des Sciences Sociales Paul Sabatier, Toulouse, France.

85. Lapassade, G. (2002). Observation participante. In J. Barus-Michel, E. Enriquez & A. Levy (Eds.), *Vocabulaire de psychosociologie: Références et positions*. Paris, France: Erès.

86. Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

87. Lee, J. (1990). SIBYL: A Qualitative Decision Management System. In P. Winston & S. Shellard (eds.), *Artificial Intelligence at MIT: Expanding Frontiers* (pp. 104-133). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.

88. Lee, J., & Lai, K.-Y. (1992). *A comparative analysis of Design Rationale representations* (working paper #84-92). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.

89. Leff, M. (2009). Perelman, argument ad hominem et ethos rhétorique ». *Argumentation et Analyse du Discours*, 2. Retrieved December 9, 2009, from http://aad.revues.org/index213.html.

90. Le Moigne, J.-L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris, France: Dunod-Bordas.

91. Leontiev, A. N. (1974). The Problem of Activity in Psychology. *Soviet Psychology,* 13(2), 4-33.

92. Leplat, J. (2004). Éléments pour l'étude des documents prescripteurs. *Activités*, 1(2), 195-216. Retrieved May 3, 2010, from http://www.activites.org/v1n2/Leplat.pdf

93. Lewkowicz, M., & Lewkowicz, J. (2003). Design Rationale et prise de décision stratégique dans l'entreprise. In B. Cadet, C. Grenier & A. Smida (Eds.), *Les décisions sous contraintes-une approche pluridisciplinaire (*pp. 131-145). Caen, France: Presses Universitaires de Caen.

94. Lombard, M., Snyder-Duch, J., & Bracken, C. C. (2003). Practical resources for assessing and reporting intercoder reliability in content analysis research projects (working paper). Philadelphia, PA: Temple University.

95. Lonchampt, P. (2004). *Co-évolution et processus de conception intégrée de produits : Modèle et support de l'activité de conception*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

96. Lund, K. (2003). *Analyse de l'activité explicative en interaction : étude de dialogues d'enseignants de physique en formation interprétant les interactions entre élèves*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

97. Lund, K., Prudhomme, G., & Cassier, J.-L. (2007, August). *Using analysis of computer-mediated Synchronous interactions to understand co-designers activities and reasoning*. Paper presented at the 16th International Conference on Engineering Design (ICED 2007), Paris, France.

98. Maclean, A., Young, R.M., Bellotti, V.M.E., & Moran, P. (1996). Questions, Options and Criteria: Elements of Design Space Analysis. In TH.P. Moran & J.M. Carroll (Eds.), *Design Rationale Concepts Techniques and Use* (pp. 53-106), Hillsdale, New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

99. Mailles-Viard Metz, S., Renaut, C., & Cassier, J.-L. (2006, July). *Distant co-design among professionals: a proposal for existing activities classification*. Paper presented at the *16th World Congress on Ergonomics (IEA 2006)*, Maastricht, Netherlands.

100. Meyerson, I. (1987). *Écrits 1920-1983. Pour une psychologie historique*. Paris: Presses Universitaires de France.

101. Mille, A. (2006). From case-based reasoning to traces-based reasoning. *Annual Reviews in Control*, 30(2), 223-232.

102. Minsky, M. L. (1961). Steps toward artificial intelligence. in E.A. Feigenbaum & J. Feldman (Eds.), *Computers and Thought* (pp. 406–450). New York: McGraw-Hill.

103. Morrissette, J. (2010). Une perspective interactionniste. *Sociologies [Electronic Version]*. Retrieved December 11, 2009 from http://sociologies.revues.org/index3028.html

104. Nardi, B. A., Ed. (1996). Studying context : a comparison of activity theory, situated action models and distributed cognition. In *Context and consciousness: Activity and Human-computer interaction* (pp. 35-52). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.

105. National Research Council (1991). *Improving engineering design: designing for competitive advantage*. Washington, DC: National Academy Press.

106. Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem-solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

107. Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *How Japanese companies creates the dynamics of innovation*. Oxford, UK: Oxford University Press.

108. Norman, D. A. (1993). Les artefacts cognitifs. Raisons Pratiques, 4, 15-34. Trad. fr. partielle par F. Cara de Cognitive artifacts. In J. M. Carroll (Ed.), *Designing Interaction* (pp. 17-38). Cambridge, UK : Cambridge University Press.

109. Ogien, A. (2005). *Le remède de Goffman ou comment se débarrasser de la notion de self*. Presented at the Séminaire Cesames, le mental, le vivant, le social. Paris, France.

110. Ouni, A., & Dudezert, A. (2004, May). *Etat de l'art des approches du système de gestion des connaissances*. Paper presented at the 9è Congrès de l'AIM, Evry, France.

111. Pahl, G., & Beitz, W. (1996). Engineering Design – A Systematic Approach. New York City, NY: Springer.

112. Pelletier, M. L., & Demers, M. (1994). Recherche qualitative, recherche quantitative: expressions injustifiées. *Revue des sciences de l'éducation, 20(4)*, 757-771.

113. Perelman, C., & Olbrechts-Tyteca, L. (1988). *Traité de l'argumentation, la nouvelle rhétorique*, (5e ed.). Bruxelles, Belgique : Editions de l'Université de Bruxelles.

114. Perrin, J. (1997). Les enjeux économiques de l'ingénierie concourante. In P. Bossard, C. Chanchevrier & P. Leclair (Eds.), *Ingénierie concourante : de la technologie au social* (pp. 29-38). Paris, France: Economica.

115. Plantin, C. (2005). *L'argumentation : Histoire, théories, perspectives*. Paris, France : Presses Universitaires de France.

116. Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. London, UK : Routledge & Kegan Paul.

117. Poveda, O. (1998). *Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée : Modélisation des processus, analyse et instrumentation*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

118. Projet Conception Outils Supports médias Organisation pour la Collaboration des Entreprises [Projet COSMOCE] (2005). *L'argumentation dans l'apprentissage coopérant et dans la conception collaborative* (Livrable L31a). Grenoble, France : Author.

119. Prudhomme, G., Boujut, J.-F., & Pourroy, F. (2001). *Activités de conception et instrumentation de la dynamique des connaissances locales, Ingénierie des Connaissances*. In Proceedings of the Plate-forme de l'Association Française d'Intelligence Artificielle (pp. 41-60). Grenoble, France: Presses Universitaires de Grenoble.

120. Prudhomme, G., Pourroy, F., & Lund, K. (2007). An empirical study of engineering knowledge dynamics in a design situation. *Journal of Design Research*, 6(3), 333-358.

121. Pugh, S. (1991). *Total design*. Wokingham, UK: Addison-Wesley Publishing Company.

122. Purcell, T., Gero, J., Edwards, H., & Matka, E. (1994). Design fixation and intelligent design aids. In J.S. Gero & F. Sudweeks (eds.), *Artificial Intelligence in Design* (pp. 483-496). Dordrecht, Nederland: Kluwer Academic.

123. Pylyshyn, Z.W. (1984). *Computation and Cognition, Toward a Foundation for Cognitive Science.* Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.

124. Quintin, J.-J. (2009, June). *Accompagnement d'une formation asynchrone en groupe restreint : modalités d'intervention et modèles idiosyncrasiques des tuteurs*. Paper presented

at Colloque Echanger Pour Apprendre en Ligne (EPAL 2009), Echanger pour apprendre en ligne : conception, instrumentation, interactions, multimodalité, Grenoble, France.

125. Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, France: Armand Colin.

126. Rivière, A. (1990). *La psychologie de Vygotsky*. Liège, Belgique: Mardaga.

127. Rochelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), *Computer supported collaborative learning* (pp. 69–97). Berlin, Germany: Springer-Verlag.

128. Roozenburg, N. F. M., & Eekels, J. (1995). *Product design: fundamentals and methods*. New York, NY : John Wiley and Sons.

129. Ruiz-Dominguez, G. A. (2005). *Caractérisation de l'activité de conception collaborative à distance: étude des effets de synchronisation cognitive*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.

130. Saad, I., Rosenthal-Sabroux, C., & Grundstein, M. (2005, May-Jun 31st-3rd). *Une étude approfondie pour le choix des connaissances à capitaliser en amont de la construction d'une mémoire d'entreprise*. Paper presented at the Conférence Ingénierie des Connaissances (IC'05), Nice, France.

131. Salembier, P., Theureau, J., Zouinar, M., & Vermersch, P. (2001, June). *Action / cognition située et assistance à la coopération*. Paper presented at the 12° journées francophones d'ingénierie des connaissances (IC'2001), Grenoble, France.

132. Salembier, P. (2002). Cadres conceptuels et méthodologiques pour l'analyse, la modélisation et l'instrumentation des activités coopératives situées. *Systèmes d'information et Management (SIM)*, 7 (2), 37-56.

133. Santacroce, M. (2000). Analyse du discours et analyse conversationnelle. *Marges Linguistiques*, 1-14.

134. Sardas, J.-C. (1997). Ingénierie intégrée et mutation des métiers de la conception. *Annales des Mines - Réalités Industrielles*, 41-48.

135. Schmidt, K., & Simone, C. (2000, May). *Mind the gap! Towards a unified view of CSCW*. Paper presented at the 4th International Conference on the Design of Cooperative Systems (COOP'2000), Sophia Antipolis, France.

136. Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: how professionals think in action.* London, UK: Temple Smith.

137. Serrafero, P. (1997, November). *Du CAD/CAM au KAD/KAM ou de la Conception Assistée par Ordinateur à la Conception Assurée par les Connaissances*. Paper presented at the Congrès SIA, Paris, France.

138. Serrafero, P. (2000). Cycle de vie, maturité et dynamique de la connaissance : des informations aux cognitons de l'Entreprise Apprenante. In *Revue Annuelle des Arts et Métiers* (pp. 158-169). Paris, France: Dunod.

139. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The matehmatical theory of communication*. Urbanna, IL: University of Illinois Press.

140. Simon, H.A. (1973). The structure of ill-structured problems. *Artificial intelligence*, 4, 181-220.

141. Simon, H.A. (1995). Artificial intelligence: an empirical science. *Artificial Intelligence*, 77(1), 95-127.

142. Soulier, E. (2009). *Une épistémologie de l'ingénierie des connaissances : du savoir de l'expert au savoir des foules, la connaissance dans les sociétés techniciennes*. Paris, France : L'Harmattan.

143. Stake, R. E. (1994). *Case Studies.* London, UK: Sage.

144. Stephan, A. (2007, July 19). *Les méthodes de formalisation des connaissances critiques.* Retrieved April 15, 2010, from Voirin Consultants Web site : http://www.voirin-consultants.com/telecharger-document/7-fevrier-methodes-de-formalisation-des-connaissances-critiques.html

145. Stumpf, S.C. (1997). *Argumentation-based design rationale - the sharpest tools in the box*. (Research Note RN/98/103). London, UK: University College London, Computer Science Department.

146. Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human-machine communication*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

147. Suh, N. P. (1990). *The principles of design*. New York City, NY: Oxford University Press.

148. Sveiby, K.-E. (1998). Intellectual Capital: thinking ahead. *Australian CPA*, 68(5), 18-22.

149. Tanguy, C., & Villavicencio, D. (2000). *Apprentissage et innovation dans l'entreprise, Une approche socio-économique des connaissances*. Aix en Provence, France : Eres.

150. Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management.* New York, NY: Harper Brothers.

151. Tazi, S. (2005). *Explicitation des intentions et conception de documents.* Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Université des Sciences Sociales de Toulouse, Toulouse, France.

152. Toulmin, S. (1958). *The uses of Argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

153. Tremblay, R. R., & Perrier, Y. (2006). *Savoir plus: outils et méthode de travail intellectuel.* Montréal, QC: Chenelière Education.

154. Ulrich, K. T., & Eppinger, S.D (2000). *Product design and development*. 2nd edition. New York, NY: McGraw Hill International.

155. van Amelsvoort, M., & Corbel, A. (2003). *Internet-based intelligent tool to Support Collaborative Argumentation-based LEarning in secondary schools* (Deliverable 6,). St-Etienne, France: Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, RIM department, SCALE European Project.

156. Vinck, D. (2007). Ethnographic studies in design activities: looking at the objects too. In T. S. Eberle & C. Maeder (Eds.), *Ethnographic Organisational Studies*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.

157. Visser, W. (2009). La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le Travail Humain*, *72*(1), 61-78.

158. Vygotsky, L. (1985). *Pensée et Langage*. Paris, France: Messidor/Éditions Sociales.

159. Wilson, T. D. (2002). The nonsense of knowledge management'. *Information Research*, 8(1). Retrieved June 10, 2010, from http://InformationR.net/ir/8-1/paper144.html

160. Winograd, T., & Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition: A new foundation for design*. Norwood, NJ: Ablex.

161. Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

162. Zouinar, M., & Salembier, P. (2000) Modélisation du contexte partagé pour l'analyse et la conception des environnements de travail coopératifs. In J. Charlet, M. Zacklad, G. Kassel & D. Bourigault (Eds.), *Ingénierie des Connaissances Evolutions récentes et nouveaux défis* (pp. 529-542). Paris, France: Editions Eyrolles.