

Table des Matières

Introduction Générale.....	1
 Chapitre I : Aide à la décision	6
1.1 Décision et aide à la décision.....	7
1.1.1 Décision	7
1.1.2 Approches de la décision.....	9
1.1.3 Processus de décision.....	12
1.1.4 Aide à la décision	15
1.1.5 Aide à la décision multicritère.....	18
1.2 Les systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD).....	19
1.2.1 Définitions	19
1.2.2 Structure d'un système d'aide à la décision	22
1.2.3 Systèmes d'aide à la décision intelligents.....	25
1.3 Informatique décisionnelle	27
1.3.1 Le Data Warehouse	28
1.3.2 Datamart	30
1.3.3 OLAP (On Line Analytical Processing).....	30
1.3.4 Dataweb	30
1.3.5 Datamining	30
1.4 Classification des Systèmes d'aide à la décision	31
1.4.1 Classification au niveau utilisateur.....	31
1.4.2 Classification au niveau conceptuel.....	32
1.4.3 Classification au niveau système.....	32
1.4.4 Classification au niveau connaissance.....	33
1.5 Conclusion.....	33
 Chapitre II : Aide à la décision de groupe	35
2.1 Prise de décision collective (de groupe).....	36
2.1.1 Définitions.....	37
2.1.2 Le groupe de décision.....	38
2.1.2.1 Typologies des groupes.....	39
2.1.2.2 Taille du groupe.....	39
2.1.2.3 Anonymat.....	40
2.1.2.4 Composition du groupe.....	40
2.2 Le processus de prise de décision de groupe.....	41
2.2.1 Définitions.....	41
2.2.2 Typologie des processus de décision de groupe.....	42

2.2.3	Modélisation du processus de décision de groupe.....	42
2.2.3.1	Modèles en conception collaborative.....	43
2.2.3.2	Un modèle générique du processus d'aide à la décision collective.....	44
2.3	Salles de décision face-à-face vs. Systèmes d'aide à la communication homme-homme médiatisée (CMC).....	45
2.3.1	Les salles de décision.....	46
2.3.2	Les systèmes d'aide à la communication homme-homme médiatisée.....	46
2.3.2.1	Les messageries électroniques.....	46
2.3.2.2	Les Forums de discussions.....	46
2.3.2.3	Les systèmes de téléconférence et de vidéoconférence.....	46
2.3.2.4	Les mediaspace.....	47
2.4	Les systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS).....	47
2.4.1	Définition d'un GDSS.....	48
2.4.2	Avantages et limites d'un GDSS.....	48
2.4.3	Typologies des GDSS.....	50
2.4.3.1	Proximité.....	51
2.4.3.2	Synchronisation.....	51
2.5	Les systèmes d'aide à la décision de groupe distribuée.....	52
2.5.1	Architectures des GDSS distribués.....	53
2.5.1.1	Architecture centralisée.....	53
2.5.1.2	Architecture décentralisée.....	54
2.5.1.3	Architecture hybride.....	55
2.5.2	Les GDSS basé sur le web.....	56
2.6	Techniques et outils d'aide à la décision de groupe.....	57
2.6.1	Techniques pour la prise de décision de groupe.....	57
2.6.1.1	Le brainstorming.....	57
2.6.1.2	Technique de prise de décision consensuelle.....	58
2.6.1.3	Technique NGT (Nominal Group technique).....	58
2.6.1.4	La méthode Delphi.....	59
2.6.1.5	La négociation.....	61
2.6.2	Outils d'aide à la prise de décision de groupe.....	62
2.7	Conclusion.....	64

Chapitre III : Aide à la facilitation de la prise de décision collective 65

3.1	La facilitation	66
3.1.1	Définitions	66
3.1.2	Facilitation vs. Médiation	67
3.2	Formes de facilitation	67
3.2.1	Modes de facilitation	67
3.2.2	Facilitation technique vs. Facilitation du processus	68
3.2.3	Facilitation du processus vs. Facilitation du contenu.....	68
3.3	Le facilitateur	69
3.3.1	Rôle du facilitateur	69
3.3.2	Facilitateur interne ou externe	71
3.4	Facilitation des environnements virtuels de prise de décision	72
3.4.1	Les environnements virtuels de prise de décision collective distribuée	72
3.4.2	La facilitation distribuée	74

3.5 Automatisation de la facilitation	74
3.6 Le processus de facilitation	76
3.6.1 Phase de pré-décision	77
3.6.2 Phase de décision	78
3.6.3 Phase de post-décision	78
3.7 Outils d'aide à la facilitation	79
3.8 Conclusion	79
 Chapitre IV : Proposition d'un modèle et d'un système d'aide à la facilitation de la prise de décision collective	 81
4.1 Modélisation du processus de prise de décision collective.....	82
4.1.1 Le modèle.....	83
4.1.1.1 Phase de Pré-décision	84
4.1.1.2 Phase de Décision	86
4.1.1.2.1 Génération des options de solutions	86
4.1.1.2.2 Organisation des options de solutions	86
4.1.1.2.3 Evaluation des options de solutions	86
4.1.1.2.4 Décision/ Choix d'une solution.....	89
4.1.1.3 Phase de Post-Décision	89
4.1.2. Discussion.....	90
4.2 Un modèle d'architecture pour l'aide à la décision de groupe distribuée.....	92
4.2.1 Types de coopération.....	92
4.2.1.1 Coopération Homme – Machine.....	92
4.2.1.2 Coopération Homme-Homme médiatisée.....	92
4.2.1.3 Modes d'utilisation des types de coopération.....	93
4.2.2 Architecture.....	94
4.2.3 Système coopératif spécifique d'aide à la décision (DM-DSS).....	96
4.2.3.1 Les modèles conceptuels dans la coopération.....	97
4.2.3.1.1 Le Modèle Conceptuel de l'Application (MCA).....	98
4.2.3.1.2 Le Modèle Conceptuel de Coopération (MCC).....	98
4.2.3.1.3 Les Modèles Conceptuels de l'Utilisateur (MCU).....	100
4.2.3.2 Le paradigme Tâches-Méthodes.....	101
4.2.3.2.1 Les tâches.....	102
4.2.3.2.2 Les méthodes.....	102
4.2.3.3 Architecture du DM-DSS.....	104
4.2.3.3.1 La base de Données.....	104
4.2.3.3.2 La base de modèles.....	105
4.2.3.3.3 La base de connaissances.....	105
4.2.3.3.4 Le questionnaire de la coopération.....	105
4.2.3.3.5 Discussion.....	107
4.3 Aide à la facilitation de la prise de décision collective.....	108
4.3.1 Processus de facilitation.....	109
4.3.2 Organigramme générale de la procédure d'aide à la facilitation.....	111
4.4 Mise en œuvre du processus de décision.....	112
4.4.1 Phase de Pré-Décision.....	113
4.4.2 Phase de Décision.....	115
4.4.2.1 Génération des options de solutions	115
4.4.2.2 Organisation des options de solutions.....	117
4.4.2.3 Evaluation des options de solutions.....	118

4.3.2.4 Décision/Choix d'une solution.....	119
4.4.3 Phase de Post-Décision.....	119
4.4.3.1 Présentation de la solution et discussion.....	119
4.4.3.2 Le rapport.....	119
4.5 Conclusion.....	121
Chapitre V : Exemple d'application	123
5.1 Présentation de l'application.....	123
5.1.1 La description générale de la chaudière.....	
5.1.2 Le fonctionnement de la chaudière.....	124
5.2 Scénario.....	
5.3 Modélisation.....	126
5.3.1 Modèle conceptuel partiel du domaine.....	126
5.3.2 Modèle conceptuel partiel de raisonnement d'un opérateur.....	126
5.4 Environnement de développement.....	127
5.5 Exemple de session.....	128
5.5.1 Interface Facilitateur.....	128
5.5.1.1 Invitation des participants.....	129
5.5.1.2 Planification de l'agenda (ordre du jour).....	130
5.5.1.3 Identification du problème : tâches à résoudre.....	130
5.5.2 Interface Participant.....	130
5.5.2.1 Génération des options de solutions (résolution au niveau Participant).....	131
5.5.2.2 Organisation des options de solutions au niveau de facilitateur.....	132
5.5.2.3 Evaluation des options de solutions	132
5.5.2.4 Décision/Choix d'une solution.....	136
5.4.3 Reporting (Post-décision).....	137
5.5 Conclusion.....	137
Conclusion Générale et Perspectives.....	142
Bibliographie.....	146

Liste des Figures

Figure 1.1	Modèle du processus de décision de Simon.....	13
Figure 1.2	Classification des systèmes informatiques.....	17
Figure 1.3	Structure d'un SIAD selon Sprague.....	22
Figure 1.4	Structure d'un SIAD basé sur la connaissance selon Marakas.....	24
Figure 1.5	Intégration de systèmes experts attachés aux composants du SIAD.....	26
Figure 1.6	Intégration d'un système expert dans un SIAD comme un composant séparé.....	26
Figure 1.7	Architecture élaborée d'un Datawarehouse.....	28
Figure 2.1	Classification des outils Groupware selon la matrice espace-temps.....	32
Figure 3.1	Modèle générique du processus de prise de décision collective.....	45
Figure 3.2	Matrice Espace – Temps.....	51
Figure 3.3	Quatre combinaisons des systèmes d'aide à la décision de groupe.....	53
Figure 3.4	Architecture centralisée.....	54
Figure 3.5	Architecture décentralisée.....	55
Figure 3.6	Architecture hybride.....	56
Figure 4.1	Modèle du processus de prise de décision collective.....	84
Figure 4.2	Architecture d'un système d'aide à la décision de groupe distribué.....	94
Figure 4.3	Outils d'aide à la décision de groupe.....	95
Figure 4.4	Les quatre rôles abstraits induits du cycle de résolution.....	99
Figure 4.5	Hiérarchie de tâches et de méthodes.....	101
Figure 4.6	Architecture d'un système coopératif d'aide à la décision (DM-DSS).....	104
Figure 4.7	Processus de facilitation.....	109
Figure 4.8	Organigramme générale de la procédure d'aide à la facilitation.....	112
Figure 4.9	Le protocole d'interaction Contract-net FIPA.....	114
Figure 4.10	Mécanisme de sélection dynamique de tâches et de méthodes.....	116
Figure 4.11	Diagramme de séquence du processus de résolution.....	111
Figure 5.1	Modèle conceptuel partiel du domaine.....	126
Figure 5.2	Modèle partiel de raisonnement.....	127
Figure 5.3	Interface Facilitateur.....	129
Figure 5.4	Invitation des Participants.....	129
Figure 5.5	Planification de l'agenda.....	130

Figure 5.6	Tâches à résoudre.....	130
Figure 5.7	Interface Participant.....	131
Figure 5.8	Boite de réception.....	131
Figure 5.9	Boite d'envoi.....	131
Figure 5.10	L'interface de résolution au niveau participant.....	132
Figure 5.11	Boite de réception facilitateur.....	132
Figure 5.12	Evaluation Oui/Non.....	133
Figure 5.13	Réception des évaluations par Oui/Non au niveau du facilitateur.....	133
Figure 5.14	Evaluation sur une échelle.....	134
Figure 5.15	Réception d'évaluation sur une échelle au niveau du facilitateur.....	134
Figure 5.16	Propositions des critères au niveau du décideur.....	135
Figure 5.17	Organisation des critères au niveau du facilitateur.....	135
Figure 5.18	Attribution d'un coefficient pour chaque critère.....	135
Figure 5.19	Evaluation multicritères.....	136
Figure 5.20	Réception d'évaluation multicritères au niveau du facilitateur.....	136
Figure 5.21	Choix de solution.....	136
Figure 5.22	Rapport de session.....	137

INTRODUCTION GENERALE

Dans un contexte concurrentiel fort, les entreprises cherchent en permanence à améliorer leur compétitivité. Celle-ci repose autant sur la qualité des produits ou des services que sur les coûts et les délais de leur prestation. Il est indispensable de pouvoir répondre rapidement aux évolutions du marché. Cette dynamique remarquable du contexte économique semble nécessiter de la part des acteurs d'une organisation une capacité d'adaptation et de réactivité toujours plus grande. En effet, l'évolutivité croissante des marchés se répercute directement sur la réactivité nécessaire des entreprises. L'adaptation et la réactivité de l'entreprise passent par sa capacité à interagir efficacement avec l'ensemble des acteurs. Il s'agit donc de faire tomber les barrières culturelles, organisationnelles, fonctionnelles et technologiques au sein des entreprises, afin que l'ensemble soit vu comme un tout cohérent.

Par ailleurs, la fin du vingtième siècle a été marquée par le passage à une ère nouvelle, l'ère de l'information. Ce passage s'est, d'une part, manifesté à travers l'émergence de technologies informationnelles, mais aussi, par toute une série de phénomènes en rupture avec les anciennes logiques économiques et sociales. Ces technologies informationnelles, issues du "traitement" de l'information ont déjà profondément transformé les modes de production des biens et des services. Ces mutations profondes liées à la disponibilité et au partage de bases d'information toujours plus importantes ont eu des conséquences sur le monde de l'entreprise. Cependant la diffusion incontrôlée de l'information ne garantit en rien sa fiabilité, sa précision ou encore sa validité. C'est pourtant sur ces corpus dynamiques d'informations en expansion que les managers doivent prendre et assumer des décisions le plus rapidement possible en prenant en considération de nombreux points de vue.

Depuis quelques années, les processus de décisions distribuées intéressent les industriels par leur capacité à répondre aux exigences de réactivité du marché. Les études organisationnelles et les analyses des processus distribués montrent les besoins des entreprises en permanence en solutions pour l'organisation de leurs activités autour d'un espace de travail que l'on peut appeler virtuel partagé ou distribué et l'amélioration de leur compétitivité dans

un contexte concurrentiel fort. Dans cette ère de compétitivité à l'échelle mondiale, l'espace économique témoigne d'un mouvement de réorganisation constante, dans lequel les entreprises se globalisent et s'internationalisent. Et ceci aboutit dans les deux cas à une organisation en équipes, unités ou groupes de travail de plus en plus géographiquement distribués. En revanche, si les processus de décisions distribués offrent de réelles capacités en termes de réactivité, leur usage doit être rigoureusement étudié en fonction de la problématique de l'entreprise.

1. Motivations

La prise de décision et son exécution sont les buts fondamentaux de toute organisation et de tout management. Toute organisation dépend structurellement de la nature des décisions qui sont prises en son sein par des décideurs. Cependant, les problèmes économiques actuels sont devenus très complexes pour qu'une seule personne puisse les appréhender dans leur globalité. Le temps est passé où un stratège d'entreprise avait la capacité de s'informer et de comprendre seul son environnement. Dans de nombreuses organisations, une décision n'apparaît pas comme un résultat fourni par un seul décideur, mais un compromis entre plusieurs intérêts et points de vue divergents. La prise de décision déborde aujourd'hui le strict cadre du décideur traditionnel qui s'isole pour prendre une décision. En effet, les décisions qui se prennent aujourd'hui font appel à l'expertise de plusieurs personnes en particulier celles concernées par la décision. Il est par conséquent nécessaire de les impliquer dans le processus de prise de décision. L'entreprise doit donc organiser ses activités de façon plus globale. Dans un environnement toujours plus confus où la visibilité se réduit, où toute prospective est fragile, la stratégie d'une entreprise doit s'appuyer sur une intelligence collective.

Avec l'introduction des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), On assiste actuellement au sein des organisations à une évolution de la prise de décision et à un déplacement vers une aide à la décision collective. Cette démarche collective multiplie les solutions envisagées mais aussi les raisonnements suivis, l'interprétation des faits est différente selon chaque individu, l'avantage est double, la connaissance est multiple, c'est ce qu'on appelle « la cognition distribuée ». Le niveau de connaissance est plus élevé par rapports à chacun. Une personne seule pourrait difficilement atteindre ce niveau. Et puis, les méthodes d'analyse sont également différentes, ce qui permet d'avoir différentes visions des faits. Parallèlement au courant « systèmes interactifs d'aide à la décision », se sont donc développées des approches visant à aider des groupes pour faire émerger une solution commune (*Group Decision Support System- GDSS*).

Dans les organisations virtuelles, les GDSS semblent extrêmement appropriés pour améliorer les décisions stratégiques. Cela entraîne une omniprésence des GDSS et les activités de facilitation doivent accompagner un tel mouvement, en mettant l'accent sur l'intérêt et le rôle du facilitateur. En effet, les GDSS sont liés au domaine de la créativité humaine. Ainsi, les GDSS nécessitent une expertise et une expérience dans la facilitation des réunions de prise de décision et doivent employer des facilitateurs humains et utiliser des outils d'aide à la décision pour modérer et gérer ces réunions.

Le recours sans cesse croissant à une résolution collaborative/collective de problèmes opportune et une prise de décision participative dans les organisations a engendré une demande croissante en facilitateurs afin de supporter ces processus. Cependant, bien que plusieurs études aient illustré le mérite du facilitateur qui peut être un facteur important du

succès dans l'environnement GDSS, un facilitateur humain hautement qualifié n'est pas toujours disponible. La création et la facilitation du travail de groupe n'est pas un moindre problème et particulièrement quand ces groupes sont hautement décentralisés – c'est-à-dire composées de personnes qu'il est difficile de réunir (en face-à-face). La recherche sur la facilitation dans ce domaine est encore disséminée et relativement peu de travaux pour supporter la facilitation de groupe ont été réalisés.

Avec les progrès incessants des réseaux et télécommunications, il est aujourd'hui possible de faire travailler de façon coopérative plusieurs personnes distantes. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication, en augmentant la qualité et la fréquence des échanges entre les partenaires, favorisent l'émergence de ces collaborations puisqu'elles permettent d'assurer la cohérence des informations partagées entre les différents acteurs. De fait, les acteurs ressentent moins le besoin de se rencontrer en face-à-face pour se coordonner ou bien coopérer autour de leurs projets communs. En revanche, elles n'apportent pas de solution générale au problème de la cohérence des décisions individuelles vis-à-vis d'une organisation globale. En effet, le système de pilotage global étant plus complexe, la distribution de la décision entre plusieurs entités pose le problème de la définition d'objectifs communs et de la cohérence des décisions satisfaisant, d'une part des objectifs individuels, et d'autre part des objectifs communs.

Afin de supporter ces nouveaux processus de facilitation, le développement de nouveaux outils et de nouvelles architectures est nécessaire. Ces outils devraient constituer une extension naturelle des capacités des facilitateurs. Notre problématique de recherche s'inscrit dans ce cadre.

2. Contributions

Nous nous plaçons dans le contexte de situations décisionnelles critiques où les activités de prise de décision collective sont généralement caractérisées par des sessions de coopération synchrones au sein d'environnements distribués dynamiques, évolutifs et souvent imprévisibles. Au cours de ces sessions, les participants agissent simultanément et depuis des points d'accès distribués sur des objets partagés en suivant des règles de coordination pouvant être implicites ou explicites et en utilisant un ensemble d'outils qui leur permettent de progresser de façon coordonnée. Chacun des participants prend quelques décisions partielles, celles-ci servant de base aux suivantes. La prise de décision nécessite alors une synergie d'efforts de plusieurs membres afin que chacun d'eux mette à contribution son savoir-faire. Les membres ayant différents intérêts, compétences et expériences ne sont plus situés dans la même pièce mais utilisent des informations venant d'autres acteurs via des réseaux de type Internet ou intranet. D'ailleurs, c'est grâce à cette synergie que les membres peuvent atteindre des résultats supérieurs à ceux que qu'ils auraient pu réaliser individuellement. Ainsi l'outil pour décider devient l'outil pour décider ensemble.

La contribution principale de cette thèse dans le domaine d'aide à la facilitation de la prise de décision collaborative se trouve dans la conception et la mise en œuvre d'un modèle et d'un système dédiée à la facilitation de la prise de décision de groupe synchrone distribuée. Cette structure collective entre agents humains permet d'une part d'additionner et de mutualiser les savoirs et les capacités créatrices, et d'autre part de limiter l'incertitude inhérente au processus de prise de décision par l'échange et la comparaison des points de vue.

L'idée directrice de ce modèle est de renforcer la communication ainsi que la coopération entre les différents acteurs impliqués dans la prise de décision collective. Il s'agit d'une phase de production et de résolution créative de problème individuelle précédant la présentation des contributions au collectif. Cette dynamique d'éclatement puis de regroupement implique des mécanismes de coopération et de communication entre le groupe et l'individu.

La caractéristique essentielle, qui différencie notre proposition des systèmes précédemment définis, consiste en une articulation de deux modes d'utilisation :

1. Une aide à la prise de décision centrée sur une coopération utilisateur/système (au niveau participant) pour la prise de décision individuelle où une réelle coopération est instaurée entre les deux agents pour une résolution conjointe de problème ;
2. Une aide à la facilitation centrée sur une coopération homme-homme médiatisée (au niveau groupe) pour la prise de décision collective où un ensemble de supports logiciels pour l'échange d'information, l'agrégation des préférences et le choix d'une décision est mis à la disposition du groupe.

Ainsi, le rôle du système projeté fondé sur ce modèle ne consiste pas à proposer une décision, mais à s'assurer de la prise de décision de l'un (des) participant(s) à la fin du processus. Durant ce processus, le système interagit consécutivement ou simultanément avec chacun des participants et a le double rôle de fournir les éléments spécifiques d'aide à chacun tout en proposant les éléments d'harmonisation utiles à la convergence du processus vers une décision collective.

3. Structure du mémoire

Chapitre 1 :

Les modèles d'aide à la décision sont le point de départ obligé de l'étude des systèmes informatiques d'aide à la décision. Ils définissent les fonctionnalités et les étapes à mettre en œuvre et les relient aux objectifs du processus de décision lui-même. A ce titre, le premier chapitre constitue une représentation générale de l'aide à la décision. Nous présentons, d'abord les notions de décision, de processus décisionnel et de l'aide à la décision. Cet historique sur l'aide à la décision est suivi d'une description des systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD), leur évolution vers l'Informatique Décisionnelle pour les systèmes orientés données et l'évolution des SIAD vers les SIAD à Base de Connaissances ou Intelligents.

Chapitre 2 :

Le développement des technologies de l'information et des télécommunications (TIC) a favorisé l'émergence de nouveaux types de système appelés systèmes d'aide à la décision de groupe distribués. Ces systèmes permettent à plusieurs décideurs dispersés au travers de larges lieux géographiques, d'interagir entre eux en même temps afin d'atteindre des objectifs communs. La deuxième partie concerne la prise de décision de groupe. Nous y présentons un état de l'art sur les systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS) et les GDSS distribués en particulier. Nous montrons tout au long de ce chapitre en quoi ces systèmes déjà définis, développés et utilisés ne répondent plus à la demande actuelle.

Chapitre 3 :

L'expansion des systèmes d'aide à la décision de groupe distribués a mis en évidence la nécessité de développer une autre fonction non moins importante pour le succès du processus d'aide à la décision collective, à savoir la facilitation de la prise de décision de groupe. Le facilitateur chargé d'une telle fonction est, en pratique, confronté à des tâches nombreuses et variées : identification des acteurs concernés, formulation du problème, élaboration d'une liste d'actions possibles, définition d'un ou plusieurs critères d'évaluation de ces actions, collecte d'informations, analyses de sensibilité, élaboration d'une recommandation, par exemple, sous la forme d'une sélection des « bonnes » actions ou d'un classement de celles-ci, etc. Son travail est souvent compliqué du fait de la volonté ou de la nécessité de prendre en compte des points de vue ou des critères conflictuels pour évaluer les actions mises en évidence. Nous consacrons ce chapitre à la présentation de cette fonction de facilitation.

Chapitre 4 :

Le quatrième chapitre présente notre contribution dans le domaine de l'aide à la facilitation de la prise de décision collaborative distribuée. Nous définissons tout d'abord un modèle du processus de prise de décision collective issu de nos observations et de notre analyse des modèles proposés dans la littérature. Nous décrivons ensuite notre proposition d'un modèle d'architecture et d'un système pour l'aide à la facilitation de la prise de décision synchrone distribuée et les choix de conception retenus. Nous terminons ce chapitre par une mise en œuvre du processus de prise de décision collective défini en montrant comment les phases de ce processus sont supportées par notre système.

Chapitre 5 :

Un exemple d'application à la gestion des défauts de mise en service du système de la combustion des chaudières est décrit dans le chapitre cinq pour illustrer la faisabilité et l'applicabilité de notre proposition.

La conclusion de ce mémoire nous permet de dresser les perspectives des travaux sur lesquels nous pensons nous investir dans le futur. En effet, la conception et le développement des systèmes d'aide à la décision ont fortement évolué ces dernières années. Cependant, de nombreux progrès sont encore nécessaires dans le domaine des Interfaces Homme/Machine Coopératives. Par ailleurs, il nous paraît aussi essentiel de pouvoir explorer la mémoire de groupe « mémoire organisationnelle » dans l'aide à la prise de décision collaborative et de pouvoir supporter le processus de facilitation dans son ensemble dans les organisations lors des phases de pré-décision et de post-décision.

Chapitre I

Aide à la Décision

La fin du vingtième siècle a été marquée par le passage à une ère nouvelle, l'ère de l'information. Ce passage s'est, d'une part, manifesté à travers l'émergence de technologies informationnelles, mais aussi, par toute une série de phénomènes en rupture avec les anciennes logiques économiques et sociales. Ces technologies informationnelles, issues du "traitement" de l'information telles que l'informatique, la robotique, les télécommunications numérisées, etc., ont déjà profondément transformé les modes de production des biens et des services. Ces mutations profondes liées à la disponibilité et au partage de bases d'informations toujours plus importantes ont eu des conséquences sur le monde de l'entreprise. Cependant la diffusion incontrôlée de l'information ne garantit en rien sa fiabilité, sa précision ou encore sa validité. C'est pourtant sur ces corpus dynamiques d'informations en expansion, que les managers doivent prendre et assumer des décisions le plus rapidement possible en prenant en considération de nombreux critères d'évaluation.

La prise de décision et son exécution sont, en effet, les buts fondamentaux de toute organisation et de tout management. Toute organisation dépend structurellement de la nature des décisions qui sont prises en son sein par des décideurs qu'ils soient individuels ou collectifs. Les décisions sont souvent prises sur la base d'intuitions et d'expériences passées. Elles sont issues d'heuristiques observables au travers de biais systématiques [Kahnemann 82]. Comme l'a observé Simon [Simon 77], ce type de stratégies ne peut s'appliquer qu'à des problèmes familiers. Lorsque nous sommes confrontés à des situations nouvelles, la tâche de prise de décision devient beaucoup plus difficile et l'environnement des décideurs est de plus en plus complexe et évolue rapidement. L'un des principaux problèmes est de déterminer les informations pertinentes pour la prise de décision [Holtzman 89]. Il devient donc primordial d'utiliser des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision, notés SIAD (*DSS* en anglais :

Decision Support Systems), qui permettent d'évaluer la situation, les diverses alternatives et leurs impacts.

La recherche sur les systèmes d'aide à la décision (SIAD) existe depuis environ trente ans. Les travaux sur les SIAD sont nombreux et couvrent un grand champ d'applications. En effet, de nombreuses applications font intervenir à différents niveaux de complexité des SIAD dans les entreprises et le monde industriel. Ces SIAD s'appuient sur des travaux qui font intervenir plusieurs domaines de recherche informatique tels que les systèmes de gestion de bases de données (SGBD), la recherche opérationnelle, l'intelligence artificielle, etc. Dans ce chapitre, nous allons tenter de cerner le domaine de l'aide à la décision et des SIAD en présentant leurs caractéristiques, les outils qu'ils utilisent, et les domaines d'applications.

1.1 Décision et aide à la décision

1.1.1 Décision

Pour la plupart des écoles rationalistes-analytiques, la décision est définie comme un choix entre plusieurs alternatives [Schneider 94]. Pour d'autres, la décision concerne aussi le processus de sélection de buts et d'alternatives. Les approches cognitives [Schneider 94], finalement, traitent la décision comme le résultat d'un processus global de résolution de problèmes.

Le terme décision a plusieurs définitions. Il est assimilé à un acte, une action ou un processus de résolution de problème :

Une décision est une action qui est prise pour faire face à une difficulté ou répondre à une modification de l'environnement, c'est à dire, pour résoudre un problème qui se pose à l'individu ou à l'organisation [Lévine 89].

Roy et Bouyssou [Roy 93] estiment que la décision est souvent présentée comme le fait d'un individu isolé (décideur) qui exerce librement un choix entre plusieurs possibilités d'actions à un moment donné dans le temps.

Selon Mintzberg [Mintzberg 79], une décision, qu'elle soit individuelle ou résultant d'un travail de groupe, peut être définie comme l'engagement dans une action, c'est à dire, une intention explicite d'agir.

Par ailleurs, du point de vue de la théorie de la décision [Longueville 03], on identifie cinq types de problèmes décisionnels distincts :

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

Selon [Simon 77], l'examen de la nature des décisions prises dans l'organisation permet de répartir les décisions dans l'organisation sur toute la longueur d'une échelle qui va du moins normalisé au plus normalisé.

1. Une décision est bien normalisée quand un processus connu et explicitable existe permettant de traiter les informations entrantes dans le système de traitement de l'information. Les décisions bien normalisées reviennent souvent, et c'est probablement pour cette raison que l'organisation a fait l'effort de les formaliser.
2. Une décision mal ou non normalisée est prise par une procédure non programmée ou peu programmée, ce qui ne veut pas dire qu'elle n'est pas programmable. Assez naturellement, une décision mal normalisée est une décision que l'on ne prend pas souvent et qui présente un caractère exceptionnel par sa nouveauté et son enjeu.

Une décision non normalisée est associée à un problème que se pose le décideur et qui nécessite un effort important pour en formaliser la résolution. Ce problème est assez souvent nouveau. Il faudra d'abord construire un espace de résolution, c'est-à-dire trouver la ou les bonnes représentations du problème, il faudra donc structurer et modéliser le problème ; d'où une analogie soulignée par Simon [Simon 77], entre décision mal normalisée et décision mal structurée, et un recouvrement entre les décisions bien structurées et celles qui sont normalisées. Ainsi, selon le niveau de structuration des décisions, celles-ci peuvent être classées en trois types [Trentesaux 96]:

1. Décision structurée : Le problème est clairement posé en termes techniques, les données sont fiables et numériques. Les modèles sont clairement définis, ce qui permet une résolution fiable et algorithmique du processus décisionnel. Une décision est bien structurée quand un processus connu et explicitable existe permettant de traiter les informations dans le système [Lévine 89]. Elle correspond à un programme immuable et fixe.

Exemple : facturation, paie, gestion de production par programmation linéaire, etc.

2. Décision peu ou mal structurée : Le problème peut ne pas être clairement posé et nécessite un gros effort pour être formalisé, les données sont souvent qualitatives, peu fiables, très peu stables, difficilement accessibles, etc. La décision est difficilement exprimable sous forme algorithmique. Parmi les décisions de cette catégorie, on distingue des situations complexes qui possèdent les caractéristiques suivantes :

- Il est impossible de trouver une modélisation complète du processus de décision. La décomposition du problème en sous-problèmes permet au moins de modéliser une partie du processus ;
- La recherche d'information est difficile. Les informations pertinentes sont peu accessibles, hétérogènes, non structurées. Les objectifs des décideurs ne se laissent pas spontanément traduire en termes de décisions ;
- L'identification du problème de décision nécessite l'utilisation de données et de connaissances provenant de plusieurs domaines réclamant une réelle expertise.

Exemple : choix de placement, choix d'un réseau de distribution, augmentation de capital, etc.

3. Décision non structurée : Le problème n'est pas clairement posé, le principe de la rationalité limitée [Simon 77] s'applique à toutes les étapes du processus décisionnel. La décision élaborée est difficilement justifiable de manière rationnelle.

Exemple : choix d'une publicité, choix d'un modèle de gestion et réalisation du logiciel associé, choix de nouveaux produits, réaction de l'opérateur face à un aléa qu'il n'a jamais envisagé.

Cette différence structurelle entre certains types de décision peut être très grande. Cela explique en partie la divergence des paradigmes en ce qui concerne la définition de ce qu'est une décision et de ce qu'un décideur sait faire.

Clarke [Clarke 93] propose des éléments ontologiques à l'aide desquels on pourrait définir des composants de la décision et qui illustrent la richesse de ce concept. Ce sont :

1. Objet de la décision : but, programme, opération, instrument, ...
2. Organe de décision : organisation, groupe, individu, ...
3. Type de prise de décision : routine, créatif, application d'un programme, ...
4. Portée de la décision : stratégique, tactique, opérationnelle, ...
5. Contrôle des éléments de la décision : bonne, moyenne, ...

Il suffit d'observer que ces définitions et typologie concourent à dire que le système doit aider un décideur dans la résolution de problèmes non structurés, mal structurés (ou semi structurés). Poser le problème en termes d'aide renvoie à l'analyse du comportement des décideurs. C'est se demander comment les hommes résolvent leurs problèmes, comment les décideurs prennent leurs décisions. C'est comprendre le processus de décision.

1.1.2 Approches de la décision

Au-delà des différents courants de recherche traitant de la prise de décision, il est intéressant de noter que la plupart des études peuvent être différenciées par les objectifs qui les conduisent à modéliser la décision. Plusieurs approches coexistent dans ce domaine. Suivant les approches, les modèles utilisés ont des objectifs différents.

1. Les approches systémiques :

La modélisation systémique propose de considérer la décision comme un processus de traitement de l'information séquentiel et projectif se développant au sein de l'organisation complexe dont il n'est pas séparable [Le Moigne 90].

D'après Le Moigne, les approches systémiques de modélisation des processus de décision sont nées des observations de processus de décision entendu comme un processus cognitif complexe et non plus comme un objet tenu pour bon ou mauvais au regard d'un unique critère de rationalité disjonctive. On s'éloigne donc des théories analytiques, qui instrumentalisent la décision, pour la réduire à une procédure de choix mathématique, « la commande optimum, que doit recevoir le système pour établir le bon comportement rationnel, présumé unique ».

Ces approches, supposent que chez chaque individu il existe des structures mentales de raisonnement en situation complexe de décision. L'objectif de la modélisation systémique de la décision est alors de développer des formalismes pour les caractériser.

2. Les approches analytiques ou prescriptives

Issues initialement de travaux d'économistes [Longueville 03], l'objectif de ces dernières est d'assister le décideur en lui proposant des outils pour choisir la décision optimale dans une situation donnée, à l'aide d'outils mathématiques. Ces approches dominent dans le domaine médical (aide à la décision pour déterminer des traitements ou des opérations cliniques) ainsi que dans les sciences de l'environnement (choix à prendre dans une politique de développement durable). Elles sont également très présentes dès qu'il s'agit d'aide à la décision en ingénierie et en gestion.

Il s'agit de modèles prescriptifs et normatifs, s'appuyant sur divers outils mathématiques comme la programmation (linéaire et non linéaire), la logique floue. Elles considèrent la décision comme un objet qui est composé d'une procédure de choix (évaluation de plusieurs alternatives, correspondant à des jeux de paramètres) et de la solution retenue (caractérisée par des critères, une performance). Ces approches offrent des solutions adaptées lorsque les hypothèses de validité des modèles correspondent aux situations d'application. En revanche, lorsque la modélisation des croyances et des désirs des décideurs est confrontée à un environnement en perpétuel changement, lorsque l'écart dans les modèles de rationalités, de croyances et de désirs est fortement biaisé par les comportements humains, ces théories montrent leurs limites.

3. Les approches descriptives

Pour pallier ces manques, des approches descriptives ont été développées afin de répondre aux besoins de modélisation des organisations. Notamment, lorsque la modélisation des approches des décideurs est confrontée à un environnement changeant, ou que les modèles rationnels des croyances et des désirs des décideurs sont fortement biaisés par les comportements humains. Elles sont issues de la psychologie cognitive et de la théorie de l'information [Cantzler 96]. Elles visent à modéliser le processus de décision des acteurs pour le décrire, l'analyser et l'exploiter (le réutiliser) si possible. Ces approches prédominent en Sciences Sociales, en Sciences de l'Information et en Sciences Cognitives.

Longueville différencie trois courants de recherche au sein de l'approche descriptive. Chacune des approches privilégie une facette de la décision :

- 1) **Les aspects processus** : ces méthodes abordent la décision comme un enchaînement d'activités qui conduisent au résultat. Cette vision en processus de traitement d'information permet de formaliser la décision, de définir les étapes du processus, et de souligner les interactions entre ce dernier et son environnement. Elles offrent souvent une vision de la décision intégrée dans un système complexe (le projet de l'entreprise) et non comme un objet isolé.
- 2) **Les aspects d'organisation sociale** : cette approche a été développée en sciences de gestion et de management stratégique. Il s'agit de considérer la décision comme un processus complexe et d'intégrer dans la modélisation l'importance des relations humaines, capables de s'auto-organiser pour prendre les décisions. Ces méthodes

concernent essentiellement le facteur humain et les aspects collectifs de la prise de décision.

- 3) **Les aspects structurels de la décision** : font référence aux différentes étapes de construction de la décision. Ces méthodes cherchent à représenter les divers objets produits tout au long du processus de décision. Ces objets sont représentatifs de la démarche argumentaire (structuration) suivie pour aboutir à la décision.

4. Le design rationale

Le *design rationale* est né du constat que la décision peut être avant tout perçue comme un processus d'argumentation. Le *design rationale* est l'explication des raisons pour lesquelles un artefact est conçu tel qu'il est [Regli 00]. Cela concerne en particulier la connaissance des décisions prises lors de la conception, les raisons et les compromis qui les justifient.

Cette définition est valable dans de nombreux domaines de la conception, en particulier le génie logiciel, l'architecture et la conception de produits. Dans ce dernier cas, le *design rationale* englobe le contexte le plus large du processus de développement de produit. Celui-ci comprend les informations à propos des décisions, pourquoi ont-elles été prises, les relations ou les dépendances pouvant les relier à certains éléments de la représentation du produit (une fonction, un artefact, ...), ou bien à d'autres décisions [Szykman 01].

Une méthode de *design rationale* est donc une méthode qui permet de formaliser les argumentations conduisant à la prise de décision lors d'un acte de conception. Un système de *design rationale* est la mise en application de ces méthodes, sous forme logicielle [Regli 00].

5. Synthèse concernant les approches de la décision

Les approches de représentation de la décision sous forme de processus de traitement d'information apportent des modèles intéressants :

- Ces approches permettent de représenter la décision par un système de traitement d'information (et de computation symbolique dans le cas des approches systémiques). Ceci ouvre donc de nombreuses portes à la formalisation de la décision pour la capitaliser et la réutiliser ;
- Considérer la décision comme un processus intégré dans un système complexe et non comme un objet, est une voie intéressante pour prendre en compte un grand nombre de phénomènes qui jouent un rôle dans la décision, comme les nombreuses interactions entre le processus de décision et son environnement. En particulier ces approches intègrent la composante temporelle.

Néanmoins, la question de savoir si la décision est effectivement représentable par un système de computation symbolique est discutable. En particulier à propos de la prise en compte de nombreux facteurs concernant les comportements des individus en situation de décision. Cette représentation du processus de décision est une vue conceptuelle qui peut s'éloigner de la réalité. Cette séparation entre l'identification du problème, le développement d'alternatives et la sélection de ces dernières est proposée également par [Mintzberg 79]. « Alors que la perspective logistique suggère une séparation claire entre les concepts d'identification du problème, de conception d'alternatives et de sélection, cela ne reflète pas

l'expérience d'un expert ». En effet, un expert ne sait pas nécessairement formuler un problème sans faire référence à l'espace des alternatives possibles, la formulation du problème est alors influencée par l'exploration de l'espace des solutions. Par ailleurs, l'expert peut difficilement générer l'ensemble des alternatives possibles sans faire référence à des décisions passées ou bien à la solution préférée. Enfin, peu d'experts ont une méthode d'évaluation des alternatives explicite et cette évaluation n'est généralement pas intrinsèque et peut elle-même dépendre du processus tout entier ou bien des alternatives voisines.

1.1.3 Processus de décision

Si dans le sens commun, le mot décision n'est pas particulièrement polysémique, il fait l'objet de plusieurs courants de recherche. En effet, la modélisation de la décision est abordée par de nombreuses disciplines qui y voient un intérêt pour appréhender et comprendre les comportements des systèmes organisationnels et humains. Il s'agit ici de s'intéresser à la façon dont les décideurs collectent et utilisent l'information dans la prise de décision, et ce afin de comprendre et d'assister les décideurs [Taggart 81].

La notion de décision est généralement assimilée dans le langage commun à un phénomène immédiat impliquant le plus souvent une personne isolée faisant un choix parmi un ensemble d'alternatives possibles. En effet, pour beaucoup de chercheurs, une décision n'est qu'un choix : « *A decision is a conscious choice between at least two possible courses of action* » [Schneider 94]. Ce qui s'avère totalement factice. En effet, même si le procédé n'est pas transparent, la prise de décision suit un processus mental durant lequel cet individu se fixe des objectifs et des priorités. Chez d'autres, la décision n'est plus considérée comme une activité ponctuelle à un instant t donné mais plutôt comme une suite d'activités évoluant dans le temps et impliquant la notion de processus. Cette décision s'inscrit en outre dans le temps sur des périodes de recherche d'information, d'identification et de choix de solutions, etc. On retrouve ainsi la notion de processus déjà rencontrée dans le concept de la résolution de problèmes en science cognitive. On introduit donc le temps et le changement en plus des choix. [Scott-Morton 71] par exemple attribue à tout processus de décision les éléments linéaires suivants :

1. Un processus de recherche pour découvrir des buts ;
2. La formulation d'objectifs exacts ;
3. La sélection d'alternatives (stratégiques) pour atteindre ces objectifs ;
4. L'évaluation des résultats.

Dans nos travaux, nous considérons cette deuxième vision de la décision selon laquelle la décision ne peut être étudiée que via la notion de processus de décision.

Plusieurs courants sont apparus pour modéliser le "cheminement intellectuel" du décideur. La tâche n'est pourtant pas simple, comment appréhender la "bonne" décision (ou du moins la moins mauvaise) face à un problème complexe.

Pour [Holtzman 89], prendre une décision signifie concevoir et s'engager à une stratégie d'allocation irrévocable de ressources précieuses. Le processus de prise de décision n'inclut pas, pour autant, l'allocation de ces ressources qui est appelée une action.

Parmi les différents travaux sur les processus de décision dans le cadre de la gestion des organisations, H.A. Simon, l'un des pionniers de la décision en organisation, a proposé une

vision cognitive non séquentielle du processus de décision matérialisé par un schéma de la prise de décision suffisamment général pour pouvoir être reconnu comme un véritable modèle canonique de la décision où les phases d'information et de conception jouent un rôle majeur (figure 1.1) :

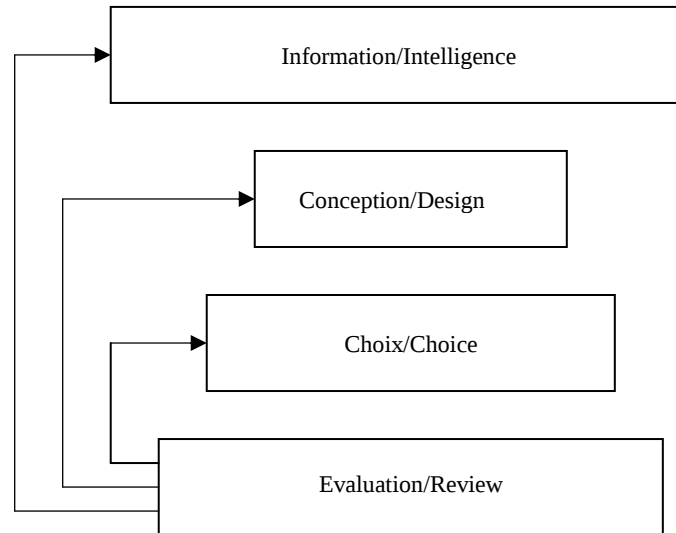


Figure 1.1 : Modèle du processus de décision de [Simon 77]

La (Figure 1.1) donne la représentation habituelle du modèle cognitif de Simon pour le processus de décision. Ce modèle distingue quatre phases dans le processus de décision, non obligatoirement distinctes :

1. La recherche d'information (*Intelligence*): Cette phase vise à recenser l'ensemble des informations utiles et prioritaires dont le décideur aura besoin lors de sa prise de décision. Il s'agit d'identifier les objectifs ou priorités du décideur et de définir le problème à résoudre. Pour cela, il est nécessaire de rechercher les informations pertinentes en fonction des préoccupations du décideur. Il s'agit d'une scrutation de l'environnement qui n'est pas focalisée sur telle ou telle décision à venir. Néanmoins, L'acquisition d'informations adaptées pendant cette phase peut se poser elle-même en termes de décision. En effet, sur ces informations pertinentes s'appuient toutes les autres phases du processus de décision et leur choix est donc essentiel. Elles influencent fortement les autres phases puisque tous les choix suivants en découlent.
2. La conception (*Design*): Cette phase comprend la génération, le développement et l'analyse des différentes suites possibles d'actions. Le décideur construit des solutions, imagine des scénarios, ce qui peut l'amener à rechercher des informations complémentaires. Pour cela, il va être nécessaire de choisir un ou plusieurs modèles de décision en fonction de la complexité du problème à traiter. Pour le ou les modèles choisis, il faut sélectionner des principes de choix (critères d'évaluation), déterminer les variables de décision, les variables incontrôlables et les variables résultats, ainsi que les relations mathématiques, symboliques ou qualitatives entre ces variables et construire les différentes alternatives.
3. Le choix (*Choice*): Pendant cette phase, le décideur choisit entre les différentes suites d'actions (solutions) qu'il a été capable de construire et d'identifier pendant la phase précédente. Il s'agit dans cette phase de déterminer les critères d'évaluation des

différentes solutions envisageables et d'étudier ou mesurer les conséquences de chaque alternative. L'évaluation des alternatives et le choix final dépendent du type des critères utilisés. Assez fréquemment, l'information et la conception contiennent déjà le choix dans la mesure où le décideur privilégie assez vite une seule action parmi celles possibles. Cette phase peut être de type analytique (optimisation, toutes les alternatives sont atteintes) ou heuristique. Pour les modèles normatifs, une approche analytique est utilisée – une solution optimale est fournie en résultat. Par contre, pour des modèles descriptifs, un nombre limité d'alternatives est utilisé. Seule une solution satisfaisante est documentée et construite.

4. L'évaluation (*Review*): Cette phase conduit à la recommandation d'une solution appropriée au modèle. Elle peut amener à la réactivation de l'une des trois phases précédentes ou, au contraire, à la validation de la solution. Après le choix, et dans la mesure où la décision s'intègre dans un processus dynamique ; la phase « review » nous semble extrêmement importante. De nouvelles informations pertinentes peuvent influencer tel ou tel choix, voir le modifier complètement. Une rétroaction (feedback) intelligente permet de corriger bien des erreurs et, sur le déroulement d'un processus décisionnel, elle conduit à des performances aussi bonnes que des stratégies compliquées sans rétroaction. Cette phase représente le retour du processus d'aide à décision à la réalité. La recommandation finale doit traduire le résultat fourni par le modèle d'évaluation dans le langage courant du client et du processus de décision dans lequel il est impliqué.

Si la phase de choix relève du seul décideur, un système d'information a sa place dans les deux phases de préparation à cette prise de décision, et dans la phase d'évaluation du choix. En effet, la capacité de traitement de l'information peut être aussi utilisée lors de l'évaluation des scénarios décrivant les différentes options envisagées par le décideur lors de la phase de conception. Dans cette phase, le système d'information peut fournir des éléments d'évaluation des scénarios à l'aide d'indicateurs calculés à partir de modèles ou de procédures de calcul adaptés. La phase d'évaluation du choix correspond à une évaluation a posteriori du choix du décideur ; cette évaluation permet de corriger les petites erreurs. La détection des erreurs et des aspects à améliorer peut être facilitée par l'apport d'information et d'indices calculés par le système d'information [Kersten 90] [Lévine 89].

Cependant, dans la pratique, cette liste de phases n'est pas chronologique et ne reflète que partiellement la réalité, mais leur identification permet d'avoir une vision globale du processus et des différentes « tâches » à accomplir pour aboutir à une décision. Ces tâches peuvent être explicites ou implicites, individuelles ou collectives. La procédure décrite par cette succession de phases n'est pas purement séquentielle ni linéaire. Des « retours en arrière » ou « boucles » peuvent se produire, notamment lors de la phase de conception, c'est-à-dire qu'à chaque phase, on peut être amené par exemple à générer une nouvelle alternative ou encore à rechercher de nouvelles informations ; l'élaboration d'un scénario peut nécessiter l'acquisition d'informations supplémentaires. De nombreuses itérations peuvent être nécessaires, au vu de la capacité limitée de l'homme en termes de traitement de l'information et de la complexité des problèmes de décision, avant qu'un terme ne puisse être apporté au processus de décision. Les phases d'intelligence (*Intelligence*), de conception (*Design*), de sélection (*Choice*) et de révision (*Review*) se succèdent sans logique chronologique préétablie possible. La présence de ces boucles pendant les processus de décision dépend du niveau de structuration du problème de décision (contraintes). H.A. Simon parle de causalités enchevêtrées.

Par ailleurs, la théorie de Simon se fonde sur l'idée qu'un décideur ne possède pas en fait une connaissance totale de la situation, d'où le terme de "rationalité limitée" [Simon 77] et que ces limitations dans la connaissance des faits et hypothèses proviennent principalement des contraintes de l'organisation qui sélectionne ou favorise tel ou tel scénario en fonction de ses intérêts.

Il demeure important de ne voir dans la séquentialité de ce modèle qu'un artifice pour s'aider à penser, ce que Simon avait lui-même souligné. En effet, les recherches empiriques sur les prises de décisions complexes montrent qu'aucune de ces phases ne peut être effectuée d'une façon optimale et à un moment précis de la décision. Toutefois, on doit attribuer une certaine valeur heuristique à cette démarche simple, car il est vrai qu'un acteur (collectif ou individuel) est concerné par ces quatre éléments de décision. Dans certains cas, un tel schéma linéaire peut suffire à décrire une décision.

En somme, les décisions ne sont pas prises après avoir posé le problème et collecté toutes les informations, mais progressivement durant un long processus d'action et de planification.

Dans toute question relative au processus décisionnel, il s'agit de développer et d'employer un modèle de décision. Cinq éléments, constituant ce modèle, sont à peu près communs et incluent :

- . le décideur : un individu ou un groupe chargé de prendre une décision particulière
- . un ensemble d'entrées au processus décisionnel : des modèles de données numériques ou qualitatives pour interpréter ces données, l'expérience avec des ensembles de données similaires, des situations de décisions similaires et des différents types de normes culturelles et psychologiques et des contraintes associées à la prise de décision
- . le processus de décision lui-même : un ensemble d'étapes, plus ou moins bien comprises pour transformer les entrées en sorties sous forme de décisions
- . un ensemble de sorties du processus décisionnel incluant les décisions elles-mêmes et idéalement un ensemble de critères pour évaluer les décisions produites par le processus par rapport à l'ensemble des besoins, des problèmes ou des objectifs qu'occasionnent les activités du processus décisionnel en premier lieu.

De manière générale, nous appellerons prise de décision tout processus mental à la suite duquel tout individu, placé devant plusieurs alternatives, choisit l'une d'entre elles.

1.1.4 Aide à la décision

Pour introduire la notion d'aide à la décision nous utilisons la définition proposée par [Roy 93]. L'aide à la décision est définie comme étant « l'activité de celui (homme d'étude) qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, cherche à obtenir des éléments de réponses aux questions que pose un intervenant (décideur) dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à prescrire, à recommander ou simplement à favoriser un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service duquel cet intervenant se trouve placé, d'autre part ». Cette

définition traduit le fait qu'on ne "résout" pas un problème, on aide le décideur à construire une représentation pertinente de la situation.

En général, il n'existe pas de solution optimale qui soit la meilleure pour tous les critères et tous les acteurs. La notion de solution optimale n'a pas nécessairement de sens. De ce point de vue, l'aide à la décision est loin du *problem solving* et du calcul de la meilleure utilité de la Recherche Opérationnelle. Dans cette définition, on voit clairement apparaître les notions d'explication de la logique décisionnelle et de recommandation.

Par ailleurs, ils soulignent que l'aide à la décision contribue à construire, à asseoir et à faire partager des convictions. Ce sur quoi et ce par quoi s'élabore la décision doit pouvoir faire l'objet d'une discussion critique.

L'aide à la décision utilise des techniques et des méthodologies issues du domaine des mathématiques appliquées telles que l'optimisation, les statistiques, la théorie de la décision ainsi que des théories de domaines moins formelles telles que l'analyse des organisations et les sciences cognitives. Bien que revêtant un caractère moins normatif que la théorie de la décision, l'aide à la décision est considérée par [Roy 93] comme une science prenant appui sur trois postulats principaux :

1. Postulat de la réalité du premier ordre : les principaux aspects de la réalité sur lesquels l'aide à la décision prend appui se rapportent à des objets de connaissances, objets qui peuvent être regardés comme des données et comme suffisamment stables pour que référence puisse être faite à l'état exact ou à la valeur exacte de telle ou telle de leurs caractéristiques, valeur jugée significative d'un aspect de la réalité
2. Postulat du décideur : toute décision est le fait d'un décideur, acteur bien identifié, doté de pleins pouvoirs, agissant en vertu d'un système de préférences rationnel au sens d'un certain corps d'axiomes excluant l'ambiguïté et l'incomparabilité, que l'aide à la décision n'a pas pour objet de modifier
3. Postulat de l'optimum : dans toute situation devant entraîner une prise de décision, il existe au moins une décision optimale, décision pour laquelle, il est possible d'établir objectivement qu'il n'en existe pas de strictement meilleure et ceci demeurant neutre vis-à-vis du processus de décision.

Pour [Roy 93], la capacité de représentation abstraite des phénomènes et l'aptitude au raisonnement hypothético-déductif de l'homme peuvent être et sont depuis longtemps, mises par lui au service de l'action. C'est précisément cette activité de déduction et de modélisation qui, lorsqu'elle s'exerce consciemment en vue d'éclairer le comportement d'un intervenant dans un processus de décision, constitue l'essence de l'aide à la décision.

Afin de supporter cette aide à la décision de la manière la plus efficace possible, le développement de systèmes informatiques est nécessaire et inévitable. Ces systèmes peuvent être classés selon le rôle et les interventions qu'ils accordent à l'utilisateur (décideur) en cours de traitement et selon l'importance des modèles de traitement par rapport aux représentations et aux données (Figure 1.2). L'axe vertical représente la dimension qui correspond à la résolution de problème. Le décideur cherche à résoudre un problème dont nul ne connaît la solution a priori. La solution « satisfaisante » sera la résultante d'un processus d'exploration contrôlé par l'utilisateur. Cet axe est celui de l'interactivité ; à un moment ou un autre, des choix seront faits par le décideur et qui influenceront sur le résultat de la recherche. Le deuxième

axe est celui de la complexité qui exprime le rapport « volume des traitements » sur « volume des données ». Dans un système d'information, les données sont très nombreuses et les traitements limités, ils sont en général fournis par les traitements du SGBD. Au fur et à mesure que l'on ajoute des traitements sur cette couche SGBD, on fait ressortir la composante « modélisation » et on avance vers les SIAD ou les programmes informatiques complexes de la recherche opérationnelle. Ces derniers programmes reposent en général sur un modèle unique qui relève d'une modélisation dure. En revanche, lorsque la modélisation est versatile, le choix du modèle revient au décideur et l'on glisse vers les SIAD. Cet axe est bien celui de l'importance accordée à la modélisation et au traitement, par opposition à la collecte et au stockage des données.

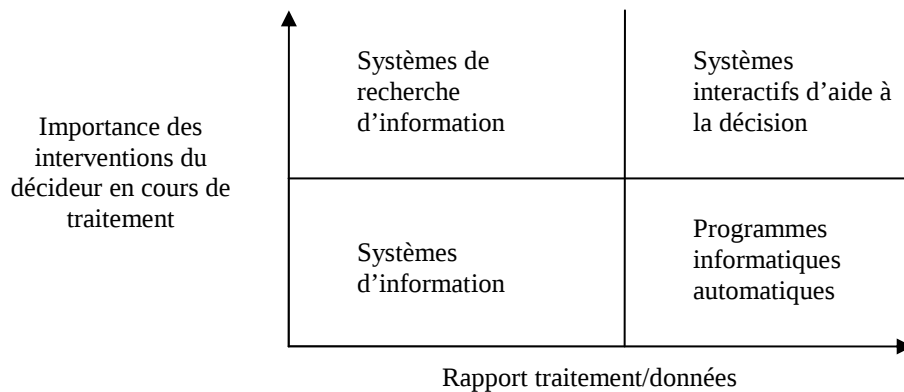


Figure 1.2 : Classification des systèmes informatiques [Lévine 90]

En entreprise, les décisions peuvent se classer en plusieurs groupes. Certaines sont faciles à prendre et se font par ajustement mutuel [Mintzberg 79]. D'autres obéissent à un programme dont le déroulement est immuablement fixe. Dans ce cadre, certaines décisions intègrent un aspect combinatoire qui peut être traité entièrement par une machine. Mais la plupart des tâches dans une organisation combinent les deux aspects : le dialogue et la combinatoire. Pour ce type de tâches, la machine devient véritablement un acteur supplémentaire dans la prise de décision. Malgré cela, elle ne doit pas être perçue par les acteurs humains comme une contrainte, ou un outil imposant ses propres décisions programmées par le concepteur sans laisser de marge aux vrais acteurs. Le système d'information doit être perçu comme un outil d'aide à la décision. Le contrôle du processus de décision par les utilisateurs devrait occuper une place prépondérante. Ainsi le concept d'aide à la décision est fondé sur l'équilibre entre le jugement humain et le traitement informatique. Elle constitue surtout une aide dans la formalisation d'un processus décisionnel et ne remplace en rien le décideur en vue de résoudre des problèmes complexes en s'appuyant sur des modèles et des données.

La décision est perçue comme l'exercice d'un choix entre plusieurs possibilités d'actions à un moment donné. Ceux qui réalisent ce choix sont « les décideurs ». Comme le définit Roy et Bouyssou [Roy 00] *"Aider à décider, c'est tout d'abord aider à clarifier la formulation, la transformation et l'argumentation des préférences. A ce niveau, le concept clé est celui du critère"*. Cette approche monocritère suppose que le système soit suffisamment simple pour qu'il soit possible d'évaluer les différentes possibilités d'action en utilisant un seul indicateur.

Le choix de ne considérer qu'un seul critère revient à réduire explicitement la réalité à une seule dimension. Dans le cas des systèmes complexes, plusieurs dimensions doivent être prises en compte. La multiplicité des points de vue ou des intérêts défendus et le caractère multidimensionnel des contextes d'évaluation de ces situations de décision fait que la notion

de meilleure décision (un optimum) peut parfois être vide de sens [Scharlig 85]. En effet, choisir d'optimiser, c'est implicitement se situer dans une approche à critère unique. Intégrer dans sa logique de décision un contexte ouvert multidimensionnel exige que l'on révisé alors la formalisation des modèles de décision. Il s'agit maintenant de prendre des décisions dans un contexte d'évaluation multidimensionnel où les méthodes d'analyse multicritère peuvent apporter certains éléments de formalisation intéressants.

1.1.5 Aide à la décision multicritère

Avant l'apparition des méthodes multicritères, les problèmes de décision se ramenaient le plus souvent à l'optimisation d'une fonction économique, constituant l'unique critère de sélection. Cette approche monocritère avait le mérite de déboucher sur des problèmes mathématiques bien posés mais qui n'étaient pas toujours représentatifs de la réalité car:

- Les préférences sur un critère sont, dans bien des cas, difficilement modélisables par une fonction ; et lorsqu'il y a plusieurs objectifs, il est impossible de les atteindre tous à la fois ;
- La comparaison de plusieurs actions possibles se fait rarement selon un seul critère ;

La remise en cause de l'approche monocritère (i.e. l'optimisation d'une fonction économique d'utilité globale), pour traiter les problèmes de choix est due principalement au fait que cette approche manque de réalisme [Roy 00].

On peut encore ajouter que selon le modèle de rationalité limitée de Simon, le décideur est naturellement tenté de s'orienter vers une approche monocritère, occultant la prise en compte de la complexité de la réalité et aboutissant au choix d'une solution satisfaisante mais non optimale.

Lorsque l'évaluation globale d'un objectif est complexe, il est nécessaire de décomposer l'objectif à atteindre en structurant l'ensemble des critères d'évaluation. L'approche multicritère de l'aide à la décision permet de pallier cette restriction en augmentant le niveau de réalisme et de lisibilité donné au décideur [Pomerol 93]. Construire un modèle prenant explicitement appui sur plusieurs critères, traduit et formalise un mode de raisonnement intuitif et naturel face à un problème de décision qui consiste à analyser séparément chaque conséquence [Roy 85].

En aide à la décision multicritère, les valeurs à agréger sont généralement des préférences, d'une alternative par rapport à une autre ou des degrés de satisfaction d'une alternative relativement à des critères.

Ainsi, nous pensons que l'objectif de l'aide à la décision (dans une relation de médiatisation entre l'homme et la situation à laquelle il se confronte) est de fournir des éléments concourant à éclairer la décision, à recommander, ou simplement à favoriser un comportement cohérent et rationnel. Il s'agit alors d'élaborer des modèles de compréhension pour aider le décideur à comprendre et à agir en situation complexe, à appréhender et manager les risques inhérents à la décision. La faculté de l'homme à adapter, anticiper ses actions dépend en effet en premier lieu de sa compréhension de la situation, de son diagnostic sur celle-ci. Les modèles cognitifs en jeu doivent donc constituer le cœur des systèmes

d'information décisionnels et les supporter quand il s'agit d'expliciter la trace de leur logique décisionnelle.

Par ailleurs, en ce qui concerne les outils informatiques, l'engagement conjoint de l'homme et de la machine pour résoudre des situations décisionnelles complexes conduit au concept de Système d'Aide à la Décision (SIAD).

1.2 Les systèmes d'Aide à la Décision (SIAD)

Keen et Scott-Morton [Keen 78] présentent les Systèmes d'Aide à la Décision (SIAD) comme des systèmes conçus pour résoudre des problèmes de décision peu ou mal structurés. Ces problèmes possèdent les ou l'une des caractéristiques suivantes [Klein 97] :

- Les préférences, jugements, intuitions et l'expérience du décideur sont essentiels ;
- La recherche d'une solution implique un mélange de recherche d'information, de formalisation ou définition et structuration du problème, du calcul et de la manipulation de données ;
- La séquence des opérations de recherche d'une solution n'est pas connue à l'avance parce qu'elle peut être fonction des données, être modifiée, peut ne donner que des résultats partiels, ou encore peut être fonction des préférences de l'utilisateur ;
- Les critères pour la décision sont nombreux, en conflit et fortement dépendant de la perception de l'utilisateur ;
- La solution doit être obtenue en un temps limité ;
- Le problème évolue rapidement.

Contrairement aux problèmes structurés, l'un des aspects les plus importants dans l'aide interactive à la décision est que l'homme prend l'avantage sur la machine. Résoudre le problème nécessite de faire appel à l'intuition et aux savoir-faire du décideur qui devient l'élément prépondérant du couple homme-machine. Dans ce cas, tout ou partie du contrôle de la recherche de solutions (processus de décision) doit être laissée au décideur. Toutes les solutions ne sont pas atteintes, seul un sous-espace de l'espace de recherche (l'ensemble des solutions) est exploré. On parle alors de recherche heuristique qui fournit une solution au problème, une solution satisfaisante mais peut être pas la meilleure selon le principe de rationalité limitée de [Simon 77]. En effet, le décideur humain est certainement totalement incapable de générer des arbres de décision longs ou complexes, entre autres, à cause de ses capacités très limitées de « calcul ». Par contre, il est en mesure de faire des choix relativement rationnels pour des problèmes à dimension « humaine ».

1.2.1 Définitions

Le concept de Systèmes d'Aide à la Décision (SIAD) a tout d'abord été introduit par l'école anglo-saxonne et est la traduction du concept de *Decision Support Systems (DSS)*. Scott-Morton a introduit pour la première fois, en 1971, l'aide à la décision en parlant de « système de décision et de gestion » couvrant le domaine qu'il définit comme suit [Scott-Morton 71] :

« [...] Ce travail, traitant de Décision et de Gestion, est basé sur une recherche qui combine à la fois des ordinateurs, des modèles analytiques et des terminaux utilisant des techniques de visualisation d'interactivité. Cette approche est basée sur l'analyse des décisions clés et fournit alors aux décideurs un support, une aide dans leur processus de prise de décision. Cette aide est possible dans des situations complexes et mal structurées et peut être utilisée par des décideurs en conjonction avec leur propre sentiment intuitif du problème et de sa solution. »

Les systèmes d'aide à la décision reposent de plus en plus souvent sur des systèmes informatiques qui sont chargés de fournir au décideur le maximum d'éléments dans les meilleurs délais et qui l'aideront dans sa prise de décision [Lévine 89]. Un SIAD est un système informatique dont le rôle est d'assister le décideur tout au long du processus de décision.

Les premiers systèmes d'aide à la décision sont apparus en 1966-1968 et sont devenus effectifs à la fin des années 70 où divers outils d'aide à la décision deviennent opérationnels. Ils permettent d'évaluer la situation, les diverses alternatives et leur impact. Ils offrent aussi au décideur une ergonomie de grande qualité, un accès enrichi à l'information et une gestion plus efficace de sa complexité, pour finalement l'aider à prendre la meilleure décision.

De nombreuses définitions ont été proposées dans la littérature [Holtzman 89] [Marakas 03] [Simon 77] [Zaraté 91] [Turban 93], qualifiant un SIAD de système d'information interactif spécifiquement développé pour aider à la résolution d'un problème de décision

Un SIAD est un outil permettant d'assister le décideur dans sa prise de décision. En effet, un processus de décision ne peut pas être entièrement automatisable [Pomerol 92]. Un SIAD est un Système de Traitement de l'Information (STI) qui permet d'extraire et de donner au décideur l'information nécessaire au processus de prise de décision. Cependant, cela n'est pas suffisant pour caractériser un SIAD et le différencier des systèmes d'information classiques. Il est beaucoup plus significatif d'ajouter qu'un SIAD est un résolveur de problèmes (*Problem solver*), destiné à résoudre des problèmes décisionnels, en laissant l'initiative à son utilisateur.

Une des définitions les plus citées des systèmes d'aide à la décision est celle de Keen et Scott-Morton [Keen 78] : « Les systèmes d'aide à la décision font coupler les ressources intellectuelles des individus avec les capacités de l'ordinateur pour améliorer la qualité des décisions. C'est un système d'aide informatique aux décideurs qui traitent des problèmes semi-structurés ». Dans ce sens, les SIAD impliquent l'utilisation d'outils informatiques pour :

1. Assister les décideurs dans leur processus de décision dans des tâches semi-structurées ;
2. Aider plutôt que remplacer le jugement des décideurs ;
3. Améliorer la qualité de la prise de décision plutôt que l'efficacité.

Sprague et Carlson [Sprague 82] ont donné une définition très proche de celle proposée par Keen et Scott-Morton [Keen 78] : « Les SIAD peuvent être caractérisés comme des systèmes informatisés, interactifs, qui aident les décideurs en utilisant des données et des modèles pour résoudre des problèmes mal structurés ». Leur définition repose sur les mots « données » et « modèles » qui fondent l'architecture des SIAD proposée par les mêmes auteurs.

Bonczek et al. [Bonczek 81] ont cherché à trouver des points communs entre ces nombreuses définitions. Ils ont fait observer que ces définitions concourent à dire que le système doit aider un décideur dans la résolution de problèmes non programmés, mal structurés (ou semi-structurés). Des problèmes où les préférences, jugements, intuitions et l'expérience du décideur sont essentiels, où la séquence des opérations telles que la recherche d'une solution, la formalisation et la structuration du problème n'est pas connue à l'avance, où les critères pour la prise de décision sont nombreux, en conflit ou fortement dépendants de la perception de l'utilisateur et où la solution doit être obtenue en un temps limité.

D'une manière plus précise, Turban [Turban 95] définit un système d'aide à la décision comme un système d'information automatisé interactif, flexible, adaptable et spécifiquement développé pour aider à la résolution d'un problème de décision non structuré et améliorer la prise de décision. Il utilise des données, fournit une interface utilisateur simple et autorise l'utilisateur à développer ses propres idées ou points de vue. Il peut utiliser des modèles standards ou spécifiques, supporter les différentes phases de la prise de décision et inclure une base de connaissances.

On pouvait distinguer à l'origine, deux types de SIAD. Ceux qui, incorporant des statistiques et de la recherche opérationnelle [Cohen 97], font une large place aux algorithmes d'optimisation et aux calculs numériques, et ceux qui sont tournés exclusivement vers la gestion de l'information (bases de données, gestion de fichiers et des flux d'informations dans l'entreprise).

Une caractéristique commune à tous ces systèmes est l'interactivité. Lors de la conception de ces systèmes, il s'agit en effet de prévoir une interaction facilitée au maximum entre le système et l'utilisateur. L'utilisateur doit pouvoir disposer de l'information qui lui est nécessaire sous sa forme la plus adéquate pour prendre des décisions. La notion d'interactivité dans un SIAD renvoie au rôle indispensable de l'utilisateur dans son fonctionnement, rôle non passif qui sous-tend le terme aide à la décision, mais aussi à la qualité de l'intégration des différents composants du système et à la nature de l'interface homme/machine [Lévine 89].

Un SIAD, en favorisant l'association d'un système informatique et d'un décideur, permet la formation d'un système de décision complet. Le décideur, de par sa connaissance pratique, possède un méta-modèle du processus de décision, et le SIAD, par sa capacité de traitement de l'information, l'aide à structurer le modèle [Lévine 89]. En d'autres termes, le décideur contrôle le processus de décision et le SIAD l'assiste en effectuant les calculs standards et répétitifs sur les données [Kersten 90]. Dans une telle perspective, le processus de décision s'identifie à une recherche heuristique menée par le décideur ; le système jalonne le processus de recherche à l'aide d'indicateurs et d'informations. Le décideur, en fonction de ces informations produites à l'issue du traitement des données, continue l'exploration heuristique des actions possibles, ou arrête si tout lui indique que la solution construite rencontre ses buts de façon satisfaisante [Pomerol 97]. De ce fait, la coopération entre le décideur et le système informatique ne peut être fructueuse que dans le cadre d'un système interactif [Pomerol 92, 97] [Lévine 89].

Tout l'art de la conception d'un SIAD réside dans l'instauration d'un véritable dialogue entre l'homme et la machine. Pour qu'un SIAD soit accepté par ses utilisateurs, il faut non seulement qu'il soit capable de gérer toutes les informations disponibles utiles à la décision suivant plusieurs perspectives d'analyse, mais qu'il propose en plus la trace de la logique décisionnelle qu'il a utilisée à des fins d'élucidation et de recommandation. L'explication

permet de juger de la pertinence des déductions ou des inférences du SIAD. Les SIAD n'ont plus pour objectif la recherche d'une solution optimale, mais permettent plutôt d'orienter le décideur vers des points qu'il ne pourrait pas toujours observer seul. Pour que cet échange soit fructueux, il est nécessaire d'identifier les problèmes partiels automatisables et pertinents pour l'utilisateur, pouvant faire avancer la résolution. L'utilisation d'outils en provenance de l'intelligence artificielle [Lévine 89] a permis de renforcer le traitement de l'information en éliminant les informations non pertinentes et en présentant des faits déduits à partir des données présentes dans les systèmes d'information. Le lien entre l'intelligence artificielle et les SIAD n'a fait que se renforcer au cours des années [Courbon 94] [Pomerol 97].

1.2.2 Structure d'un système d'aide à la décision

De la même manière que les définitions varient en fonction des auteurs, il n'existe pas d'architecture standard pour un SIAD. Chaque auteur reprend sous le terme de SIAD un ensemble plus ou moins étendu de composants. En effet, plusieurs architectures pour la conception de SIAD ont été proposées. Sprague et Carlson [Sprague 82] identifient trois composants fondamentaux d'un SIAD (figure 1.3): L'interface homme-machine, Un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) et un Système de Gestion de Bases de Modèles (SGBM).

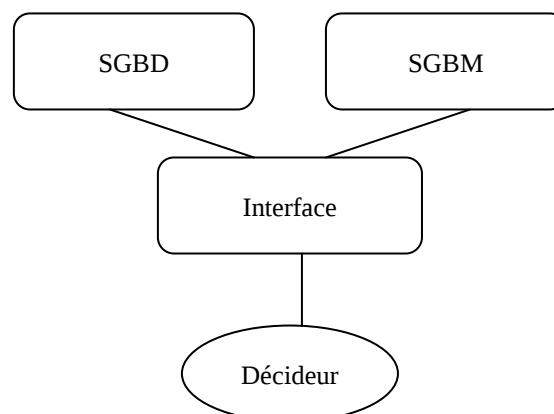


Figure 1.3 : Structure d'un SIAD selon [Sprague 82]

. **Un système de gestion et de génération de dialogue (interface utilisateur)** qui est un élément clé des fonctionnalités du système global. Il constitue l'interface entre l'utilisateur et le reste du système. Par l'intermédiaire des interfaces gérées par ce module, le décideur accède aux données et aux fonctions de calcul, et le système utilise le même vecteur pour lui communiquer le résultat des manipulations qu'il a effectuées. Les échanges sont d'autant plus favorisés que les représentations des résultats (tout comme le mode de questionnement du système) correspondent aux représentations mentales du décideur. Ainsi, le décideur peut exercer son contrôle et effectuer sa recherche heuristique dans de bonnes conditions. Une interface utilisateur devant supporter les décideurs à travers toutes les phases du processus de décision est la clé d'une utilisation réussie de tout SIAD [Sauter 97]. Elle inclut toutes les méthodes d'entrées/sorties par lesquelles les données sont introduites et les résultats et informations sont affichés par le SIAD. Elle permet une session interactive dynamique et un échange d'informations en temps réel entre l'utilisateur et le système. [Malone 99] dresse une série de caractéristiques spécifiques à considérer lors de la conception d'interface utilisateur à savoir : accessibilité, flexibilité, interactivité, ergonomie, etc.

. **Un Système Gestionnaire de Base de Données (SGBD)** ainsi que la base de données associée qui stocke, organise, trie et remonte les données pertinentes pour un contexte particulier de décision ;

Le module « Base de données » assure la fonction de mémoire ; il stocke non seulement les données, de façon permanente ou temporaire, mais il gère également l'enregistrement de données volatiles ainsi que l'effacement de ces données selon le souhait de l'utilisateur. Les données volatiles correspondent aux résultats obtenus au cours de traitements des données. Les données permanentes sont les statistiques ou autres données qui décrivent la situation courante et passée. Parmi ces données, il peut aussi y avoir des estimations concernant l'évolution de certains paramètres environnementaux.

Dans un SIAD, un système de base de donnée, doit mettre en corrélation des données de différentes sources, permettre une recherche rapide de données par des requêtes et des rapports et réaliser des tâches de recherche et de manipulation complexe de données.

. **Un Système Gestionnaire de Base de Modèles (SGBM)** ainsi que la base de modèles associée qui possède un rôle similaire au système gestionnaire de base de données excepté qu'il organise, trie, stocke les modèles quantitatifs de l'organisation ;

Le module « Modèle de données » contient l'ensemble des modèles et des procédures de calcul utilisés dans les différents traitements standards des données mis à disposition de l'utilisateur. Il peut s'agir d'outils de programmation mathématiques, de modèles de prédiction et de simulation, de modèles financiers et de calcul standards (d'indices et d'indicateurs par exemple) et de procédures de représentation des données. Si les procédures de représentation intègrent une dimension spatiale (cartes géographiques, plan d'usine par exemple) alors on est face à un « Système Spatial d'Aide à la Décision – *Spatial Decision Support System (SDSS)* ».

. **Un utilisateur** : qui fait partie intégrante du processus de résolution de problèmes.

Cependant, cette structure n'est pas suffisante pour caractériser un SIAD et le différencier des systèmes d'information classiques. Il est beaucoup plus significatif d'ajouter qu'un SIAD est un résolveur de problèmes (*Problem Solver*). Dans ce sens, en se basant sur les diverses architectures existantes, Marakas [Marakas 03] propose une architecture générale faite de cinq parties distinctes : Le système de gestion de base de données, le système de gestion de base de modèles, le système de gestion de base de connaissances (moteur de connaissances), l'interface utilisateur et les utilisateurs (figure 1.4).

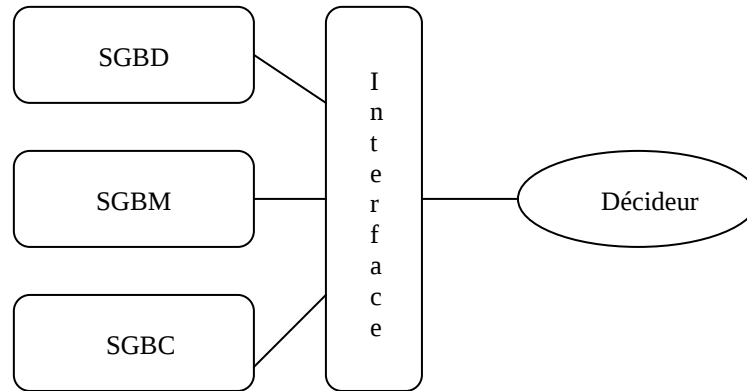


Figure 1.4 : Structure d'un SIAD basé sur la connaissance selon (Marakas 03)

. **Un Système de Gestion de Base de Connaissances (SGBC ou moteur de connaissances)** qui remplit les tâches relatives à la reconnaissance de problèmes et à la génération de solutions finales ou intermédiaires aussi bien que des fonctions relatives à la gestion du processus de résolution de problèmes. Les connaissances qui sont nécessaires pour résoudre un problème ou apporter une aide à la décision sont de deux catégories: (1) Les connaissances de domaine servent à construire une représentation du système qui sera utilisée pour résoudre un problème ou aider à la décision. La modélisation d'un système, processus impliquant experts du domaine et cognitivistes, doit aboutir à un résultat cohérent, ayant un minimum de complétude et qui soit pertinent pour étudier les problèmes abordés. (2) Les connaissances de résolution sont faites de savoirs, de procédures, de lois et de théories qui permettent à partir des connaissances de domaine de trouver une solution ou d'apporter des éléments d'aide à la décision.

Dans les systèmes d'aide à la décision, les connaissances de domaine sont constituées de modèles, et d'informations qui ont été relevées sur le terrain et qui sont utilisées pour initialiser les simulations. Grâce aux modèles, les ordinateurs génèrent par simulation des données qui seront utilisées par les décideurs. Les connaissances de résolution sont réparties entre les algorithmes qui vont conduire les simulations et les expérimentateurs qui dirigeront les simulations en utilisant leur savoir heuristique.

L'architecture même de ces systèmes fait apparaître une partie technologique issue de l'intelligence artificielle intégrant une modélisation des connaissances dans le problème à résoudre. L'intérêt de cette architecture réside dans l'accent mis sur le raisonnement dans la prise de décision et supporté par des outils de type systèmes à base de connaissances. Une caractéristique commune à tous ces systèmes est l'interactivité. Lors de la conception de ces systèmes, il s'agit en effet de prévoir une interaction facilitée au maximum entre le système et l'utilisateur. L'utilisateur doit pouvoir disposer de l'information qui lui est nécessaire sous sa forme la plus adéquate pour prendre des décisions. L'utilisation d'outils en provenance de l'intelligence artificielle [Lévine 89] a permis de renforcer le traitement de l'information en éliminant les informations non pertinentes et en présentant des faits déduits à partir des données présentes dans les systèmes d'information. Le lien entre l'Intelligence Artificielle (IA) et les SIAD n'a fait que se renforcer au cours des années [Lévine 89] et donnent naissance à une autre génération de SIAD dits intelligents.

1.2.3 Systèmes d'aide à la décision intelligents

Un des buts fondamentaux que se sont assignés les chercheurs en IA est la reproduction par les machines des raisonnements humains [Benchimol 92]. Les systèmes d'aide à la décision utilisent une traduction de la problématique dans un langage interprétable par une machine. La première tâche consiste donc à savoir comment l'homme raisonne. Selon les tâches qu'il doit accomplir, le raisonnement d'un homme diffère. En fait, il existe de nombreuses façons de raisonner et d'envisager des situations complexes.

La recherche d'une solution peut consister à dérouler une suite d'étapes élémentaires fixées par un algorithme de résolution. Cette approche algorithmique rencontre plusieurs limites car :

- Elle suppose que l'intégralité du savoir des experts peut entrer dans le cadre normatif d'un langage informatique, ce qui n'est pas le cas. En effet les experts font souvent appel à des processus heuristiques qui sont le fruit de leur expérience ;
- Elle conduit parfois à une "explosion combinatoire" qui impose des temps de calcul inenvisageables. Cette explosion ne peut être contenue qu'en faisant appel aux connaissances empiriques, "tacites" [Ermine 03], acquises par un expert.

Deux modes de base de raisonnement plus répandus sont :

- la déduction qui permet de tirer des conclusions à partir de règles dont on vérifie les prémisses ;
- l'induction qui conduit aux règles à partir d'observations partielles conduites suivant des schémas prédéterminés.

Ces deux raisonnements peuvent être utilisés de façon analytique (on découpe le raisonnement en sous-modules plus faciles à appréhender), ou synthétique (on rassemble au contraire des éléments épars).

Il est maintenant classique de chercher parmi les outils de l'intelligence artificielle des idées pour améliorer les performances des SIAD [Lévine 89]. Beaucoup de systèmes experts furent explicitement placés par leurs concepteurs sous le signe de l'aide à la décision. En effet, MYCIN [Buchanan 84] fut dès l'origine présenté comme un SIAD alors que PROSPECTOR [Duda 84] est conçu comme le prolongement des techniques de la décision bayésienne.

Turban et Aronson [Turban 01] suggèrent deux modes fondamentaux d'intégration des systèmes experts dans les SIAD qui sont : Intégration des systèmes experts dans les composants du SIAD et Intégration d'un système expert comme un composant séparé.

1) Dans le premier mode, l'incorporation des systèmes experts vise à enrichir la fonction des composants particuliers du SIAD ; par exemple, l'intégration d'un système expert dans le système de gestion de base de données confère une capacité de raisonnement à la manipulation des données. Cette intégration particulière permet aux utilisateurs de réaliser des requêtes de haut niveau telles que des interrogations de type « Comment ? » et « Pourquoi ? ». Selon Turban [Turban 95], l'intégration des systèmes experts dans le SIAD peut être réalisée indépendamment (figure 1.5).

2) Dans le second modèle, un système expert est ajouté au SIAD initial. Le système expert complète le SIAD dans une ou plusieurs étapes du processus de prise de décision. Le système expert fournit les connaissances du domaine et recommande des stratégies de résolution durant le processus. Une telle intégration peut être conceptualisée tel un expert humain chargé de la formulation de stratégies, de l'interprétation et l'évaluation des alternatives (figure 1.6).

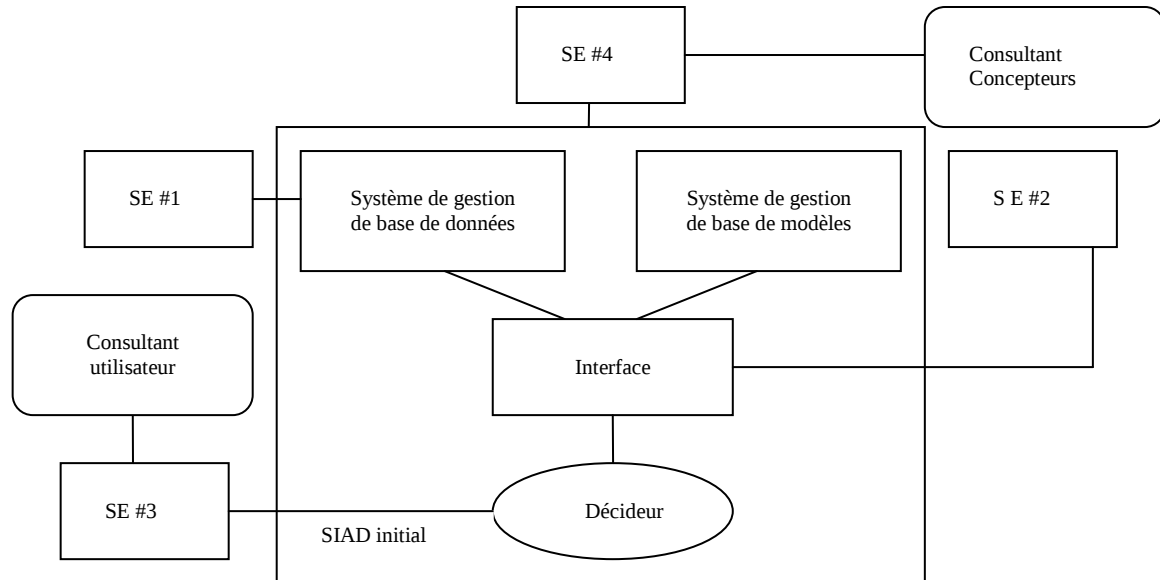


Figure 1.5 : Intégration de systèmes experts attachés aux composants du SIAD [Turban 95]

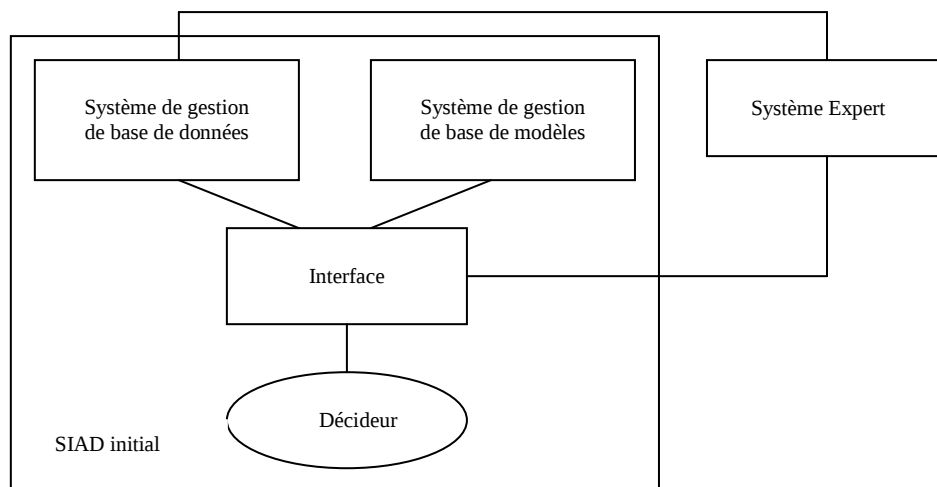


Figure 1.6 : Intégration d'un système expert dans un SIAD comme un composant séparé [Turban 95]

Les SIAD intelligents ou SIAD à base de connaissances reposent fondamentalement sur l'architecture des SIAD proposée par Sprague et Carlson [Sprague 82] en intégrant, suivant le premier mode, un système à base de connaissances soit dans le système gestionnaire de base de données, soit dans le système gestionnaire de base de modèles soit dans l'interface homme/machine [Zaraté 05]. L'intérêt est ici de pouvoir apporter une aide selon le type de raisonnement de la prise de décision : raisonnement orienté données, raisonnement orienté modèles, raisonnement orienté interfaces, tandis que selon le second modèle, le système intelligent d'aide à la décision, qui en résulte, permet de capturer les connaissances du domaine et fournit un guide intelligent durant le processus de prise de décision. Forgieonne et

al. [Forgionne 02] proposent une architecture conceptuelle de systèmes supportant la prise de décision à l'âge d'internet. En effet, ils proposent une architecture de SIAD intelligents (I-DMSS) capables de supporter toutes les phases du processus de décision d'une manière continue, intégrée et complète.

Une revue des définitions montre qu'il existe un large consensus pour dire que le système doit posséder des facilités interactives afin d'interroger l'utilisateur. Ces définitions constituent un bref historique des SIAD. L'architecture même de ces systèmes a donné naissance à un domaine nouveau représenté par l'Informatique Décisionnelle. En effet les SIAD incluant une Base de Données ainsi que son SGBD associé, des chercheurs se sont intéressés à cette partie du système tentant de trouver des réponses à la prise de décision dans les données elles mêmes.

Le SIAD tire parti de l'ensemble des données produites ou acquises par l'entreprise, ensemble dont il fournit une présentation synthétique. Cela suppose (1) que le SIAD soit alimenté potentiellement par toutes les applications de l'entreprise, (2) qu'il résolve les problèmes de comparabilité et de redressement des données qui se posent inévitablement lorsque l'on utilise des sources diverses. En outre, les outils fournis par le SIAD pour remplir les divers objectifs qui lui sont assignés utilisent les technologies issus de l'informatique décisionnelle notamment les technologies OLAP (On-Line Analytical Processing) ou « hypercubes » et le datamining [NFES 06]. Le concept d'informatique décisionnelle aborde l'aide à la décision par une approche données et surtout au niveau stratégique du management de l'entreprise. L'aide à la décision, que peuvent fournir les SIAD, est considérée non seulement d'un point de vue des données mais aussi en intégrant des modèles.

1.3 Informatique décisionnelle

Le système d'information décisionnel est un ensemble de données organisées de façon spécifiques, facilement accessibles et appropriées à la prise de décision ou encore une représentation intelligente de ces données au travers d'outils spécialisés.

Les systèmes décisionnels sont dédiés au management de l'entreprise pour l'aider au pilotage de l'activité, et sont indirectement opérationnels car n'offrant que rarement le moyen d'appliquer les décisions. Ils constituent une synthèse d'informations opérationnelles, internes ou externes, choisies pour leur pertinence et leur transversalité fonctionnelle, et sont basés sur des structures particulières de stockages volumineux (*Datawarehouse*, bases *OLAP*). Le principal intérêt d'un système décisionnel est d'offrir au décideur une vision transversale de l'entreprise intégrant toutes ses dimensions.

L'intégration de ces outils décisionnels dans un SIAD a pour objectif de permettre l'établissement de consolidations et de rapprochements non prédéfinis entre des données, essentiellement à des fins de *reporting* ou de prise de décision. Ce sont donc des outils d'interrogation de données et de restitution des résultats, à des niveaux de détail ou d'agrégation variables, et observés selon des axes également variables. Ils s'appuient non seulement sur les données actuelles mais surtout sur l'historique des données afin de permettre des analyses d'évolution temporelle.

Deux fonctions principales sont destinées aux outils décisionnels [Goglin 01] (figure 1.7):

1. Collecter et Stocker : *Datawarehouse, Datamart, OLAP, Dataweb*
2. Extraire et Présenter: *Datamining*

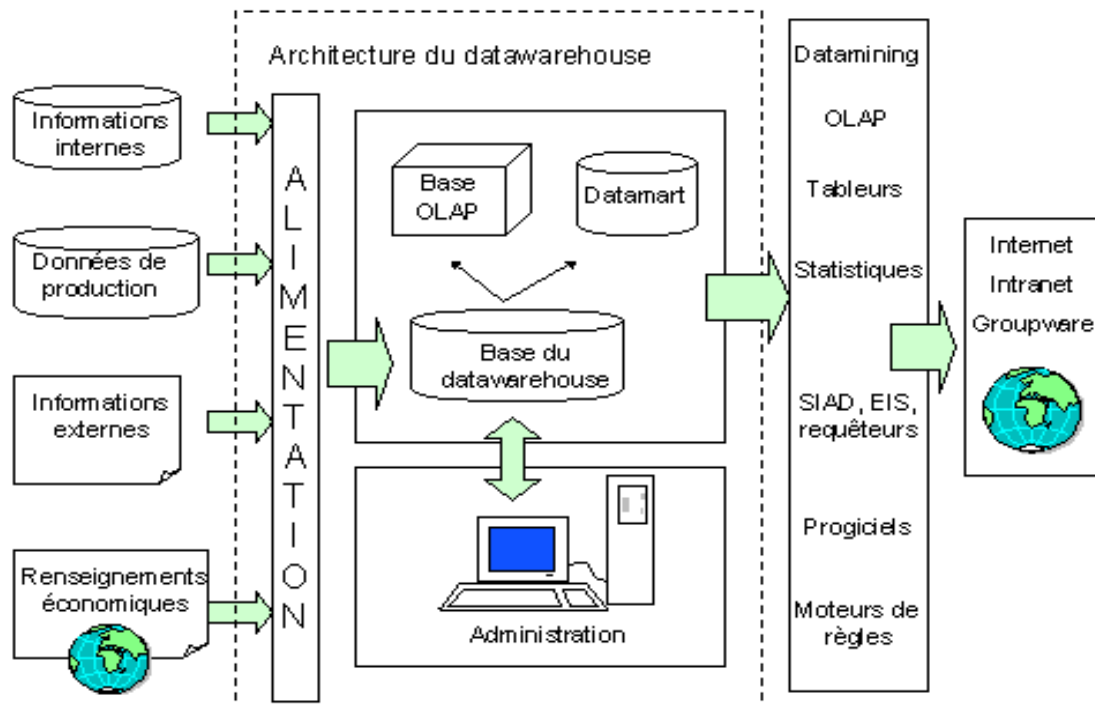


Figure 1.7 : Architecture élaborée d'un Datawarehouse [Goglin 01]

1.3.1 Le Data Warehouse

Le *Datawarehouse* est actuellement, non seulement une réalité au sein des grandes entreprises, mais aussi un marché pour un nombre croissant d'acteurs : intégrateurs, éditeurs de SGBD ou d'outils spécialisés. Disposer d'une offre dans le domaine décisionnel devient une condition sine qua non pour les acteurs du monde informatique stratégique, enjeu d'actualité avec la montée en puissance de l'intelligence économique. Car, les sociétés les mieux positionnées sur ce marché bénéficient d'une image forte dans le domaine des applications critiques de l'entreprise.

Un *Datawarehouse* est un entrepôt de données. Il intègre les informations en provenance de différentes sources, souvent réparties et hétérogènes et a pour objectif de fournir une vue globale de l'information aux analystes et aux décideurs. Il s'agit d'un stockage intermédiaire des données issues des applications dans lesquelles les utilisateurs puisent avec des outils de restitution et d'analyse. Le *Datawarehouse* permet au décideur de travailler dans un environnement informationnel, référencé, homogène et historié. Cette technique l'affranchit des problèmes liés à l'hétérogénéité des systèmes informatiques et à l'hétérogénéité des différentes définitions de données issues de l'historique de l'organisation.

Un *Datawarehouse* est une collection de données thématiques, intégrées, non volatiles et historiées organisées pour la prise de décision [Inmon 96].

. *Thématiques (Orienté sujet)* : L'objectif d'un *Datawarehouse* est la prise de décisions autour des activités majeures de l'entreprise. On assemblera, à cet effet, les informations par thèmes (sujets) contrairement aux modélisations traditionnelles qui regroupent les informations par fonction (application). On pourra ainsi passer d'une vision verticale de l'entreprise à une vision transversale beaucoup plus riche. La vue offerte par le *Datawarehouse* sur les données est alors une vue orientée client.

. *Intégrées* : Il est clair que la transversalité recherchée sera d'autant plus efficace que le système d'information sera réellement intégré. Cette intégration nécessitera une forte normalisation, une bonne gestion des référentiels et de la cohérence, une parfaite maîtrise de la sémantique et des règles de gestion s'appliquant aux données manipulées. C'est à ce prix que l'on pourra offrir une vision homogène et cohérente de l'entreprise via ses indicateurs. Ceci suppose que le système d'information de l'entreprise est déjà structuré, bien maîtrisé et bénéficie d'un niveau d'intégration suffisant, et que les données provenant des différentes sources soient intégrées, avant leur stockage dans l'entrepôt de données. L'intégration permet d'avoir une cohérence de l'information. Si tel n'était pas le cas, la qualité des données s'en ressentirait et pourrait empêcher la bonne mise en œuvre du *Datawarehouse*.

. *Non-volatiles (pas de suppression)* : Afin de conserver la traçabilité des informations et des décisions prises, les informations stockées au sein de *Datawarehouse* ne peuvent être supprimées. Une même requête lancée plusieurs fois, et ce, à des mois d'intervalle, sur une même population doit restituer les mêmes résultats. En effet, à la différence des données opérationnelles, celles de l'entrepôt sont permanentes et ne peuvent pas être modifiées. Ainsi, dès lors qu'une donnée a été qualifiée pour être introduite au sein du *Datawarehouse*, elle ne peut être altérée, ni modifiée, ni supprimée. Elle devient une partie prenante de l'historique de l'entreprise. Ceci est fondamentalement différent de la logique des systèmes de production qui bien souvent remettent à jour les données à chaque nouvelle transaction lancée. De ce fait, la donnée sera considérée comme volatile dans un système de production alors qu'elle doit nécessairement être non volatile dans un *Datawarehouse*. Le rafraîchissement de l'entrepôt, consiste à ajouter de nouvelles données, sans modifier ou perdre celles qui existent.

. *Historisées* : Outre les problèmes de volumétrie, de capacité de stockage et de calcul des machines hébergeant le *Datawarehouse*, une historisation régulière des informations stockées est rendue nécessaire en vue de suivre dans le temps l'évolution des indicateurs à analyser. La prise en compte de l'évolution des données est essentielle pour la prise de décision qui, par exemple, utilise des techniques de prédiction en s'appuyant sur les évolutions passées pour prévoir les évolutions futures.

La construction et la mise en œuvre d'un entrepôt de données représentent une tâche complexe qui se compose de plusieurs étapes. La première consiste à l'analyse des sources de données et à l'identification des besoins des utilisateurs. La deuxième correspond à l'organisation des données à l'intérieur de l'entrepôt. Finalement, la troisième consiste à établir divers outils d'interrogation (d'analyse, de fouille de données ou d'interrogation). Chaque étape présente des problématiques spécifiques. Ainsi, par exemple, lors de la première étape, la difficulté principale consiste en l'intégration des données, de manière à ce qu'elles soient de qualité pour leur stockage. Pour l'organisation, ils existent plusieurs problèmes comme : la sélection des vues à matérialiser, le rafraîchissement de l'entrepôt, la gestion de l'ensemble de données (courantes et historisées), entre autres. En ce qui concerne le processus d'interrogation, nous avons besoin des outils performants et conviviaux pour l'accès et l'analyse de l'information.

Signalons aussi la montée en puissance du *Datamart* qui peut se définir comme un petit *Datawarehouse* extrait d'un *Datawarehouse* plus important et spécialisé dans un domaine.

1.3.2 Datamart

Un *Datamart* est un magasin de données. Il s'agit d'une solution départementale d'entrepôt de données (*Datawarehouse*) supportant une partie des données et fonctions de l'entreprise. C'est un sous-ensemble d'un *Datawarehouse* qui ne contient que les données d'un métier de l'entreprise alors qu'un *Datawarehouse* contient toutes les données décisionnelles de l'entreprise pour tous les métiers. L'avantage de la mise en œuvre d'un tel outil est plus aisé vu sa portée et son étendue réduites dans l'organisation. La difficulté reste le coût de développement de son développement ad hoc pour chaque domaine défini.

1.3.3 OLAP (On Line Analytical Processing)

Traitement analytique en ligne, c'est la technologie qui permet de produire des synthèses descriptives en ligne (ou vues) des données contenues dans les grosses bases et les *Datawarehouses*. *OLAP* repose sur une structure de données spécialement adaptée aux extractions et aux croisements : hypercube (ou cube).

Un hypercube est une construction intellectuelle qui rassemble les données en plusieurs axes appelés « dimensions ». Après avoir été extrait depuis un *Datawarehouse*, un hypercube permet de croiser et d'extraire des données de manière interactive suivant des critères qui n'avaient pas été imaginés. Ainsi, la technologie hypercube permet à l'utilisateur, par la production de tableaux multidimensionnels intermédiaires, de construire par sélection, les séries chronologiques ou les tableaux croisés dont il a besoin. Le contenu de ces hypercubes doit être défini a priori, à partir de l'analyse des besoins, de sorte qu'ils satisfassent au mieux les besoins des utilisateurs.

1.3.4 Dataweb

Actuellement, on assiste au développement d'un nouveau concept qui permet de fusionner le *Datawarehouse* et le Web : il s'agit du *Dataweb*. Le *Dataweb* désigne le support d'applications décisionnelles sur le web. De manière plus générale, c'est l'idée sous-jacente d'un accès à une base de données universelle, quelle que soit la plate-forme d'hébergement, sa localisation (interne/externe, Internet) ou le format des données (numérique, alphanumérique, HTML, images, ...). Il n'est pas récent d'affirmer qu'il est essentiel d'avoir accès aux données internes à l'entreprise, mais aussi aux données externes qui peuvent provenir par exemple de l'internet. Un des avantages du *Dataweb* est de faciliter l'obtention des informations externes de l'entreprise.

1.3.5 Datamining

Le terme de *Datamining* signifie littéralement forage de données. Comme dans tout forage, son but est de pouvoir extraire un élément : la connaissance. Ses concepts s'appuient sur le constat qu'il existe au sein de chaque entreprise des informations cachées dans le gisement de données. Ils permettent, grâce à un certain nombre de techniques spécifiques de faire apparaître des connaissances.

L'exploration se fait sur l'initiative du système, par un utilisateur métier, et son but est de remplir différentes tâches :

. **La classification** se fait naturellement depuis déjà bien longtemps pour comprendre et communiquer notre vision du monde. Elle consiste à examiner des caractéristiques d'un élément nouvellement présenté afin de l'affecter à une classe d'un ensemble prédéfini.

. **L'estimation**, contrairement à la classification, son résultat permet d'obtenir une variable continue. Celle-ci est obtenue par une ou plusieurs fonctions combinant les données en entrée. Le résultat d'une estimation permet de procéder aux classifications grâce à un barème. Un des intérêts de l'estimation est de pouvoir ordonner les résultats pour ne retenir si on le désire que les n meilleures valeurs.

. **La prédiction** ressemble à la classification et à l'estimation mais dans une échelle temporelle différente. Tout comme les tâches précédentes, elle s'appuie sur le passé et le présent mais son résultat se situe dans un futur généralement précisé. La seule méthode pour mesurer la qualité de la prédiction est l'attente.

. **Le regroupement par similitudes** consiste à regrouper les éléments qui vont naturellement ensemble.

. **L'analyse des clusters** consiste à segmenter une population hétérogène en sous-populations homogènes. Contrairement à la classification, les sous-populations ne sont pas préétablies.

. **La description**, c'est souvent l'une des premières tâches demandées à un outil de datamining. On lui demande de décrire les données d'une base complexe. Cela engendre souvent une exploitation supplémentaire en vue de fournir des explications.

1.4 Classification des Systèmes d'aide à la décision

La classification des systèmes d'aide à la décision est perçue selon différents niveaux :

1.4.1 Classification au niveau utilisateur

Hattenschwiller [Hattenschwiller 98] distingue les SIAD coopératifs, actifs et passifs :

- (1) un SIAD passif est un système qui aide le processus décisionnel mais qui ne peut apporter des solutions ou des suggestions de décisions explicites ;
- (2) un SIAD actif peut apporter des solutions ou suggestions de décisions explicites ;
- (3) un SIAD coopératif permet au décideur (ou son conseiller) de modifier, de compléter ou d'affiner les suggestions de décisions fournies par le système avant de les renvoyer au système pour validation. Le système améliore aussi, complète et affine les suggestions du décideur et les lui renvoie pour validation. Le processus entier recommence alors à nouveau jusqu'à ce qu'une solution consolidée soit générée.

1.4.2 Classification au niveau conceptuel

Power [Power 02] propose un cadre étendu en distinguant quatre types génériques de systèmes d'aide à la décision :

- (1) un SIAD centré données met en relief l'accès à et la manipulation d'une série temporelle de données internes à l'organisation et quelquefois de données externes ;
- (2) un SIAD orienté modèle met en relief l'accès à et la manipulation d'un modèle de simulation, d'optimisation, financier et statistique. Un SIAD orienté Modèle utilise des données et des paramètres fournis par les utilisateurs pour aider les décideurs à analyser une situation, mais n'est pas nécessairement centré sur les données ;
- (3) un SIAD orienté documents fournit une expertise de résolution de problèmes spécialisés, stockés comme des faits, des règles, des procédures ou dans des structures similaires ;
- (4) un SIAD orienté communication supporte plus qu'une personne travaillant sur une tâche partagée.

Dans cette dernière catégorie, on retrouve les systèmes d'aide à la décision de groupe (appelés *GDSS : Group Decision Support Systems*) qui prennent une position prépondérante dans l'organisation. En effet, de nos jours, la décision est plus considérée comme une activité de groupe, ce qui a amené les organisations à constituer des équipes virtuelles de décideurs géographiquement éloignés pour collaborer à une variété de tâches.

1.4.3 Classification au niveau système

Power [Power 97] distingue des SIAD d'entreprise et ceux de bureau :

- (1) un SIAD d'entreprise est relié à de larges entrepôts de données et sert à plusieurs gestionnaires dans l'entreprise ;
- (2) un SIAD simple utilisateur ou de bureau est un petit système qui réside dans un PC d'un gestionnaire individuel.

Lévine et Pomerol [Lévine 89] distinguent quatre types de systèmes décisionnels en fonction de la tâche à réaliser:

- (1) **DSS** (*Decision Support System*) ou SIAD : ce sont des systèmes interactifs et flexibles, spécifiquement développés pour aider les décideurs à exploiter les données et les modèles, pour rechercher des solutions aux problèmes non structurés et analyser les effets d'éventuels changements de l'environnement sur l'organisation ;
- (2) **EIS** (*Executive Information System*) : ce sont des outils de navigation et de visualisation des données de type tableaux de bord, permettant aux différents niveaux de management d'accéder aux informations essentielles de leur organisation et de les présenter de façon élaborée. Ces outils sont dotés d'une interface graphique très conviviale et très esthétique ;

(3) **ESS** (*Executive Support System*): l'ESS va au-delà de l'EIS en incluant des outils de communication, d'analyse et d'intelligence. Afin de mieux distinguer les deux systèmes, nous dirons que l'EIS est un outil permettant au décideur de se focaliser sur des données critiques pour obtenir une appréciation de l'organisation tandis que l'ESS doit permettre l'analyse de ces données grâce aux modèles d'analyse ;

(4) **PSS** (*Planning Support System*): Ils permettent une analyse de faisabilité des procédures ou des décisions retenues (c'est à dire fournir aux décideurs une assistance intelligente).

Si nous revenons au modèle de Simon, la phase d'Intelligence correspond à l'EIS et l'ESS : le premier permet au décideur de se focaliser sur des données critiques (par exemple la chute des actions en bourse durant une certaine période) et le second de faire une analyse pour une appréciation future de l'organisation. Les autres étapes du modèle peuvent être assurées selon Turban [Turban 98] par le DSS qui peut faire de la planification stratégique et offre la possibilité d'analyser les effets d'éventuels changements sur l'organisation (en effectuant des simulations).

1.4.4 Classification au niveau connaissance

Dans le domaine des systèmes d'aide à la décision, quatre classes peuvent être distinguées selon la nature des connaissances utilisées pour les construire [Lévine 89]:

- (1) les systèmes à base de savoir théorique relatif au problème, qui calcule les décisions optimales ou satisfaisantes ou simulent les résultats de décision envisagées ;
- (2) les systèmes à base de savoir expert qui sont construits à partir des connaissances qu'utilisent les experts du domaine pour résoudre chacun des problèmes de ce domaine ;
- (3) les systèmes à base de savoir factuel, en particulier les systèmes utilisant des réseaux de neurones, généralement construits par apprentissage par le système d'un grand nombre de problèmes du domaine qui ont déjà été rencontrés et, plus ou moins bien, résolus ;
- (4) les systèmes informatiques classiques combinant une base de données fournissant les informations utiles à la prise de décision, un tableur calculant quelques éléments de décision, et éventuellement un grapheur permettant de les présenter sous un format ergonomique.

1.5 Conclusion

L'existence des systèmes d'aide à la décision a modifié et va modifier considérablement la décision. Ils permettent au décideur individuel et l'organisation de mieux gérer la masse et la complexité de l'information et aux organisations de mieux coordonner l'activité des décideurs individuels.

Dans ce chapitre, nous avons présenté le domaine des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD). Ces systèmes sont apparus au cours des années soixante. Il y a eu depuis de nombreuses évolutions. Les premières sections de ce chapitre sont axées sur les définitions permettant de retracer l'historique de ces systèmes, leurs caractéristiques et les évolutions technologiques dans le temps. En résumé, on peut dire qu'un SIAD assiste le décideur sans jamais se substituer à lui. Tout l'art de la conception d'un SIAD réside dans l'instauration d'un véritable dialogue entre l'homme et la machine. Pour que cet échange soit fructueux, il est nécessaire d'identifier les problèmes partiels automatisables et pertinents pour l'utilisateur, pouvant faire avancer la résolution. Nous avons eu également un aperçu des types de décision et les sortes de processus de prise de décision. Afin de produire des systèmes réellement utilisées par les décideurs, il est important d'avoir des modèles riches et justes du décideur et du fonctionnement de la décision.

Les SIAD utilisés ne sont pas uniquement destinés au pilotage de l'entreprise mais peuvent aussi être utilisés pour des décisions opérationnelles ou tactiques. Ces systèmes ont, de plus et en parallèle, évolué vers d'autres technologies (SIAD Intelligent) intégrant une part des connaissances des décideurs du problème à résoudre. Seulement, des limites de ces systèmes ont commencé à être mises en évidence. La principale limite était due à l'architecture même des systèmes d'information et plus précisément à l'architecture technologique supportant le système d'information. A partir de ce constat une architecture orientée sur la prise de décision a été conçue et a été rapidement mise en service en raison de son aspect incrémental et non transformateur, le concept de Datawarehouse était né (Inmon, 1996), il constitue la seconde grande étape des SIAD. Les potentialités offertes par ce nouveau type d'architecture ont permis aux SIAD de faire partie intégrante du système d'information et donc de fonctionner de manière nettement plus satisfaisante pour l'organisation. Dès lors, de nouveaux outils d'aide à la décision sont apparus et notamment les outils OLAP et ceux de Datamining. La principale caractéristique de ces outils est de générer des connaissances, que ce soit via les manipulations du décideur dans le cas des cubes OLAP ou de manière automatique via les outils de datamining.

Enfin, la tendance actuelle à la globalisation a transformé la manière de prendre les décisions : les organisations sont maintenant bien souvent présentes sur plusieurs sites répartis à différents endroits de la planète. En conséquence, les données, les interfaces et les utilisateurs se situent bien souvent dans des lieux géographiquement distincts. Comme l'indique [Arregle 01], la décision s'opère essentiellement de manière collective, au sein d'une organisation. Les systèmes d'aide à la décision de l'avenir sont sans doute les systèmes d'information qui intègrent un accès à de multiples sources d'information comme les bases de données, les hypertextes, les systèmes expert, etc. mais qui combinent ce dispositif avec des systèmes "Computer Supported Cooperative Work (CSCW)" et de "d'aide à la décision de groupe (GDSS)" [Alter 80] [Keen 81]. Nous consacrons le chapitre suivant à l'aide à la décision de groupe.

Chapitre II

Aide à la Décision de Groupe

Dans de nombreuses organisations une décision n'apparaît pas comme un résultat fourni par un seul décideur, mais un compromis entre plusieurs intérêts et points de vue divergents. La prise de décision déborde aujourd'hui le strict cadre du décideur traditionnel qui s'isole pour prendre une décision. En effet, les décisions qui se prennent aujourd'hui font appel à l'expertise de plusieurs personnes en particulier celles concernées par la décision. Il est par conséquent nécessaire de les impliquer dans le processus de prise de décision. Plusieurs raisons peuvent être évoquées [Holtzman 89] :

- l'évolution économique et le marché de plus en plus concurrentiel poussent sans cesse les organisations à prendre de meilleures décisions ;
- le marché et le monde évoluent de plus en plus vite. Les décisions doivent donc être prises plus rapidement ;
- la quantité d'informations et de connaissances disponibles augmente rapidement ; les organisations ont donc besoin d'outils pour les utiliser efficacement ;
- la modification de la structure hiérarchique ; les organisations ont tendance à adopter des organigrammes de plus en plus plats et à donner plus de pouvoir aux niveaux inférieurs, notamment en faisant participer les gens à des réunions ;
- la maîtrise de la complexité, l'amélioration de l'efficacité et l'évolution technologique, etc. ;

- la prise en compte des spécificités géographiques (les décideurs peuvent être représentatifs de différents sites de l'organisation et avoir des expériences relatives à des contextes organisationnels, humains et culturels différents) ;
- la prise en compte des points de vues différents (on peut disposer de points de vue complémentaires, selon leur contexte organisationnel, humain et culturel, les experts auront des perspectives différentes sur le domaine, même si tous les points de vue ne sont pas destinés à être conservés, les confronter permet de dégager le point de vue optimal qui sera retenu ;
- l'obtention d'une expertise plus complète et mieux validée (un décideur pris individuellement ne peut détenir toute la connaissance du domaine, le recueil collectif auprès de plusieurs experts permet alors de mieux recouvrir le domaine, cela peut permettre aux experts d'affiner l'expression de leurs connaissances et aboutir à une meilleure validation des connaissances acquises).

Pour cela, la prise de décision au sein des organisations nécessite une synergie d'efforts de plusieurs membres ayant différents intérêts, compétences et expériences afin que chacun d'eux mette à contribution son savoir-faire. D'ailleurs, c'est grâce à cette synergie que les membres peuvent atteindre des résultats supérieurs à ceux qu'ils auraient pu réaliser individuellement.

Cette démarche collective multiplie les solutions envisagées, mais aussi les raisonnements suivis, l'interprétation des faits est différente selon chaque individu, l'avantage est double, la connaissance est multiple, c'est ce qu'on appelle « la cognition distribuée ». Le niveau de connaissance est plus élevé par rapport à chacun. Une personne seule pourrait difficilement atteindre ce niveau. Et puis, les méthodes d'analyse sont également différentes, ce qui permet d'avoir différentes visions des faits. Parallèlement au courant « systèmes interactifs d'aide à la décision », se sont donc développées des approches visant à aider des groupes à faire émerger une solution commune (*Group Decision Support System- GDSS*) [Jelassi 89].

Nous étudions dans ce chapitre le processus de décision dans le contexte particulier du mode multi-décideurs.

2.1 Prise de décision collective (de groupe)

Dans la plupart des organisations, la grande majorité des décisions sont prises après une consultation intensive de plusieurs personnes [Keen 78]. Keen et Scott-Morton [Keen 78] ont montré que plus les organisations devenaient complexes moins les décisions étaient prises par des individus seuls. En effet, même si, en dernier ressort, la responsabilité d'une décision incombe à un individu clairement identifié, celle-ci est souvent la résultante d'interactions entre de multiples acteurs au cours du processus de décision. Le recours à la décision collective s'est fait sentir au sein des organisations qui se sont aperçues que les modèles de décision traditionnels adaptés au cas uni-décideur ne correspondaient plus à la réalité organisationnelle. En effet, il est possible de prendre des décisions plus éclairées à condition de pouvoir maîtriser le flux d'information émergeant de ces différentes sources ; tâche qui ne peut incomber à un seul individu en raison de nos limites physiques et cognitives.

La prise de décision collaborative, décision de groupe ou décision multi-participant traite les processus dans lesquels plusieurs décideurs sont impliqués, ayant des intérêts divergents, voire conflictuels et prenant part de façon plus ou moins directe à la décision finale (concertation, médiation ou négociation). Elle consiste à discuter des choix possibles avec un groupe afin de déterminer une solution finale. Au travers de cette démarche, il peut s'agir également de chercher avec un groupe toutes les alternatives pour qu'au final une seule personne prenne la décision.

Les participants à un processus de décision doivent joindre leurs efforts pour un but commun où ils doivent intégrer des points de vue multiples qui ne sont pas forcément en harmonie les uns avec les autres. Ils doivent travailler ensemble pas forcément au même endroit ni au même moment. Ils sont engagés dans un effort de coordination afin de résoudre le problème où ils doivent diviser la prise de décision en différentes sous-tâches qui seront affectées à des participants individuels.

Turban et Aronson [Turban 98] soutiennent que la majorité des problèmes de prise de décision du monde réel impliquent plusieurs décideurs. Comme la prise de décision se dirige d'une activité individuelle vers une activité de groupe, beaucoup d'organisations forment des équipes virtuelles d'agents de connaissance géographiquement distribués pour collaborer dans une variété de tâches [McGrath 94] [Hightower 95] [Chidambaram 96] [Warkentin 97].

Les activités de groupe exécutées collectivement par les équipes incluent la communication des idées, l'échange et le partage d'informations, la coordination des activités, l'analyse des résultats et la prise de décisions. Un groupe de managers de différents départements fonctionnels peut apporter une variété de perspectives, connaissances, jugements et intuitions au processus de décision. Ceux-là qui ont le pouvoir d'agir doivent être intégralement impliqués dans le processus de décision. Les décisions, notamment stratégiques, exigent un consensus sûr et un engagement à un chemin d'actions du groupe d'individus à cause des perspectives différentes, des intérêts et des biais fonctionnels. Ce type de prise de décision de groupe peut entraîner un conflit.

En définitive, les visées de la participation sont, d'une part, de mettre à contribution l'expérience et le savoir-faire de chaque participant afin d'élaborer des solutions innovatrices à une problématique décisionnelle et, d'autre part, de donner aux personnes impliquées la possibilité d'influencer la recommandation. Turban et Aronson [Turban 01] soutiennent que la prise de décision collaborative a les avantages suivants : en groupe, les erreurs sont mieux saisies et détectées, les problèmes bien compris et une plus grande quantité d'information et de connaissances est fournie.

2.1.1 Définitions

[Marakas 99] définit la prise de décision collaborative comme une activité conduite par une entité collective composée de deux ou plusieurs individus et caractérisée à la fois en termes de propriétés de l'entité collective et de celles de ses membres individuels.

[Laborie 06] définit l'activité de prise de décision collaborative comme : « une convergence d'interactions cognitives et visuelles, planifiées ou opportunistes, où des personnes acceptent de se rassembler pour un objectif commun, dans une période de temps définie, soit au même endroit, soit dans des endroits différents, dans le but de prendre des décisions ».

Cette définition combine plusieurs des aspects définis dans la littérature. Elle s'inspire notamment de l'ingénierie, des sciences de l'information et des sciences de gestion [Johansen 91] [Romano 99]. Elle comporte sept dimensions :

. **Le groupe de personnes** définit l'aspect collectif. La décision n'est pas le fait d'un seul individu, mais d'un collège aux rôles et objectifs potentiellement différents. La définition se démarque des systèmes classiques orientés vers une utilisation personnelle de l'information. Elle oriente donc nos travaux vers des perspectives d'usage collectif, sans pour autant rendre illégitimes les actions individuelles au sein du groupe.

. **La prise de décision** est l'objectif premier du groupe. Nous la définissons de façon très ouverte comme l'activité de choix entre plusieurs solutions.

. **Une convergence d'interactions** souligne la notion de focalisation de l'activité du groupe. C'est cette focalisation qui donnera naissance à la compréhension collective et aux mouvements de négociation.

. **Un objectif commun** pour lequel les acteurs acceptent de se rassembler fait écho aux définitions de la collaboration et de la coordination. Il s'agit du partage de l'objectif final entre les participants et de la compréhension de leur rôle dans l'atteinte de cet objectif.

. **Le niveau de formalisation variable (« planifiée ou opportuniste »)** : la définition englobe donc en partie les échanges opportunistes, imprévus et informels. Ces échanges, bien que souvent ignorés, sont très courants et souvent d'une importance capitale tout au long du processus de décision.

. **La dimension temporelle bornée (« une période de temps définie »)** est primordiale car elle induit un début et une fin à l'activité. Il peut s'agir d'une activité informelle de quelques minutes jusqu'à une activité pouvant prendre plusieurs semaines. Cette temporalité définit une unité de temps dans laquelle la prise de décision peut avoir lieu. Elle donne également un horizon pour l'activité du groupe. Elle n'implique pas exclusivement des interactions simultanées, laissant la possibilité de collaborations asynchrones dans une période de temps donnée.

. **La distribution géographique** des acteurs de la décision se justifie par les réalités organisationnelles. La prise de décision peut ainsi rassembler des acteurs distribués sur plusieurs sites, comme c'est le cas de certaines réunions de conception entre plusieurs entités. Ces acteurs peuvent également être distribués sur un seul et même site.

2.1.2 Le groupe de décision

Le terme *groupe* est utilisé dans le langage courant au sens général d'ensemble de personnes. Anzieu et Martin [Anzieu 03] pensent qu'il serait souhaitable de réserver l'usage scientifique du vocable *groupe* à un ensemble de personnes réunies ou qui veulent se réunir pour une de décision collaborative. Nous pourrions conserver cette définition dans cette étude, car nous voulons restreindre la notion de groupe dans une direction similaire. Toutefois, il faut noter que nous sous-entendons dans ce cas une autre définition du verbe *se réunir*. En effet, si le verbe *réunir* n'implique pas toujours la présence physique en un même lieu (il peut être utilisé dans le sens de faire communiquer), *se réunir* a toujours évoqué la nécessité de

rassemblement en même lieu à un même instant. Or dans la présente étude, il s'agit de permettre à un groupe de communiquer sans contrainte de temps ou de lieu. Nous utilisons *réunir* dans le sens de mettre en relation, faire communiquer les membres du groupe. Le terme *groupe* est aussi utilisé ici pour signifier au moins deux personnes qui se sont réunies avec un but commun, sinon une perspective commune et collaborent pour prendre conjointement une décision.

2.1.2.1 Typologies des groupes

Il y a trois manières selon lesquelles le travail de groupe peut être organisé [Gallupe 92] :

. **Groupe interactif** : les membres d'un groupe interactif communiquent entre eux et s'efforcent de poursuivre leur tâche. Dans une réunion face-à-face, seule une personne du groupe peut proposer son idée à un instant donné, car les membres du groupe ne peuvent prêter attention qu'à une seule personne à la fois. Le groupe interactif peut tirer avantage des synergies sociales, toutefois, des tractations entre les membres peuvent causer une déperdition du processus.

. **Groupe nominal** : dans un groupe nominal, les membres du groupe travaillent séparément sur la même tâche et un des résultats est choisi comme le produit du groupe. Evidemment, les membres d'un groupe nominal ne bénéficient pas des synergies sociales de groupes larges, mais d'un autre côté, ils ne sont pas impactés par des effets indésirables du travail interactif tels l'arrêt de production ou l'appréhension d'évaluation. Un groupe nominal peut aussi être utilisé pour fournir un processus d'anonymat pour les membres du groupe.

. **Equipe** : un travail d'équipe combine des aspects à la fois du travail de groupe interactif et nominal. Le groupe de travail est divisé en équipes (typiquement 2-5 personnes), qui travaillent séparément. Les équipes sont de taille assez réduite pour ne pas subir les déperditions de processus des groupes larges, mais assez large pour tirer profit des synergies sociales. Cependant, les équipes peuvent subir les tractations entre membres comme dans les groupes de travail interactifs.

2.1.2.2 Taille de groupe

Des recherches sur les groupes de décision (sans support technologique) ont montré que le nombre d'idées générées par personne baisse quand le groupe devient plus large, et il est généralement établi que les groupes larges ne sont pas productifs [Gallupe 92].

Davantage de recherches suggèrent que 3-5 personnes est une taille de groupe optimale pour les groupes de brainstorming [Valacich 92]. Cependant cette taille de groupe supporte mieux des discussions informelles et ne peut être généralisée aux tâches qui requièrent une grande quantité d'expertise et une approche systématique.

Par ailleurs, les recherches en systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS) suggèrent que la performance des groupes supportés par des GDSS augmente avec la taille de groupe [Gallupe 92] [Valacich 92] [Fjermestad 01]. Ce résultat, toutefois, ne peut être généralisé car la technologie GDSS utilisée dans ces études favorise des groupes larges. Par conséquent, vraisemblablement la taille de groupe n'interagit pas seulement avec les caractéristiques de la tâche mais aussi avec la technologie GDSS.

Une caractéristique additionnelle qui est souvent associée à la réunion de groupe est l'anonymat [Jessup 87] [Connolly 90].

2.1.2.3 Anonymat

Essentiellement, les communications anonymes dans le contexte du brainstorming électronique signifient que les participants à la réunion peuvent proposer leurs idées sans être identifiés. De même, ils peuvent voir les commentaires produits par d'autres sans connaître leurs identités. Quand l'anonymat est permis, même le médiateur ne peut connaître l'auteur d'un commentaire particulier. L'anonymat n'est pas une caractéristique obligatoire, ni nécessairement désirable non plus [Lyytinen 93]. Quand l'interaction du groupe est anonyme, les membres du groupe sont soumis à beaucoup moins d'influence de leurs pairs ou leurs responsables. L'anonymat est l'une des questions les plus largement discutées des *GDSS*, en mettant l'accent, spécifiquement, sur son effet quant au résultat de décision de groupe. C'est un des éléments des *GDSS* paramétrable.

Toutefois, si l'anonymat permet aux participants d'exprimer leurs opinions ou idées librement, quelques commentaires non inhibés ou l'utilisation d'expressions fortes peuvent mener à des conflits. L'anonymat favorise aussi le désengagement des participants quant à leurs contributions. Cela peut détruire l'atmosphère de discussion.

2.1.2.4 Composition de groupe

Durant un processus d'aide à la décision, différents acteurs peuvent être amenés à participer à différents niveaux et/ou à titre varié. L'étude des différents acteurs (typologie des acteurs, leurs objectifs et systèmes de valeurs, leurs interactions, ...) constitue un aspect important à étudier pour la modélisation et la conception d'un processus d'aide à la décision.

Le choix de la personne qu'il faut inviter est aussi important que celui des outils appropriés à la réunion. Un membre du groupe devrait être invité à la réunion, quand 1) il possède des informations nécessaires à la réunion ou, 2) il est important qu'il soit engagé dans la décision prise dans la réunion [Griffith 98].

Parmi les acteurs d'un processus d'aide à la décision, il convient d'identifier deux intervenants jouant un rôle important : le facilitateur et les participants. En effet, le processus de décision de groupe concerne surtout l'organisateur de la prise de décision (facilitateur, médiateur, ou initiateur) et les experts dans la prise de décision (les participants) [Chen 05].

a) Le facilitateur

Une composante clé dans le processus de prise de décision de groupe est le facilitateur (humain) de la réunion. Le facilitateur est un agent, accepté par les participants à la réunion. Il lance et prépare les phases du processus de prise de décision. Il définit la problématique de la décision et organise le groupe de décideurs humains pour le processus de prise de décision. Sa responsabilité est de diffuser les résultats aux participants à la fin de la session de prise de décision. Pendant le processus, le facilitateur a la responsabilité principale de faire converger le processus de prise de décision. Il est responsable du processus complet et de son achèvement, à savoir la décision.

Pour tirer le meilleur profit possible du travail en groupe, le facilitateur doit gérer la dynamique de façon à équilibrer les contributions individuelles et le fonctionnement du groupe il doit se méfier des problèmes de fonctionnement du groupe lors des réunions collectives : pression des pairs vers la conformité, peur d'être évalué, émergence de leadership, phénomène de paresse sociale, conflit, etc. Pour cela il peut exploiter les techniques de discussion et de résolution dans les groupes, élaborées en psychologie sociale.

Le rôle du facilitateur est donc fondamental pour le processus de décision de groupe et peut contribuer d'une façon décisive à son succès [Clawson 93] [Nunamaker 97]. Ainsi, il doit être explicitement considéré par le système de réunion. La manière dont ce rôle fournit ses supports d'aide au processus de décision collective peut être de trois types: Orienté-Utilisateur (OU), quand les fonctions d'aide dédiées à ce rôle sont à disposition de tous les participants au processus de décision et ainsi il n'y a aucune personne spécialement destinée à ce rôle; Orienté- Médiateur (OM), quand il y a une personne désignée pour assurer ce rôle; et Orienté-Conducteur (OC), quand la personne désignée pour assurer le rôle d'aide prend en charge seulement la technologie, mais pas le processus [Dickson 93].

b) Participants

Les participants sont des experts qui interviennent dans la session de prise de décision, produisant et partageant différents types d'informations telles que les idées et les commentaires. Les activités de groupe sont, en effet, exécutées par des équipes en collaboration. Elles incluent la communication des idées, l'échange et le partage des informations, la coordination des activités, la discussion des résultats et la prise des décisions. Elles impliquent de nombreuses variables organisationnelles et sociales qui conditionnent le succès de n'importe quelle technologie d'aide. Dans le contexte du système d'aide à la décision de groupe, la structure de groupe, la taille du groupe, les rôles, les buts, les conflits individuels et les motivations sont des exemples de telles variables.

2.2 Le processus de prise de décision de groupe

Le terme processus de prise de décision fait référence aux états successifs par lesquels passe le groupe pour arriver à la décision. Dans ce sens, le processus de décision est considéré comme une machine à états : le groupe part d'un état initial, où plusieurs perspectives existent et, en intégrant des perspectives dans une nouvelle qui représente une compréhension partagée, atteint un état final.

2.2.1 Définitions

Pour Smoliar et Sprague [Smoliar 02], les processus de décision dans les organisations impliquent généralement plusieurs acteurs interagissant les uns avec les autres. Cette interaction implique une communication de l'information ainsi qu'une compréhension partagée par les décideurs impliqués dans ces processus. Ils analysent cette interaction selon trois dimensions : le sens des connaissances manipulées doit être commun à tous ; l'autorité nécessaire pour un agent artificiel ou non de pouvoir réguler les charges de travail ; enfin la confiance que les utilisateurs peuvent avoir dans les diverses technologies qui peut notamment passer par différentes visualisations des connaissances partagées.

Le processus de décision est également défini comme un lot de tâches corrélées qui incluent : la collecte, l'interprétation et l'échange des informations, la création et l'identification des scénarios, la génération d'alternatives, l'évaluation de ces alternatives, le choix parmi les alternatives et, l'implémentation et le contrôle d'un choix [Guzzo 95].

2.2.2 Typologie des processus de décision de groupe

Selon [Denguier-Rekik 07], les processus de décision multi-décideurs peuvent être de différents types :

- le cas où les décideurs forment un collectif ayant des intérêts et des objectifs communs dans le processus d'aide à la décision, qu'on référence par processus décisionnel multi-décideurs "*coopératifs*" ;
- le cas où les décideurs présentent des intérêts différents voire conflictuels, on parlera de processus décisionnel multi-décideurs "*non-coopératifs*".

Dans un collectif de décideurs coopératifs, il faut ensuite distinguer :

- les communautés où chaque individu a sa propre stratégie pour atteindre l'objectif ;
- les organisations où la stratégie d'évaluation des alternatives est définie et imposée par un comité réduit de direction, d'éthique, etc.

Il reste encore à distinguer deux cas dans cette dernière configuration :

- le cas où l'évaluation repose sur un système de valeurs défini a priori par l'organisation. C'est, par exemple, l'entreprise qui a non seulement défini des objectifs et une stratégie d'action pour les atteindre, mais qui a aussi établi sa propre liste d'indicateurs de performances ; la part d'interprétation, de subjectivité dans l'évaluation des indicateurs est extrêmement réduite, le système de valeurs relève ainsi de la culture d'organisation et est parfaitement codifié.
- le cas où l'organisation a fixé les règles en termes d'objectifs et de stratégie de sélection, mais s'appuie sur une procédure d'évaluation qui fait intervenir des acteurs a priori extérieurs à la structure et donc ayant leurs propres systèmes de valeurs : ce peut être le recours aux sondages, à la consultation de données relatives à l'indice de satisfaction des clients, des administrés, etc.

2.2.3 Modélisation du processus de décision de groupe

L'étude et la modélisation de la décision sont abordées par de nombreuses disciplines qui y voient un intérêt pour appréhender et comprendre le comportement des systèmes organisationnels et humains. L'objet de la modélisation est de caractériser les phases et les activités successives du processus. La modélisation des phases doit permettre de mieux appréhender les besoins des acteurs de la prise de décision pour guider la conception d'un environnement la supportant.

Le défi de modélisation du processus de décision, motivé par la perspective d'offrir une vue systématique de la manière dont les groupes manipulent certaines variables dans certains contextes, a donné lieu à un grand ensemble de modèles de décision disponibles dans la littérature [Simon 77] [Mintzberg 79] [Rasmussen 91] [McGrath 94].

Ces différents travaux font fondamentalement référence au modèle canonique de Simon (voir § 1.2.2). Cependant, en raison de leur incomplétude, la rigidité des modèles de décision employés dans les systèmes d'aide à la décision de groupe (*GDSS : Group Decision Support Systems*) a été critiquée sur nombre de fondements. De par leur nature, les problèmes de décision de groupe présentent une diversité immense de buts, de tâches, de processus opérationnels et de facteurs. La portée limitée de beaucoup de modèles de décision soulève, de ce fait, plusieurs critiques, du point de vue pratique des *GDSS*.

Par ailleurs, plusieurs autres modèles de la prise de décision collective ont été proposés dans des domaines différents tels que la conception en ingénierie ou le domaine militaire. S'ils répondent de façon spécifique à un contexte, leur analyse révèle de grandes similitudes dans les différentes étapes de la prise de décision.

2.2.3.1 Modèles en conception collaborative

Différents types de modèles envisagés dans un processus de conception collaborative. Nous présentons ci-dessous trois types de processus [Laborie 06] :

Un processus discret

L'activité de conception est, pour beaucoup, une activité pluridisciplinaire et collective. Cette activité répond à un besoin de résolution de problème, ou plutôt, à un besoin de résoudre des sous-problèmes participant à l'objectif final.

Kvan [Kvan 00] soutient que l'activité de conception collective est en réalité une succession d'activités individuelles entrecoupées de phases collectives. Ils définissent, à cet effet, la collaboration exclusive dans laquelle les participants « travaillent sur des parties séparées du problème, négociant occasionnellement en demandant conseils aux autres ». Selon ce modèle, la conception collaborative consiste en une alternance d'actions parallèles d'experts, chacune de courte durée, encadrées par des activités communes de négociation et d'évaluation. Kvan propose donc une vision du processus de prise de décision collective dans laquelle ils dégagent deux activités purement collaboratives, la négociation et l'évaluation, entrecoupées de phases d'activités individuelles. Cette vision corrobore l'hypothèse d'un processus discret, dans lequel des phases distinctes peuvent être identifiées. Bien que conçu pour la modélisation de l'activité de conception, ce modèle simple reprend les points essentiels de tous les processus de prise de décision.

Un processus cyclique

Toujours dans une volonté de définir un modèle de processus de conception collaborative, Chiu [Chiu 02] s'appuie sur un travail de synthèse de projets de conception en architecture pour proposer une vision très réursive de la prise de décision. Dans sa vision, l'information de conception est identifiée depuis l'état initial vers l'état final une fois le processus de la prise de décision complété. Le processus cyclique proposé par Chiu implique la consultation, la négociation, la prise de décision et la réflexion. Chiu met l'accent sur les aspects de négociation, accord et compromis dans la description de son processus. La négociation est donc selon lui la tâche majeure pour la prise de décision en conception collaborative.

Le modèle de Chiu fait ressortir un processus cyclique important, par raffinement progressif de l'information à travers des boucles de négociation. Cette vision cyclique est intéressante par sa mise en évidence de l'aspect réursif et non immédiat du processus de prise de

décision. Le processus est sujet à des remises en cause fréquentes, pouvant donner lieu à de nouvelles prises de décisions. Le modèle de Chiu, toutefois moins complet que celui Kvan, ne fait pas ressortir la nature double (individuelle et collective) de la prise de décision de groupe.

Processus de prise de décision militaire

Le processus de prise de décision dans le domaine militaire fait l'objet de procédures strictes, bien définies, basées sur la nature hiérarchique de l'organisation militaire et sur l'application de procédures claires et établies (les doctrines). La prise de décision, bien que très hiérarchisée, fait parfois appel à des collègues d'experts (le commandement et son état-major). S'engage alors un processus de prise de décision collectif.

Le modèle de prise de décision militaire est adapté de l'approche analytique de l'armée pour la résolution de problèmes. L'objectif de ce processus est de permettre au commandement et à son état-major de développer des estimations et un plan d'actions à partir de l'analyse de la situation sur le champ de bataille, et d'aboutir aux décisions s'imposant. La doctrine déclare que ce processus long et exhaustif peut également être appliqué dans des environnements contraints au travers de quelques adaptations [Hea 02].

L'avantage de ce modèle est l'approche très structurée des différentes étapes, détaillées dans la doctrine. L'approche séquentielle offre une base théorique simple et compréhensible pour les opérations militaires, facilement transposable à n'importe quelle situation.

Le processus manque cependant de précision quant aux possibilités de remise en cause des solutions en cours de prise de décision. Une note du haut commandement précise que « à tout moment durant l'exécution et l'évaluation, la situation peut requérir que le processus soit recommencé » [Hea 02]. Cette remise en cause intervient après que la décision ait été prise. Il ne s'agit donc pas de cycles dans ce processus d'élaboration de la décision.

2.2.3.2 Un modèle générique du processus de décision de groupe

Le terme processus de prise de décision fait référence aux états successifs par lesquels passe le groupe pour arriver à la décision [Laborie 06]. Un processus de décision de groupe comprend plusieurs étapes au cours desquelles il est question de cerner la problématique, de collecter des données, d'élaborer des règles faisant en sorte que le processus devienne un contrat entre les participants qui s'engagent ainsi à accepter le résultat qui en découle, d'évaluer des solutions préconisées en regard des points de vue retenus, de mettre en application les règles sur lesquelles les participants se sont mis d'accord et de s'enquérir de l'adéquation des recommandations. Les observations empiriques et leur confrontation avec des études existantes permettent de soutenir que les processus de prise de décision de groupe peuvent être modélisés de façon générique (figure 3.1).

En raison de la complexité des relations de travail, du nombre de décideurs et des organisations qui sont impliqués dans le processus de décision, de l'accès en ligne aux sources externes multiples d'information et la réduction du temps imparti à la prise de décision, des systèmes informatiques deviennent indispensables pour leur intégration et la communication les sources multiples. Ces systèmes appelés *GDSS* ou *MDSS* (*Multi-participant Decision Support Systems*) sont sensés constituer une extension naturelle des capacités décisionnelles des décideurs, imiter les comportements décisionnels des décideurs et être toujours près

d'eux, prêt à être utilisé n'importe où, n'importe quand. Le besoin d'outils d'aide à la décision de groupe est plus grand qu'auparavant.

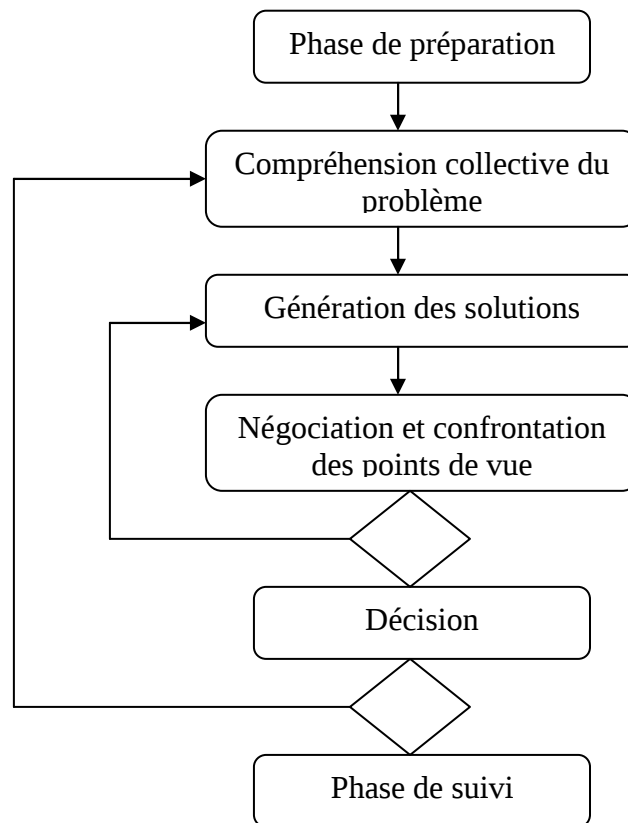


Figure 3.1 : Modèle générique du processus de prise de décision collective

La tendance vers le travail de groupe a inspiré la recherche et le développement d'une classe d'environnements informatiques pour soutenir le travail de groupe. Différents types de travaux ont été entrepris pour améliorer le fonctionnement et la performance des groupes dans la résolution d'un problème de décision. Selon Jabeur et Martel [Jabeur 05], on peut distinguer trois perspectives de travaux :

- une perspective structurelle : les travaux développés selon cette perspective s'intéressent essentiellement aux structures et aux règles de fonctionnement des groupes restreints ;
- une perspective mathématique : les travaux développés selon cette perspective s'intéressent aux problèmes liés à l'agrégation des préférences individuelles en vue d'établir une préférence collective ou de consensus ;
- une perspective technologique : les travaux développés selon cette perspective s'intéressent aux apports des TIC pour supporter la prise de décision de groupe.

Appartenant à la perspective technologique, il existe différents types de systèmes de décision de groupe.

2.3 Salles de décision face-à-face vs. Systèmes d'aide à la communication homme-homme médiatisée (CMC)

Traditionnellement, l'activité humaine de prise de décision collective est réalisée dans des environnements de salle de décision. Les systèmes d'aide à la décision ont été développés pour aider des décideurs à adresser différents contextes de décision, ceux supportant des groupes se focalisent principalement sur de petits groupes qui se réunissent dans la même salle pour prendre une décision. En effet, les premiers GDSS consistaient en une salle de décision avec un équipement spécial, mais des avancées rapides dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont permis une sophistication de l'aide à la décision de groupe. Dans un environnement de salle de décision, les réunions sont organisées entre des utilisateurs humains, principalement des managers. Les salles de décision sont habituellement des réunions face à face et synchrones.

Les systèmes CMC (*Computer-Mediated Communication*), appelés aussi GCSS (*Group Communicating Support Systems*) [Pinsonneault 90] incluent les messageries électroniques, les forums de discussion, les systèmes de téléconférence et de vidéoconférence et les *mediaspace*.

2.3.1 Les salles de décision

Dans une conférence de décision assistée, le groupe est aidé par un terminal utilisé souvent par un initiateur professionnel, un médiateur ou un conducteur pour la saisie des données et leur présentation graphique et statistique. Phillips (1993) et McCartt et Rohrbaugh [McCartt 89] définissent la conférence de décision comme une salle de décision qui emploie un système informatique mono-utilisateur portable pour aider des groupes de managers et des équipes d'exécutants travaillant face à face sur une grande variété de problèmes organisationnels.

2.3.2 Les systèmes d'aide à la communication médiatisée

2.3.2.1 Les messageries électroniques

Les messageries électroniques (*email*) sont actuellement les collecticiels les plus répandus et les plus utilisés. Le trafic généré par ces systèmes est devenu tel que, notamment avec l'intrusion du courrier électronique publicitaire (*junk mail* ou *spam*). Les outils de messagerie se sont enrichis de fonctionnalités « intelligentes » pour trier les courriers, pour détruire les courriers non désirables ou pour envoyer des réponses automatiquement. La grande tendance dans ce domaine est celle de la messagerie instantanée (*instant messaging*) avec, par exemple, les services de messagerie SMS (*Short Messaging Services*) dans le monde de la téléphonie mobile.

2.3.2.2 Les forums de discussion

Les deux principales classes de forum de discussion (*chat* et *newsgroup*) diffèrent par leur mode d'utilisation, synchrone ou asynchrone. La première classe regroupe les forums en ligne du type IRC (*Internet Relay Chat*), des applications très répandues qui reposent sur le concept de canal à thème (canal de discussion). La discussion est ici synchrone à l'opposé de la seconde classe qui rassemble les listes de diffusion (*mailing list*) et les newsgroups (système *USENET*) pour des discussions asynchrones sur un thème donné.

2.3.2.3 Les systèmes de téléconférence et de vidéoconférence

La téléconférence est un exemple important de technologie collaborative qui supporte des groupes travaillant en même temps, mais dans des endroits différents. Plusieurs salles de décision dispersées équipées de manière similaire sont connectées via des liens audio/vidéo en temps réel.

Les systèmes de vidéoconférence permettent à des personnes physiquement distantes de se réunir et communiquer par l'intermédiaire d'un support audio et vidéo. Il s'agit pour les premiers d'un forum de discussion offrant une communication reposant sur des données audio et vidéo à l'opposé des forums de discussion du point précédent qui se basent sur des échanges textuels. La grande difficulté du déploiement de ce type d'application est liée en grande partie à la nécessité de disposer d'une bande passante capable de diffuser et recevoir des données audio et vidéo avec une qualité acceptable.

2.3.2.4 Les mediaspace

Les *mediaspace* [Coutaz 98] sont des collecticiels mettant en œuvre une liaison vidéo au sein d'une équipe dans le but de favoriser la communication informelle et d'entretenir une conscience de groupe forte entre membres distants : entre deux étages, deux bâtiments, deux villes, etc. l'objectif visé est différent des systèmes de vidéoconférence bien que les deux types d'application reposent sur des flux vidéo. En effet, contrairement à la vidéoconférence qui met en relation des individus sur une courte période et de manière planifiée, la connexion vidéo d'un *mediaspace* est permanente et l'interaction est opportuniste. Aussi un *mediaspace* soulève le problème de la protection de la vie privée de par la présence de caméras fonctionnant en permanence dans les bureaux communs d'un organisme.

Les technologies asynchrones, comme les messageries électroniques et les forums de discussion, sont communément utilisées comme dans le monde des affaires/professionnel par les équipes distribuées. Les technologies asynchrones ont tendance à se focaliser sur l'aide à l'échange et le partage d'informations entre les membres du groupe.

Cette catégorie d'outils se focalise sur l'amélioration de la présence virtuelle de participants. Pratiquement, dans l'environnement d'espace multimédia créé, le même type de réunions face à face et synchrone peut avoir lieu. Dans les salles de réunion individuelles ou dans l'espace de technologie multimédia créé, les réunions sont assistées par ordinateur et par d'autres formes de technologies de communication analogiques et/ou numériques (comme écran vidéoprojecteur partagé, téléphone, fax, etc.). Dans ces types d'environnements réseaux, des postes de travail reliés fournissent une assistance informatique au processus de prise de décision. Ces systèmes sont essentiellement orientés vers la communication. Ils restreignent les participants à communiquer seulement, bien que certaines incluent aussi une visualisation graphique digitalisée. Ces systèmes peuvent être utilisés de façon synchrone (même temps, généralement différents endroits) ou asynchrone (n'importe quand/n'importe où). Cependant, ces systèmes ne fournissent pas une aide substantielle aux processus de prise de décision de groupe, comparés à un Système d'Aide à la Décision de Groupe (GDSS) traditionnel.

2.4 Les systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS)

Les GDSS sont une classe particulière de systèmes d'aide au travail de groupe destinés à fournir une aide computationnelle aux processus de prise de décision collaboratifs [DeSanctis 87] [Kraemer 88]. Les *GDSS* définissent une technologie collaborative largement utilisée qui a fait augmenter la participation d'utilisateurs et la qualité de la prise de décision. Parallèlement, les *GDSS* diminuent les pertes de processus telles que l'appréhension d'évaluation, la domination, la socialisation et l'analyse de tâche incomplète.

Les systèmes d'aide à la décision de groupe (*GDSS : Group Decision Support Systems*) sont issus d'un courant américain. Les chefs de file sont G. DeSanctis, R. Gallupe, M. Vogel et J. Nunamaker. Signalons, toutefois, un courant de pensée européenne, concernant ces systèmes, conduit par L. Bannon et K. Schmidt où l'approche est issue du mouvement CSCW. Ces systèmes utilisent des infrastructures de communication ainsi que des modèles quantitatifs et heuristiques d'aide à la décision.

2.4.1 Définition d'un GDSS

Les Systèmes d'aide à la décision de Groupe (*GDSS*), qui sont étroitement liés au *DSS*, facilitent la résolution de problèmes non structurés et semi-structurés par un groupe de décideurs travaillant ensemble telle une équipe [Kersten 86] [DeSanctis 87] [Kraemer 88] [Nunamaker 91] [Turban 95]. Ce sont des environnements informatiques interactifs qui favorisent un effort concerté et coordonné d'une équipe de décideurs vers l'achèvement de tâches collectives de prise de décision et font évoluer la prise de décision collectivement en facilitant l'échange et l'utilisation d'informations par les membres du groupe d'un côté, et l'interaction entre le groupe et le système d'un autre côté. En plus des données et des modèles de décision, les *GDSS* doivent prendre en compte la dynamique du processus de prise de décision de groupe.

DeSanctis et Gallupe [DeSanctis 87] définissent un *GDSS* comme « une combinaison d'ordinateurs, de communications et de technologies de décision travaillant en tandem pour fournir une aide à l'identification de problème, à la formulation et à la génération de solutions pendant les réunions de groupe ».

Le rôle principal d'un *GDSS* est d'augmenter l'efficacité de groupes de décision. A ce titre, un *GDSS* peut fournir des niveaux différents d'aide, en incluant la génération d'idées, le partage d'informations, l'analyse de la décision, l'évaluation ou le vote des options alternatives et l'élaboration du rapport de la session de prise de décision et ce de façon interactive entre les membres du groupe et l'ordinateur [Huber 84]. Cela peut être accompli en ôtant les barrières de communication, en fournissant des techniques pour structurer l'analyse de décision et gérer systématiquement le modèle, le temps, le choix ou le contenu de la discussion [DeSanctis 87].

2.4.2 Avantages et limites d'un GDSS

En utilisant un *GDSS*, les membres du groupe peuvent discuter un problème, échanger des idées, évaluer les solutions alternatives, voter et choisir une solution, imprimer des rapports et accomplir tout autre travail collaboratif. Les *GDSS* sont censés améliorer la performance du groupe en améliorant le processus de prise de décision.

A ce titre, les *GDSS* offre au groupe plusieurs avantages :

- Les *GDSS* peuvent améliorer la participation et la compréhension et atténuer les conflits interpersonnels contre-productifs [Miranda 99] ;
- La fragmentation du temps peut également être réduite par les *GDSS* puisque les participants peuvent faire des contributions simultanément [Dennis 88]. Les personnes travaillent sur le système en parallèle. On parle de parallélisme de la communication [Favier 97]. Ainsi, il est possible de générer des solutions innovatrices et créatives, d'obtenir plusieurs idées en circulation et de les capter rapidement ;
- L'évaluation des alternatives peut également être plus objective avec l'utilisation des *GDSS* [Daly 93] [Shaw 98] ;
- Le système fournit un schéma anonyme. Toute suggestion d'idées est anonyme et aucune dominance n'est privilégiée. De ce fait, il y a une opportunité égale pour la participation à toutes les réunions pour chaque participant. Ainsi, le participant ne se sent pas encombré par les statuts des autres ;
- Le schéma d'anonymat maximise la participation des intervenants dans l'élaboration de solutions, aide les membres à exprimer leurs opinions plus librement et assure ainsi un plus grand appui aux solutions élaborées de la part des participants. L'anonymat dans l'expression des opinions autorisé par la technologie contribue à réduire la domination et l'appréhension d'être évalué par les autres [Gallupe 92] ;
- Le système permet de choisir parmi une variété de techniques ;
- Le système offre un accès à des sources d'information externes afin qu'il puisse être utilisé dans un processus décisionnel collectif efficacement et plus facilement ;
- Le système favorise le développement d'une mémoire organisationnelle en gardant un enregistrement des entrées des participants et des choix faits ;
- Un autre aspect positif des *GDSS* est l'amélioration de la cohésion du groupe et des relations entre les participants dans le contexte de la prise de décision collective [Anson 95] [Chidambaram 96] et, selon [Valacich 92], une décision de plus grande qualité.

Cependant, de nombreuses autres études n'ont pas trouvé de liens significatifs entre les *GDSS* et la performance du groupe [Pinsonneault 90] [Miranda 99]. Benbasat et Lim [Benbasat 93] ont aussi conclu que les apports des *GDSS* se limitaient uniquement à l'amélioration de la qualité de la décision et à la facilitation de la création d'idées. Mais la technologie, apparemment, ne semble pas, selon les auteurs, améliorer la satisfaction des participants. De même, la limite essentielle de ces types de systèmes pour la décision collective réside dans le manque d'interactivité du système. En effet, les tâches et les rôles ne sont pas dynamiquement affectés.

Ces résultats conflictuels ont poussé les chercheurs à utiliser des théories de la contingence et à faire appel à des variables modératrices. Wheeler et Valacich [Wheeler 96] ont utilisé trois variables modératrices principalement liées à la dynamique des groupes et à la nature de

la tâche : la configuration du système, la formation et la facilitation. Plus récemment, Dennis et Wixom [Dennis 02] ont mené une analyse de la littérature dans le but d'étudier plusieurs variables modératrices, à savoir la tâche, le type de groupe, la taille du groupe et la facilitation. Ils montrent que les *GDSS* conduisent à une satisfaction plus élevée pour la génération des idées que pour la prise de décision. Ils ont également trouvé que les groupes de taille importante étaient plus rapides dans la prise de décision et étaient plus satisfaits du processus. La facilitation semble également être une variable conduisant à une décision de meilleure qualité et à la satisfaction quant au processus.

2.4.3 Typologies des GDSS

Un *GDSS* peut être vu comme un *DSS* évolué par le fait qu'il y a plus d'un décideur impliqué dans le processus décisionnel, à même de fournir une certaine aide informatique pour la communication et l'intégration d'idées multiples. Il peut être caractérisé comme comprenant trois composants :

DeSanctis & Gallupe [DeSanctis 87] distinguent trois types de *GDSS* correspondant au trois niveaux d'évolution que ces auteurs ont mis en perspective :

- la fonction essentielle des *GDSS* du premier niveau est d'améliorer la communication entre les décideurs ;
- les *GDSS* du deuxième niveau, intégrant les mêmes caractéristiques que ceux du premier, sont en plus dotés de procédures permettant de modéliser et d'agréger les préférences individuelles afin d'établir un consensus. Remarquons que les *GDSS* de ces niveaux font souvent intervenir un facilitateur dont le rôle est de faire avancer le processus de décision ;
- les *GDSS* de niveau 3 permettraient de façon automatisée de structurer les échanges d'information et la communication sur la base de recommandations émises par des systèmes experts, par exemple les règles à suivre au cours du processus de décision et les méthodes d'aide à la décision à mettre en œuvre, en fonction du contexte.

Quelque soit son niveau d'évolution, un *GDSS* intègre différentes fonctions qui sont respectivement la collecte, le partage et l'analyse de l'information.

[Dennis 88] fournit une taxinomie claire d'environnements d'aide à la décision, en notant qu'outre la taille du groupe, il y a deux dimensions de base qui caractérisent les systèmes d'aide à la décision collective: la proximité des participants (local, distant); et la synchronisation du temps (synchrone ou asynchrone).

2.4.3.1 Proximité

Quand la proximité du groupe est considérée, on fait l'hypothèse qu'un seul groupe 'logique' est impliqué et que les membres du groupe traitent la même tâche. Les participants du groupe n'ont pas besoin, cependant, d'être physiquement au même endroit, même salle, même bâtiment ou même pays. [Dennis 88] fournit trois catégories de dispersion :

- Sites individuels multiples : "les membres individuels du groupe sont physiquement séparés, travaillant dans leurs postes de travail individuels";

- Un seul site de groupe : “tous les membres du groupe sont physiquement ensemble dans une salle”;
- Sites de groupe multiples : “les membres du groupe se rencontrent en sous-groupes à des endroits séparés et ensuite, les réunions de sous-groupes multiples sont interconnectés via *EMS* (les systèmes de réunion électroniques).”

2.4.3.2 Synchronisation

Quand la synchronisation du temps est prise en compte, les réunions sont traditionnellement tenues en même temps, c'est-à-dire de façon synchrone. La catégorie d'un seul site de groupe correspond à l'utilisation d'une seule salle de décision pour la réunion. Les réunions de sites multiples synchrones concernent typiquement la téléconférence, comme indiqué par Beauclair et Straub [Beauclair 90]. Dans chaque site, les participants ont essentiellement les mêmes outils logiciels que dans une salle ou conférence de décision, mais avec en plus le support traditionnel d'un réseau qui peut fournir « une communication électronique audio/visuelle » entre les différents sites [Dennis 88]. Un réseau de décision local (LADN : *Local Area Decision Network*) peut être fourni aux sites individuels multiples où les participants travaillent sur des postes de travail.

Dans la communication asynchrone, les sites de groupe multiples (sous-groupes) agissent comme des entités complètes et transmettent tous leurs lots de travail aux autres sites distants pour les inclure dans leurs propres sessions de discussion.

Cette classification permet de définir les types de réunions suivants (figure 3.2) [Ellis 91]: *STSP* (même temps/même lieu); *STDP* (même temps/différents lieux), *DTSP* (différents temps/même lieu) et *DTDP* (différents temps/différents lieux). Une catégorie supplémentaire a été ajoutée à cette typologie, désignée par *ATAP* (temps indifférent/lieu indifférent ou n'importe quand/n'importe où) pour classifier des situations qui ne peuvent pas clairement être confinées dans une de ces catégories.

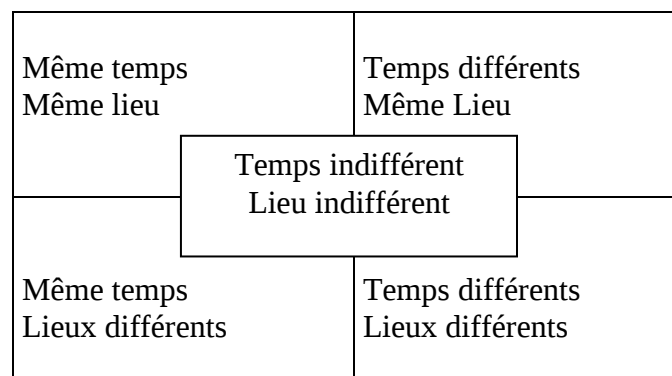


Figure 3.2 : Matrice Espace – Temps [Ellis 91]

La figure 3.3 illustre la situation courante des systèmes d'aide à la décision de groupe et des collecticiels (*groupware*) selon la classification basée sur la matrice espace – temps.

	Même temps	Différents temps
Même lieu	Salles de décision	Tableau blanc Ecran partagé Chat
Différents lieux	Vidéoconférence EMS GDSS distribué synchrone	GDSS distribué asynchrone SIAD coopératif

Figure 3.3 : Quatre combinaisons des systèmes d'aide à la décision de groupe [Grudin 94]

De nombreux outils basés sur le web récemment développés pour supporter des équipes distribuées essaient de structurer ces travaux de groupe en fournissant des caractéristiques supplémentaires d'administration de projet. L'e-salle est un exemple de produit de cette catégorie. Elle est fondée sur une approche de collaboration orientée projet et centrée document. Bien que l'e-salle inclue un outil de vote, il ne semble pas être complètement intégré avec les autres systèmes. L'apport principal de ce type d'outil réside dans l'agrégation des préférences des différents décideurs et surtout dans l'aide au vote ainsi que la possibilité de faire participer chacun des membres du groupe de manière anonyme. Cependant, l'absence d'outils de prise de décision intégrés pour supporter le processus de prise de décision collective disqualifie ces systèmes en tant que *GDSS*.

2.5 Les systèmes d'aide à la décision de groupe distribués

La tendance actuelle à la globalisation a transformé la manière de prendre les décisions : les organisations sont maintenant bien souvent présentes sur plusieurs sites répartis à différents endroits de la planète. En conséquence, les données, les interfaces et les utilisateurs se situent bien souvent dans des lieux géographiquement distincts.

Par ailleurs, la plupart des situations de prise de décision auxquelles les managers doivent faire face se déroulent dans des environnements dynamiques, rapidement changeant, distribués et souvent non prédictibles. Les situations d'urgences médicales ou militaires en sont deux exemples.

De nouveaux systèmes sont alors définis : les systèmes d'aide à la décision de groupe distribués. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication offrent aujourd'hui d'autres orientations dans la prise de décision concertée. Les informations nécessaires à une prise de décision cohérente peuvent se transmettre en temps réel à travers le monde. Ces environnements sont caractérisés par la dispersion des données parmi un ensemble d'intervenants répartis géographiquement. Contrairement aux *GDSS* classiques, les *GDSS* distribués tentent de répondre au besoin de mise en relation de ces données décentralisées.

L'évolution du concept de *GDSS* vers celui de *GDSS* distribué s'est principalement produite au niveau de la topologie utilisée pour connecter les différents composants. On peut définir un *GDSS* distribué comme une collection de composants ou de services (*hardware* ou *software*), organisés au sein d'un réseau dynamique coopérant dans le but d'aider à la prise de décision.

Dans leur concept de *GDSS* distribué, Jacob et Pirkul [Jacob 92] envisagent de remplacer la réunion par un système qui permet aux membres du groupe d'échanger des informations et leur expertise de façon continue plutôt que limitée à la durée de la réunion. La topographie exacte du système varie selon l'aide fournie, allant d'un réseau local de terminaux, à un certain nombre de groupes de participants qui peuvent ou non tous être dans la même zone spatio-temporelle.

2.5.1 Architectures des *GDSS* distribués

De nombreux auteurs définissent l'architecture d'un *DSS* en termes de divers composants [Bonczek 81] [Sprague 82]. [Turban 01] note que les divers composants d'un *DSS* traditionnel et/ou ses utilisateurs peuvent être dispersés à la fois géographiquement et organisationnellement au travers d'une organisation et de son environnement. Les décideurs et assistants doivent être capables de travailler avec le système n'importe où. Ils doivent avoir un accès direct au *DSS* afin d'adapter dynamiquement les ressources à la situation. L'architecture qu'il propose possède cinq caractéristiques principales :

- Les ordinateurs sont dispersés au travers d'une ou plusieurs organisations ;
- Les ordinateurs sont connectés à l'aide d'un système de communication de données ;
- Une BDD commune est partagée par toutes les BDD corporatives, mais des BDD additionnelles peuvent exister ;
- Tous les ordinateurs sont coordonnés centralement à l'aide d'un plan de gestion de ressources d'information ;
- Les opérations d'entrées/sorties sont effectuées au sein des postes utilisateurs.

Les trois principales topologies utilisées pour la communication sont la topologie centralisée, la topologie décentralisée et la topologie hybride. La topologie hybride représente une étape intermédiaire entre les deux autres topologies.

2.5.1.1 Architecture centralisée

Dans les structures hiérarchisées les différents centres sont coordonnés par une entité hiérarchiquement supérieure (Figure 3.4). Les prises de décision pour un niveau sont ici centralisées dans un centre coordinateur qui possède l'ensemble des informations nécessaires transmises par les centres qu'il supervise.

L'architecture distribuée de Turban est typiquement une topologie de réseau centralisé. Le principal avantage des systèmes centralisés est leur simplicité, qui est un facteur important pour le développement de *DSS* (temps de développement court et meilleure maniabilité). En outre, la topologie centralisée permet un contrôle aisé sur les données et les utilisateurs du *DSS*. Cette centralisation de la décision permet aussi d'avoir l'assurance d'une cohérence des choix. En revanche, une telle approche ne permet pas d'illustrer le caractère distribué des décisions que l'on rencontre dans une architecture industrielle quelconque. Par conséquent, il n'y a aucune tolérance aux fautes, aucune indépendance du lieu et faible extensibilité. Aussi, l'architecture repose sur une source centrale de synchronisation (figure 3.4). Bien souvent, le rôle de coordination centrale est dévolu à la base de données. Cet élément représente un point

central susceptible de rendre le système particulièrement fragile et de mettre tout le système hors-service face à une défaillance du composant central que cela soit local (comme une panne matérielle) ou externe (comme une panne réseau). En outre, l'évolutivité d'un tel système est limitée : l'augmentation de la capacité ne peut se faire que par un remplacement du composant central par un composant plus puissant. Dans le cas de certaines filières où l'intégration verticale est fortement présente, le réseau avec coordinateur peut s'avérer représentatif.

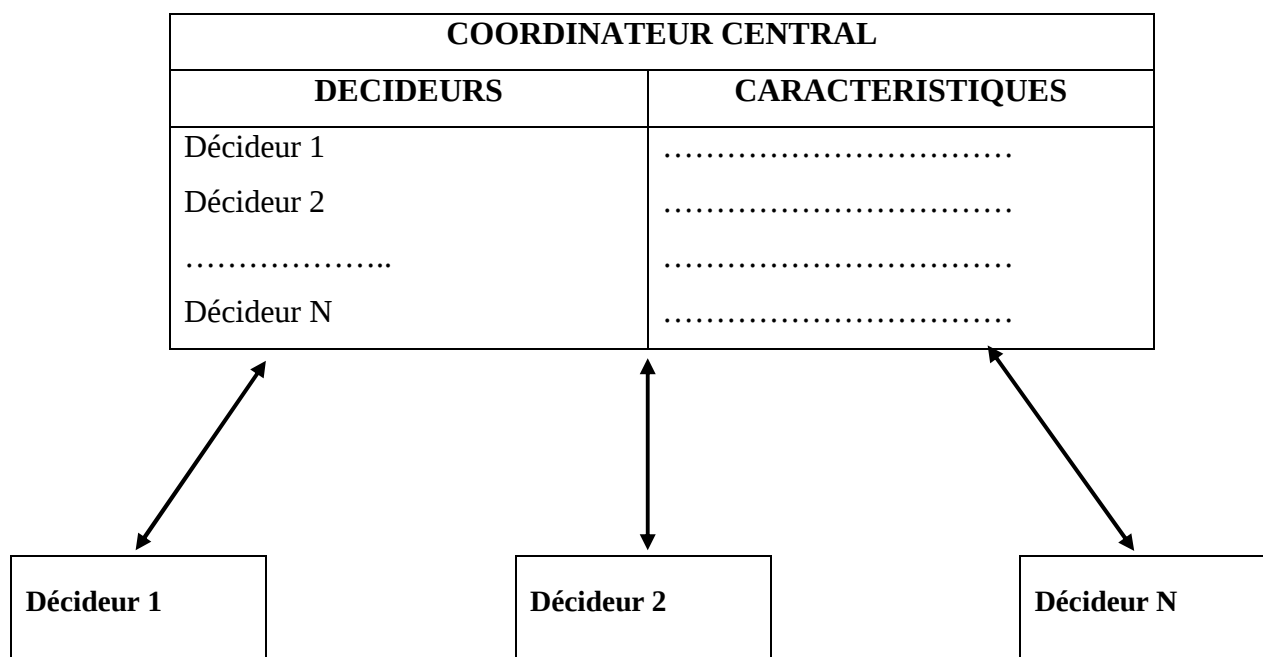


Figure 3.4 : Architecture centralisée

Parmi d'autres possibilités, deux topologies de réseau peuvent améliorer cette situation : une topologie décentralisée et une topologie hybride combinant des topologies centralisées et en anneau [Minar 02].

3.5.1.2 Architecture décentralisée

Dans l'approche distribuée, nous sommes en présence d'un réseau de centres de décision autonomes [Huguet 94]. Cette approche permet d'illustrer les contraintes à respecter dans un centre de décision qui découlent des centres amont et influent sur les centres aval. Si les contraintes appliquées à un centre sont trop restrictives, la décision est alors impossible. On parle alors de défaut d'autonomie. Dans ce cas de figure les centres amont ne pourront pas valider leurs décisions. La négociation pour la recherche d'une décision commune est alors initiée.

Contrairement à l'approche par coordinateur, cette approche permet par définition d'illustrer le caractère distribué des décisions. Les systèmes décentralisés (figure 3.5) ont presque exactement les caractéristiques opposées des systèmes centralisés. Ils sont tolérants aux fautes (dans une certaine mesure), indépendants du lieu et extensibles. En effet, l'extension du système peut être réalisée par l'ajout de nouveaux composants sans devoir suspendre le fonctionnement de l'ensemble. De même, la réplication des composants « vitaux » entre les différents nœuds permet d'assurer une certaine capacité de tolérance aux

fautes. En revanche elle demande la mise en point de méthodes spécifiques de gestion pour assurer une cohérence globale des différents choix. Le principal désavantage de cette topologie réside dans la difficulté à connaître et à maîtriser l'état du système : il est ainsi relativement difficile de gérer les autorisations d'accès et par conséquent difficile à implémenter.

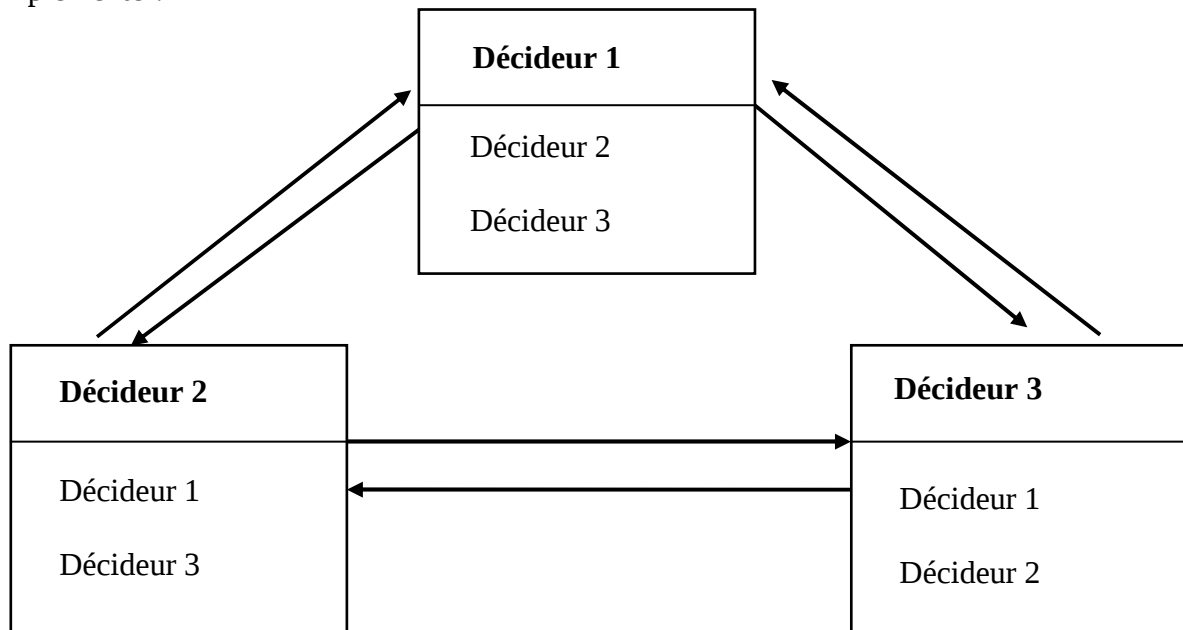


Figure 3.5 : Architecture décentralisée.

3.5.1.3 Architecture hybride

Les topologies hybrides sont parfois utilisées pour traiter des cas relatifs à la synchronisation de données, la réplication de données ou équilibrage de la charge, mais celles-ci restent fortement basées sur des architectures centralisées traditionnelles. De plus, de telles topologies hybrides montrent qu'elles sont peu utiles dans des situations extrêmes.

Afin de résoudre ces problèmes, la topologie hybride isole quelques composants jugés « centraux » à l'architecture dans un anneau (figure 3.6). De cette manière ces composants sont clairement identifiés et donc plus faciles à administrer. Afin de ne pas mettre en danger l'ensemble du système en cas de panne de l'un de ces composants centraux, une certaine redondance des fonctionnalités et des connections est prévue.

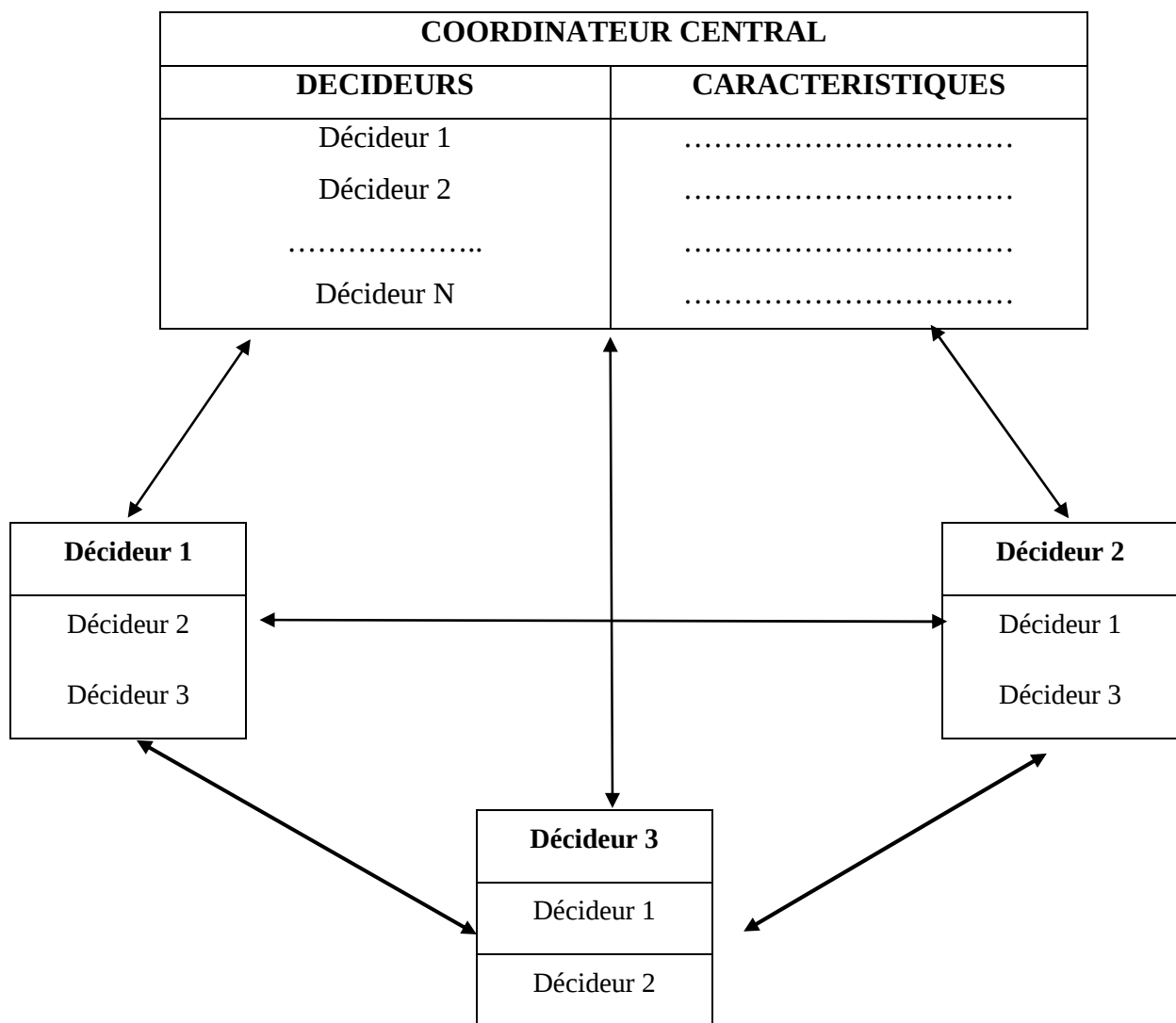


Figure 3.6: Architecture hybride

2.5.2 Les GDSS basé sur le Web

Les équipes virtuelles sont des groupes géographiquement dispersés de gens partageant un but commun pour réaliser des tâches interdépendantes en travaillant à des endroits différents. Elles utilisent l'ordinateur et les technologies de communication pour communiquer des idées et des informations, pour coordonner des activités et prendre des décisions. Pour travailler efficacement, les équipes virtuelles doivent utiliser des technologies du web pour surmonter les barrières spatio-temporelles qui affectent les sessions de prise de décision distribuées, augmenter la gamme et la profondeur d'accès à l'information et améliorer l'efficacité et la performance du groupe. Les technologies du web peuvent supporter le travail de groupe de quatre manières : la structuration des processus de groupe, support à la communication, l'amélioration du traitement de l'information et des capacités de modélisation.

Les systèmes d'aide à la décision de groupe basé sur le web sont des systèmes fondés sur les technologies du web où les utilisateurs accèdent avec des navigateurs du web via la connexion Internet. Le web est un moyen naturel qui supporte la collaboration, la prise de

décision et la communication entre des équipes distribuées. Cependant, peu de *GDSS* à base du web sont disponibles en raison de la difficulté de construire des applications à base de web faciles à utiliser. En effet, le support à la communication interpersonnelle dans les technologies de collaboration à base du web existantes est limité aux forums de discussion, l'e-mail, la messagerie instantanée et les outils de conférence audiovisuels à base du web. Les outils d'aide aux équipes distribuées qui ont été empiriquement testés sont principalement des systèmes de conférences asynchrones (c'est-à-dire les logiciels de forum de discussion) ; ces systèmes ne supportent pas explicitement les processus de prise de décision et ne fournissent pas souvent d'outils pour l'évaluation des options alternatives.

2.6 Techniques et outils d'aide à la décision de groupe

Le besoin de techniques d'aide à la prise de décision collective est plus grand que jamais. C'est en raison de la complexité des relations économiques, du nombre sans cesse croissant de décideurs et d'organisations impliquées dans les processus de décision, de l'accès en ligne aux sources externes multiples d'information et des délais courts impartis à la prise de décision.

2.6.1 Techniques pour la prise de décision de groupe

Aujourd'hui de nombreuses situations invitent les managers et/ou dirigeants à utiliser des techniques de discussion et de résolution en groupes pour :

- le recueil et l'extraction des connaissances chez les experts (management des services) ;
- l'aide à la prise de décision collective ;
- pour la résolution de problèmes complexes ;
- pour la créativité et l'innovation.

Pour tirer le meilleur profit possible du travail en groupe, le manager doit gérer la dynamique de groupe de façon à équilibrer les contributions individuelles et le fonctionnement du groupe. Il doit en particulier éviter des problèmes de fonctionnement du groupe lors des réunions collectives : pression des pairs vers la conformité, peur d'être évalué, émergence de leadership, phénomène de paresse sociale, conflit, etc. Pour cela, il peut exploiter les résultats sur la dynamique des groupes, en particulier les techniques de discussion et de résolution dans les groupes, élaborées en psychologie sociale.

Les techniques de groupe sont très utiles car elles fournissent un moyen pour produire un résultat qui est potentiellement meilleur que celui produit par un individu seul. Elles permettent une utilisation efficace du temps des participants. Ainsi, chacun peut contribuer sans être encombré. Les techniques de groupe établissent aussi un engagement de ceux qui participent dans le produit final et elles permettent au groupe d'examiner des problèmes sociaux qui sont complexes ou mal définis.

2.6.1.1 Le brainstorming

Mis au point par Osborn [Osborn 57], le brainstorming est une méthode conçue pour la génération d'un maximum d'idées possibles dans les réunions de groupe ; le brainstorming cherche à privilégier la part de l'imagination créatrice de chaque membre du groupe, en proposant surtout la non-censure et la non-critique des idées générées. En général, un

brainstorming est suivi d'une séance de discussion sur les solutions proposées destinée à une prise de décision par consensus : cette technique est basée sur une succession de votes des experts afin de classer les solutions proposées lors du brainstorming et d'aboutir à la meilleure solution après plusieurs tours de vote. Le déroulement d'une séance de brainstorming consiste en quatre phases : Préparation (constitution des groupes, présentation du thème à étudier), Divergence (produire le plus grand nombre d'idées en se conformant aux quatre règles : tout jugement critique est exclu, la quantité est demandée et non la qualité, l'imagination libre est bienvenue, les combinaisons et améliorations d'idées sont acceptées), Convergence (travail de tri, de sélection et de jugement de la production).

Le Brainwriting

Cette technique, proche du brainstorming, consiste à mettre au centre de la table plusieurs feuilles de papier sur lesquelles est décrit le problème à résoudre ou le thème à débattre. Chaque membre du groupe doit prendre une feuille, y noter ses idées et la remettre au centre de la table. Ce cycle a lieu jusqu'à ce que chaque personne ait lu et rempli toutes les feuilles. Une fois les idées regroupées en idées principales, leur taux de consensus est calculé par comparaison. Cette technique aboutit en général à un plus grand nombre d'idées.

2.6.1.2 Technique de prise de décision consensuelle

La technique de prise de décision consensuelle peut suivre les sessions initiales d'un brainstorming ou être utilisée seule. Son but principal est de trouver la solution optimale à un problème. Ceci est réalisé par le vote d'un groupe d'experts pour une solution (ou une idée) préférée ; les solutions présentées au vote sont celles obtenues suite à une session de brainstorming. Le vote se fait par un scrutin exhaustif auprès de l'ensemble des experts.

2.6.1.3 Technique NGT (*Nominal Group technique*)

La taille du groupe et les différences de statut ou d'expertise entre les membres peuvent parfois rendre difficile la gestion d'une séance de brainstorming (conflit, inhibition des réponses, influences sociales). Dans ce cas, l'animateur pourra avoir recours à la technique du groupe nominal [Delbecq 86].

La technique du groupe nominal (*NGT*) est une méthode structurée destinée à stimuler la créativité du groupe en matière de prise de décision. C'est donc un processus de groupe qui se veut directif, orienté vers une décision que les participants sont amenés à prendre à travers des étapes bien déterminées. La technique *NGT* est particulièrement utile pour « identification des problèmes, exploration des solutions, et établissement des priorités ». Le processus *NGT* a pour objectifs : s'assurer que les différents processus sont utilisés durant chaque phase créative ; compensation de la participation des membres du groupe ; et incorporation du vote mathématique pour agréger les jugements individuels [Delbecq 86].

En tant que méthode à suivre pour une prise de décision de groupe, la NGT peut servir très utilement à :

- définir les variables essentielles dans une situation donnée ;
- cerner les éléments clefs d'un projet destiné à faire appliquer une solution particulière à un problème donné ;
- fixer des priorités entre les problèmes à examiner, les buts à atteindre, et ainsi de suite au moyen d'un vote.

La technique du groupe nominal est une méthode qui est utilisée pour dégager un consensus au sein d'un groupe de personnes sur des questions données. L'avantage de cette technique est qu'elle applique un processus de décision allant du stade individuel au stade collectif, permettant ainsi à chaque participant d'exprimer son opinion avant le démarrage de la discussion de groupe. La technique du groupe est recommandée comme une méthode pour permettre au groupe de personnes qui décidera des thèmes à examiner dans l'analyse de situation de parvenir à un consensus.

Dans la technique de prise de décision consensuelle, la différence de statuts et de grades des experts pourrait influencer le résultat du vote de chacun. La technique du groupe nominal permet de pallier ce problème. Elle permet au facilitateur de recueillir de l'information auprès de plusieurs experts tout en évitant les aspects négatifs du travail dans un groupe : les membres du groupe se réunissant mais travaillant indépendamment les uns des autres. D'autres discussions pourront suivre pour déterminer une solution consensuelle entre les experts. La technique du groupe nominal est donc destinée à remplacer la prise de décision consensuelle, mais elle peut être aussi utilisée comme une interface entre le brainstorming et cette dernière.

Le déroulement de la séance peut être le suivant : Division du groupe en sous-groupes, chacun doit répondre individuellement, par écrit, au problème posé en notant le plus grand nombre d'idées et suggestions ; Tour de table où chacun fait connaître ses réponses qui sont alors notées sur de grandes feuilles de papier. Pas de critique permise, mais clarification possible en discussion de groupe ; Nouveau tour de table qui permet à chacun de préciser leurs idées s'il y a lieu et de lever toute ambiguïté sur l'idée émise ; Vote secret demandant aux membres de classer les solutions de la meilleure à la plus mauvaise.

2.6.1.4 La méthode Delphi

Cette technique [Delbecq 86] permet le travail à distance, sans réunion entre les participants. Le travail se fait par correspondance entre plusieurs participants et un coordinateur qui centralise les réponses. La méthode Delphi est un outil standard d'enquête. « La méthode consiste en un processus itératif permettant une présentation anonyme d'un ensemble de jugements émanant de personnes informées, jugements qui sont ensuite soumis à réévaluation ». Cette méthode a la particularité de poser une série de questions à un cercle permanent de personnes plusieurs fois de suite. Le but final est de rassembler plusieurs avis d'experts sur un sujet précis, de mettre en évidence des convergences d'opinions et de dégager un éventuel consensus.

Delphi possède plusieurs atouts qui en font un des outils les plus fréquemment utilisés. La méthode garantit entre autres :

- un anonymat absolu des experts ;
- un processus itératif ;
- un feedback continu auprès des participants ;
- un traitement statique des réponses

Cette technique présente l'avantage de permettre la prise de décision collective dans des situations qui ne permettent pas aux participants de se rencontrer. Le travail se fait par correspondance entre plusieurs experts et un agent centralisateur (le facilitateur) qui s'occupe du bon déroulement de la méthode. La méthode Delphi est basée sur l'anonymat, le feed-back

d'information et les itérations contrôlées. Un des plus gros avantages de Delphi est la quasi-certitude d'obtenir un consensus à l'issue des questionnaires successifs. Par ailleurs, l'information recueillie au cours de l'enquête (événements, tendances, ruptures, données, etc.) est généralement riche et abondante. La mise en œuvre de la méthode Delphi peut parfois enrichir le débat en développant de nouvelles perspectives ou hypothèses qui n'avaient pas été abordées auparavant par les participants.

De manière générale, la méthode Delphi, favorisant la convergence des opinions autour de valeurs centrales, est particulièrement bien adaptée pour préparer le consensus nécessaire à certaines prises de décision. En revanche, elle ne permet pas aux participants d'expliquer et de justifier les idées émises. Elle prend également beaucoup de temps.

A présent, des variantes de la méthode Delphi traditionnelle sont de plus en plus souvent utilisées comme techniques pour aider à l'identification de problèmes, à l'établissement d'objectifs et de priorités et à la recherche de solution aux problèmes. Toutefois, d'un point de vue pratique, beaucoup d'auteurs critiquent la lourdeur de la méthode. Elle s'avère souvent longue, coûteuse, fastidieuse et intuitive plutôt que rationnelle. D'autre part, les experts sont beaucoup sollicités, or leur motivation pour participer à l'enquête risque de s'émousser tout le long de la procédure. Par exemple les experts peuvent ne pas ré-envoyer le questionnaire ou alors les experts peuvent ne pas envoyer le questionnaire à temps.

D'un point de vue méthodologique, on peut aussi critiquer le fait qu'un consensus ou une convergence des opinions sur un sujet ne donne pas nécessairement une bonne prévision. Il n'est donc pas toujours utile d'obtenir à tout prix une opinion consensuelle. Il est parfois plus intéressant de mettre en évidence les différentes réponses ou les points de divergence.

Enfin, la procédure contraignante prévue dans le questionnaire Delphi est discutable. D'après la méthode, seuls les experts qui sortent de la norme (qui n'ont pas le même avis que la majorité) doivent justifier leurs positions. Or, on pourrait considérer que l'opinion des déviants est, en termes prospectif, plus intéressante que celle de ceux qui rentrent dans le rang. Si on veut se placer dans une perspective de précaution, le fait de ne pas tenir compte des pensées minoritaires risque de limiter la portée de la prospective.

Le déroulement est le suivant : Le coordinateur (animateur) envoie un premier questionnaire aux membres du groupe en expliquant le problème. Chaque membre émet ses suggestions et solutions de manière anonyme ; Le coordinateur synthétise les réponses et idées de chaque membre ; Il intègre les idées et solutions de chacun dans une liste qui sera renvoyée à chacun ; chaque membre classe les idées et solutions de la liste intégrée ; L'étape 4 est répétée plusieurs fois jusqu'à ce qu'un consensus émerge et qu'on parvienne à une décision claire.

Cette technique présente l'avantage de permettre la prise de décision collective dans des situations qui ne permettent pas aux participants de se rencontrer. En revanche, elle ne permet pas aux participants d'exploiter et de justifier les idées émises. Elle prend également beaucoup de temps.

La méthode variante « Policy Delphi »

Vu la complexité et la difficulté de parvenir à un consensus ou à une convergence totale entre les différents avis d'experts, la technique *Policy Delphi* peut être envisagée. Celle-ci ne

recherche pas à tout prix un consensus entre les experts, mais vise plutôt à recenser le plus grand nombre d'alternatives possibles. Il s'agit d'un outil d'analyse plutôt que d'un mécanisme permettant la prise de décision [Linston 75]. L'avantage de cette méthode est que son procédé permettra de tenir compte de tous les avis, qu'ils soient majoritaires ou qu'ils soient minoritaires.

Les buts de *Policy Delphi* identifiés par [Linston 75] sont : (i) s'assurer que toutes les options possibles sont prises en considération, (ii) estimer l'impact et les conséquences de chaque option et, (iii) examiner et estimer le niveau d'acceptabilité de chaque option.

Comme le disent Turoff et al. [Turoff 02], l'attente du décideur par rapport à la méthode n'est pas d'obtenir une décision prise par un collège d'experts. Il compte avoir un énoncé des différentes possibilités et informations sur un sujet ainsi qu'un support dans sa démarche. Le rôle de la méthode se limite à fournir le plus d'informations possible, la décision finale restant du ressort de la compétence d'un décideur.

2.6.1.5 La négociation

Traditionnellement, la négociation n'intervient que lorsqu'il s'agit d'établir un accord entre des participants interdépendants dont les positions de départ sont conflictuelles car les parties en présence ne partagent pas nécessairement la même perception de la problématique. L'objectif de la négociation est de trouver un terrain d'entente entre les parties, une plate-bande où leurs positions respectives se joignent. Le recours à la négociation est une pratique courante dans les organisations.

« Par négociation, nous entendons une discussion dans laquelle les différentes parties intéressées échangent des informations et arrivent à un accord. Les trois temps de la négociation se décomposent en (a) un échange bilatéral de l'information, (b) chaque partie dans le processus de négociation évalue les informations en fonction de son point de vue, (c) l'accord final est obtenu par consentement mutuel » [Smith 90]. Dans cette définition, la négociation implique deux éléments essentiels, d'une part la communication (a) et d'autre part la prise de décision (b) (c).

La négociation est abordée par différentes disciplines : l'économie, les sciences des organisations, les sciences de l'aide à la décision, l'intelligence artificielle distribuée, ... Dans le domaine des systèmes d'aide à la décision de groupe (*GDSS*), des systèmes informatiques d'aide à la négociation (*NDSS*), dans lesquels intervient un médiateur, fournissent une aide aux acteurs humains pour négocier [Bui 92].

La persuasion est un moyen d'influer sur l'espace des préférences des autres négociants pour le rendre susceptible de coïncider avec sa propre aire de préférence. Il y a alors un accord possible. L'argumentation est un moyen de persuasion qui a pour but de rendre la proposition plus attractive en apportant des méta-informations. L'argumentation est la construction d'un schéma d'analyse vers une conclusion. Elle a pour but de renforcer l'opinion à l'aide de données et de justifications. Toulmin [Toulmin 58] distingue trois briques de base d'argumentation : la conclusion que l'un cherche à démontrer (*Claim* (c)), la donnée qui y réfère (*Data* (d)) et la justification elle-même (*Warrants* (w)). La nature et la fonction des arguments peuvent être diverses. Toutefois, on a pour habitude de les classer en trois catégories : les menaces (*threats*) explicitent en quoi la proposition est rejetable ; les

récompenses (*rewards*) explicitent en quoi la proposition est acceptable ; les appels (*appeals*) explicitent en quoi une alternative est préférable à une autre.

Avant même la conception d'un cadre de travail pour la réalisation du système de négociation automatique, il est utile de rappeler les fonctionnalités que doit posséder un agent négociant à base d'argumentation : 1) la capacité de conception des suggestions : être capable de générer une proposition partielle ou complète dans l'espace des préférences. 2) la capacité de jugement d'une suggestion : elle peut s'exprimer de manière minimale (une réponse totale oui/non). 3) la capacité de conception d'un argument : être capable de justifier une proposition, le refus d'une proposition ou une préférence entre deux propositions. 4) la capacité de jugement d'un argument : être capable de prendre en compte cette justification dans son raisonnement.

2.6.2 Outils d'aide à la prise de décision de groupe

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) permettent la prise de décision collective à distance grâce à l'utilisation de logiciels d'aide à la prise de décision collective.

Parmi les plus courants, on trouve les logiciels de brainstorming électronique ou de *brainwriting*, des outils de votes collectifs, d'analyse multicritères, de matrice de consensus [Favier 97]. De leur poste de travail, les participants peuvent faire parvenir leurs idées, en interaction simultanée (mode synchrone) ou non (mode asynchrone), à un logiciel d'analyse qui compile et distribue les résultats.

La prise de décision assistée par ordinateur offre plusieurs avantages :

- l'anonymat réduit la pression à la conformité et l'appréhension de l'évaluation par les autres, le nombre d'idées émises est plus important que lors de séance de brainstorming en coprésence ;
- sauvegarde automatique des contributions, ce qui permet la mise en mémoire des réunions et le suivi des projets ;
- prise en charge de grands groupes et sous groupes qui sont dispersés géographiquement.

De nombreux systèmes d'aide à la décision de groupe sont conçus pour faciliter la prise de décision grâce à l'apport de la prise de décision assistée par ordinateur : outils de brainstorming, votes, pondération des décisions, génération et annotation des idées, etc. Ces systèmes encouragent tous les participants à s'engager dans la prise de décision, par exemple en permettant de conserver l'anonymat ou en garantissant que chaque participant puisse prendre au moins une fois la parole.

Dans le contexte de l'aide à la décision collective coopérative, les premiers systèmes développés sont : *Co-oP* [Bui 86] et *MEDIATOR* [Jarke 87].

L'environnement de discussion dans *Co-oP* est coopératif, distant et démocratique. Le système offre une variété de facilités de communication, allant de la messagerie électronique (*e-mail*) aux outils de communication de groupe structurés (tels que *Delphi* et *NGT*), et les

modèles d'aide à la décision multi-critères pour l'échange d'informations et l'agrégation des préférences.

MEDIATOR [Jarke 87] est aussi un *DSS*. Il peut être appliqué dans des cas où la situation devient peu conviviale. Dans un tel cas, le contrôle d'accès aux données privées, les représentations de problèmes et des outils pour l'aide à la négociation sont nécessaires. Dans *MEDIATOR*, le groupe constitué d'agent humains et agents machines inclut un médiateur humain. Le rôle du médiateur est d'aider les participants à établir une représentation du problème commune et, en empruntant une attitude de compromis et de consensus, trouver une solution acceptable. La communication est réalisée au travers des structures de manipulation des données (ceci est similaire au concept des architectures de tableau noir en IA).

Le système procède en trois phases: la représentation individuelle, l'intégration de vues et la phase de négociation. Dans la première phase, chaque participant utilise les outils et les bases de données publics et privés du système afin d'établir sa représentation individuelle du problème. Ensuite, chacun construit ses relations de préférences en utilisant la méthode d'aide à la décision multicritère (tous les participants utilisent la même méthode), appelé UTA [Jacquet-Lagrange 84]. Durant la seconde phase, le médiateur humain tente de construire une représentation commune du problème. Les définitions individuelles des sources de connaissances, les alternatives, les critères, les fonctions d'utilité et les matrices de décision sont transférés dans une base de données commune. La troisième phase procède par négociation et se réfère seulement à la représentation commune. Le médiateur peut réaliser les négociations par la recherche d'un consensus, à travers l'échange d'information, et par la recherche d'un compromis quand le consensus n'est pas obtenu. Les participants sont conscients du processus de la négociation qui est représenté graphiquement ou sous forme de données relationnelles dans une matrice.

De plus, de nombreux *GDSS* de première génération, comme *GroupSystems* [Nunamaker 97], sont fondés sur une architecture client-serveur et supportent seulement les processus de prise de décision collective sur des réseaux locaux d'entreprise.

TCBWorks [Nunamaker 97], un système de la première génération des *GDSS* à base de web, a été conçu pour permettre aux membres d'une équipe d'interagir, d'analyser les résultats et prendre des décisions. *TCBWorks* utilisait les technologies web de première génération pour construire des *GDSS* à base du web. *TCBWorks* intégrait la discussion structurée et la prise de décision multicritères dans un outil et ne supportait pas explicitement le processus de prise de décision de groupe.

Un autre produit appelé *GroupIntelligence* est un outil de *reporting* basé sur le web pour les produits *GroupSystems*. Ainsi, *GroupSystems* a été utilisé exclusivement dans des environnements de salle de décision face-à-face avec des réseaux d'ordinateurs fonctionnant sous Windows.

Clairement, les systèmes présentés ci-dessus sont appropriés pour des environnements de prise de décision de groupe coopérative. Au contraire, des systèmes tels que *CAP : Conflict Analysis Program* [Fraser 86] (un progiciel qui peut être utilisé dans l'analyse des conflits du monde réel), *SPANSS* : [Meister 05] (intègre certaines techniques d'analyse de conflits dans un système d'aide à la négociation), *NEGO* [Kersten 85] (un système d'aide à la négociation qui aide des décideurs à obtenir un compromis) alors que *CAKES-NEGO : Causal Knowledge-driven Expert System* [Lee 08] (suggère que des relations causales des termes de

négociation peuvent être explicitement représentées en utilisant une cartographie cognitive), *DINE : DIstributed NEgotiation* [Biro 92] (un système distribué d'aide à la négociation fondé sur un modèle général d'aide à la décision multicritère) et *DECISION CONFERENCING* [Quinn 93] (un outil de groupe permettant une aide et une plus grande implication des managers, sont dédiés à des situations où il y a un désaccord important sur les jugements factuels et de valeurs. Ces systèmes sont généralement qualifiés comme des systèmes d'aide à la négociation [Jelassi 89].

Par ailleurs, le projet *DICODESS* [Gachet 03] définit un cadre logiciel de développement de systèmes d'aide à la décision distribués et coopératifs. Ce *framework* est basé sur la technologie distribuée Jini et se compose de différents services collaborant pour résoudre certaines tâches d'aide à la décision. La communication entre les différents acteurs humains d'un système d'aide à la décision (décideurs, consultants, experts, etc.) s'avère primordiale; il semble donc logique d'utiliser l'infrastructure distribuée du *framework* pour développer des services Jini consacrés à la communication entre les utilisateurs. Le *framework DICODESS* possède déjà plusieurs services de communication de base (*chat service*, *voting service*, *structured query service*). D'autres services s'avèrent cependant nécessaires pour doter le projet de véritables fonctions de coopération.

2.7 Conclusion

Le recours à la décision de groupe s'est fait sentir au sein des organisations qui se sont aperçues que les modèles de décision traditionnels adaptés au cas uni-décideur ne correspondaient plus à la réalité organisationnelle. Le déplacement vers des systèmes d'aide à la décision collective, d'un SIAD mono-utilisateur à un SIAD multi-participant provient d'une prise de conscience que le processus décisionnel est souvent un phénomène de groupe. Même lorsque la décision est assumée organisationnellement par un seul, la décision est presque toujours préparée par un travail collaboratif. La nécessité de rendre compte, d'informer, de communiquer entre eux, voire de coopérer devient un impératif généralisé.

Dans ce cadre, le développement des technologies de l'information et des télécommunications (TIC) a favorisé l'émergence de nouveaux types de système appelés systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS). Ces systèmes permettent à plusieurs décideurs éventuellement dispersés au travers de larges lieux géographiques, d'interagir entre eux en même temps afin d'atteindre des objectifs communs.

Dans ce chapitre, nous avons présenté le domaine des systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS) en donnant leurs définitions leurs caractéristiques et en dégagant leurs principales structures topologiques. En particulier, si les acteurs sont situés dans même lieu, on privilégiera une salle de réunion. A l'inverse, si les acteurs sont situés en des lieux éloignés, on utilisera des approches de type distribué. Ces approches sont donc fondées sur un dispositif particulier de réunion de décision, le travail essentiel étant dans la communication et le partage d'informations. La bonne conduite de ces réunions de décision est assurée par un facilitateur..

L'expansion de ces systèmes a mis en évidence la nécessité de développer une autre fonction non moins importante pour le succès du processus d'aide à la décision collective, à savoir la facilitation de la prise de décision de groupe. Nous développons dans le chapitre suivant le concept de facilitation, les qualités requises pour un facilitateur ainsi les apports des technologies de l'information et de télécommunications à cette fonction.

Chapitre III

Aide à la Facilitation de la Prise de Décision Collective

Les organisations aujourd'hui font face à des défis incomparables survenant d'un environnement global sujet à des changements rapides et impliquant différentes parties dans la prise de décision. Cette double responsabilité est aussi complexe que difficile à gérer, la première nécessite une rapidité et une agilité alors que la deuxième requiert une patience et un processus. Le recours sans cesse croissant à une résolution de problème collaborative opportune et une prise de décision participative dans les organisations a engendré une demande croissante en facilitateurs afin de supporter ces processus [Baker 05]. Mais la création et la facilitation du travail de groupe n'est pas un moindre problème et particulièrement quand ces groupes sont hautement décentralisés – c'est-à-dire composés de personnes qu'il est difficile de réunir (en face-à-face).

Dans les organisations virtuelles, les *GDSS* semblent extrêmement appropriés pour améliorer les décisions stratégiques. Cela entraîne un développement des *GDSS* et les activités de facilitation doivent accompagner un tel mouvement, en mettant l'accent sur l'intérêt et le rôle du facilitateur. En effet, les *GDSS* sont liés au domaine de la créativité humaine. Ainsi, les *GDSS* nécessitent une expertise et une expérience dans la facilitation des réunions de prise de décision et doivent employer des facilitateurs humains et utiliser des outils d'aide à la décision pour modérer et gérer ces réunions.

Cependant, bien que plusieurs études aient illustré le mérite du facilitateur qui peut être un facteur important du succès dans l'environnement *GDSS*, un facilitateur humain hautement qualifié n'est pas toujours disponible [Chalidabhongse 02] [Niederman 99]. La performance des groupes interagissant avec un *GDSS* a été le sujet de nombreuses études [Adla 08d].

Cependant, la recherche sur la facilitation dans ce domaine est encore disséminée et relativement peu de travaux pour supporter la facilitation de groupe ont été réalisés [Wong 03].

3.1 La facilitation

3.1.1 Définitions

La facilitation est une manière de conduire des réunions de prise de décision. Il y a autant de formes de facilitations qu'il y a de types de réunions. Du point de vue de la facilitation, les réunions de prise de décision peuvent être classées en deux catégories:

- 1) Les réunions de prise de décision de groupe régulièrement planifiées (comme les réunions de département, les réunions de club, les réunions du conseil d'administration, les réunions de cabinet d'avocat) dirigées par le chef du groupe ou le président de réunion, et
- 2) Les réunions de prise de décision ad hoc ou à objectif précis (telles que le détachement spécial, groupe de planification, le comité ad hoc).

La facilitation d'une réunion de prise de décision collective peut être définie comme :

- une assistance à la planification et à la conduite de réunions de prise de décision ;
- l'art de guider le groupe vers les objectifs fixés ;
- une méthode pour conduire les réunions de prise de décision collective en utilisant un facilitateur afin d'assister le groupe dans le développement d'un agenda et la conduite du processus de décision. Le facilitateur se concentre sur le processus (comment la réunion est dirigée) et laisse le contenu (ce qui est décidé) aux participants à la réunion. Le facilitateur est au service du groupe.

La facilitation est un processus dynamique qui implique aussi bien la gestion des relations humaines, les tâches et la technologie, que la structuration des tâches et la contribution à la réalisation efficace des objectifs de la prise de décision. Bostrom et al. (1993) définissent la facilitation ainsi: « les activités réalisées avant, pendant et après une réunion de prise de décision collective pour aider le groupe à atteindre ses objectifs durant le processus de prise de décision ».

Ackermann et Eden (1996) soutiennent que la facilitation aide le groupe à contribuer librement à la prise de décision, à se concentrer sur la tâche, soutenir l'intérêt et la motivation pour la résolution du problème, reconsidérer l'avancement du processus et à traiter les questions complexes plutôt que les ignorer ; alors que Phillips (1993) attire l'attention sur le rôle de la construction d'une compréhension partagée.

Dans cette thèse, la facilitation de groupe est définie comme le processus par lequel une personne externe à l'organisation ou au groupe de travail, non concerné par le problème de décision, officiellement reconnu et accepté par le groupe, est employée pour aider le groupe dans la prise de décision. Dans ce contexte, le groupe peut être une équipe, un département, une organisation entière ou un groupe des personnes de plusieurs organisations collaborant pour la réalisation d'un objectif commun.

3.1.2 Facilitation vs. Médiation

Un grand nombre de synonymes est utilisé pour signifier la notion de facilitation. Ceci rend difficile de donner une définition précise de la facilitation. Les termes tels que 'centré-client', 'non-directif', 'catalytique', 'processus démocratique', 'prise de décision participative', 'conduite de groupe', 'travail de groupe', 'conseil' et 'consultation' ont tous été utilisés pour décrire un processus semblable à la facilitation [Coghlan 02] [Schein 99]. D'autres formes sont aussi assimilées à la facilitation. Nous citons : la négociation, l'entraînement, l'intervention, la conduite de processus, la conduite de groupe. En complément à cette revue de littérature, tous les termes ci-dessus ont été considérés comme pertinents.

Dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons seulement à la facilitation qui n'a pas d'autorité sur le contenu ou les résultats du processus. La formation traditionnelle, l'entraînement, la consultation d'experts, la direction de groupe et la conduite traditionnelle ne présentent pas un intérêt puisqu'ils ont un caractère autoritaire par rapport aux résultats.

Plus particulièrement, le mot 'facilitation' est souvent utilisé de façon interchangeable avec la médiation. La médiation est une forme d'intervention d'une tierce personne – médiateur – dans laquelle le médiateur aide les parties à négocier un accord qu'ils ont alors l'option d'accepter ou de rejeter. Dans certains cas, les médiateurs jouent un rôle de résolveur de problème se focalisant sur la négociation d'un accord issue d'un conflit immédiat. Dans d'autres cas, la médiation se focalise plus sur l'amélioration des rapports, en considérant que cette dernière mènera à la résolution du conflit ou à la confrontation constructive.

La médiation est l'une des nombreuses approches de résolution de conflit qui utilise une tierce personne intermédiaire pour aider les parties à résoudre leur conflit. À la différence de l'arbitrage, où la tierce personne prend vraiment la décision sur l'issue du conflit, les médiateurs aident seulement les parties dans leurs efforts de formuler une solution d'eux même. Ainsi, les médiateurs réunissent les parties antagonistes (ou parfois se déplacent entre eux), les aident à décrire le problème en termes de points de vues et intérêts négociables et de besoins plutôt que des positions non-négociables, et développent un ensemble d'idées dans la perspective de faire coïncider les intérêts et les besoins des deux côtés. Quant au facilitateur, il joue un rôle important dans ces réunions. Il est responsable de communiquer les objectifs de la réunion, réaliser l'ordre du jour et garantir que tous les membres du groupe sont partie prenante dans la discussion.

Le médiateur aidera alors les parties à évaluer les mérites relatifs des différentes options et faire le « brouillon » d'un accord qui convient le mieux aux intérêts personnels. Cependant, il est du ressort des parties de décider quant à l'acceptation ou non de l'accord final. Bien qu'il existe, en général, une pression sociale considérable pour accepter le règlement, s'il ne coïncide pas avec les besoins d'une partie cette dernière est toujours libre de rejeter le règlement et essayer une technique de résolution de conflit alternative.

3.2 Formes de la facilitation

La facilitation de la prise de décision collective adopte une variété de formes et de modes :

3.2.1 Modes de facilitation

Dickson (1993) propose les différents modes de facilitation suivants :

- (1) Le mode dirigé-utilisateur est lié à l'absence d'un facilitateur formel de la réunion de prise de décision. Les fonctionnalités du GDSS sont mises à la disposition de tous les membres de groupe,
- (2) Le mode dirigé-conducteur supporte les interventions d'un facilitateur dans l'utilisation de la technologie mais pas le processus de décision,
- (3) Le mode dirigé-facilitateur considère que le facilitateur influence le groupe sur la manière d'utiliser la technologie.

3.2.2 Facilitation technique vs. Facilitation du processus

De Vreede et al. (2002) notent une distinction entre la facilitation technique et celle du processus de groupe:

1) *La facilitation technique :*

Ce type de facilitation a pour objectif d'assister les participants avec la technologie et est souvent exécutée par un conducteur. Les interventions de conducteur consistent à manipuler la technologie mais pas le processus. En général, ce type de facilitation ne fournit pas un support à la communication et ne conduit pas le groupe vers l'objectif escompté de la réunion de prise de décision. Former les utilisateurs à utiliser les outils du système collectif est nécessaire afin d'atténuer le manque de convivialité de ces outils.

2) *La facilitation du processus :*

La facilitation du processus de groupe consiste à modérer les participants et leurs interactions dans la réalisation des tâches en vue de faire émerger les résultats de la réunion, motiver et guider les participants, particulièrement, dans un environnement distribué où il est difficile pour les utilisateurs de se voir et d'interagir, et gérer la transition entre les phases de la réunion où la participation de l'utilisateur est vitale quant à la réussite de la réunion.

Dans ce dernier mode, les tâches de facilitation peuvent se focaliser sur le contenu de la réunion ou sur le processus proprement dit.

3.2.3 Facilitation du processus vs. Facilitation du contenu

1) *La facilitation du processus :*

La facilitation du processus est définie comme la mise à disposition d'un support général au groupe de décision et en particulier d'une structure procédurale du processus de décision. La facilitation du processus se focalise sur l'aide à la structuration des tâches. Elle garantit une participation égale et une gestion appropriée du temps. Les interventions de processus structurent les décisions en collections de tâches de bas niveau. L'encouragement du facilitateur au groupe à rester en accord avec le plan du processus de décision, éviter la

critique pendant le brainstorming, obtenir une participation égale de tous les membres du groupe sont des exemples de telles interventions.

Dans cette catégorie de facilitation, Dickson et al. (1992) distinguent entre deux types de facilitation de processus : “les interventions de tâche” qui signifient la focalisation de l’attention du groupe sur la tâche et “les interventions d’interactions” qui visent les participants et leurs relations.

b) La facilitation du contenu :

La facilitation du contenu implique des interventions qui ont trait directement au problème à résoudre. La facilitation de contenu se focalise sur le contenu de la prise de décision, l’analyse des données et l’affichage et la diffusion des résultats pertinents. Avec la facilitation de contenu, le facilitateur fournit plus qu’une simple information ou orientation impartiale obtenue par la facilitation de processus.

3.3 Le facilitateur

Les utilisateurs dans une réunion de prise de décision assistée d’un GDSS peuvent avoir deux rôles différents: « *Participants* » et « *facilitateurs* ». Un utilisateur peut créer une nouvelle session et devenir un facilitateur de la session. Un facilitateur d’une réunion de prise de décision peut inviter des utilisateurs pour assister à la réunion comme participants. Le facilitateur se concentre sur le processus (comment diriger la réunion) et laisse le contenu (ce qui est décidé) aux participants à la réunion. Le facilitateur est au service du groupe.

3.3.1 Rôles du facilitateur

Un facilitateur est une personne qui est acceptée par tous les membres du groupe, il intervient pour aider à résoudre des problèmes et prendre des décisions. Il ou elle aide les participants à une réunion de prise de décision collective à partager toute information ou vue qu’ils soumettent au groupe de décision. Le facilitateur conduit le processus de prise de décision, alors que les participants (décideurs) se concentrent sur la tâche.

Dans certaines réunions de prise de décision, le facilitateur agit simplement comme le président d’une session régulière. Le facilitateur mène le groupe vers un but bien précis à travers un processus spécifique conçu par le facilitateur tel qu’un processus de planification stratégique ou une réunion de partenariat avant le début de développement d’un projet. Le facilitateur peut aussi agir comme un médiateur pour aider le groupe à résoudre les conflits. En qualité de tierce personne neutre, il intervient pour faciliter la prise de décision qui est souvent faite par consensus.

Les règles fondamentales ou les directives sont des normes pour le déroulement d’une réunion de prise de décision. Elles doivent être acceptées au début de la session et le groupe doit s’y conformer. Le facilitateur demande au groupe l’autorité de faire respecter les règles fondamentales pendant la réunion de prise de décision.

Pour les facilitateurs, une coopération totale entre tous les participants qui seront concernés par la décision est autant que possible que désirable. Les aspects de prise de décision partagée, opportunité égale de participation, égalité, partage du pouvoir et responsabilité individuelle

sont fondamentales à une coopération totale. Le travail de tout le groupe est plus créateur que le celui de n'importe quel individu seul.

Le facilitateur assure plusieurs rôles dans l'environnement de systèmes d'aide à la décision de groupe (*GDSS*). Dans une étude sur les *GDSS*, Nunamaker et al. (1997) identifient les rôles suivants :

- préparation de l'ordre du jour ;
- intégration de la technologie ;
- support technique ;
- recherche d'information ;
- coordination de la réunion de prise de décision ;
- enregistrement des commentaires et des résultats du vote ;
- chronométrage de la durée de la session.

Dans la littérature sur le domaine des *GDSS*, certaines études abordant la fonction de facilitation distinguent entre Facilitateur et Conducteur. Elles ont examiné l'effet d'un facilitateur et/ou un conducteur sur le processus de prise de décision [Anson 95] [Dickson 93]. Normalement, le facilitateur n'est pas un membre du groupe et ne participe pas, ainsi, au brainstorming, au vote, etc. Néanmoins, le facilitateur assure souvent le rôle d'un coordinateur. Pour ce faire, il doit avoir une connaissance pratique excellente du système, une compréhension des questions à discuter en réunion, un rapport coopératif avec les participants dans l'organisation de la réunion de prise de décision et une appréciation de la façon la plus appropriée d'organiser la discussion. Certains des outils dédiés à l'ordre du jour de la session, la configuration de la salle de décision, l'introduction de la perspective d'un participant, la sauvegarde et l'impression des données fournies par le logiciel, sont destinés seulement au médiateur qui les utilise au cours du déroulement de la réunion et pour la gestion du dossier à la fin de la réunion.

Au contraire, le rôle du conducteur est d'implémenter les configurations du système pour le groupe et seulement à sa demande [Jarvenpaa 88]. Dans ce sens, le conducteur ne dirige pas, mais obéit simplement. Le conducteur devrait, cependant, être capable de répondre aux questions posées par les participants quant à l'opportunité des outils à utiliser pour les différentes activités.

Les différences entre le facilitateur et le conducteur deviennent plus distinctes en examinant leurs comportements quand les utilisateurs demandent conseil à propos du déroulement de la réunion. Un facilitateur dirigerait le processus, alors qu'un conducteur ne devrait pas faire des suggestions constructives. Celles-ci sont communiquées au conducteur qui les implémente [Dickson 93]. L'avantage de ce système réside dans la disponibilité d'une personne qui peut manipuler des requêtes et résoudre des problèmes se rapportant au fonctionnement du logiciel et son efficace utilisation, à côté d'une personne différente responsable de l'implémentation réelle.

La mission du facilitateur est de choisir les personnes qui prépareront les différents aspects de la réunion, puis d'organiser leur travail pendant la préparation et le déroulement de la réunion.

Le facilitateur accomplit, ainsi, un vaste ensemble de fonctions de facilitation. [Bostrom 93] [Clawson 93] en dénombrent seize :

- (1) Promouvoir un sens d'appartenance et de responsabilité ;
- (2) Manifester une auto-prise de conscience ;
- (3) Faire le choix et préparer la technologie ;
- (4) Ecouter, clarifier et intégrer des informations ;
- (5) Développer et poser les bonnes questions ;
- (6) Maintenir le groupe concentré sur les résultats ;
- (7) Créer un confort avec l'aide de la technologie ;
- (8) Créer une atmosphère positive ouverte ;
- (9) Créer une harmonie et des relations personnelles ;
- (10) Présenter les informations au groupe ;
- (11) Démontrer une flexibilité ;
- (12) Planifier et développer des réunions ;
- (13) Gérer les conflits et les émotions négatives ;
- (14) Apprendre la technologie et ses capacités ;
- (15) Encourager et soutenir des perspectives multiples ;
- (16) Diriger et gérer la réunion.

Le style de management du facilitateur influera grandement sur la qualité de la préparation et du déroulement de la réunion. En prise de décision collective, il doit se positionner avant tout comme quelqu'un qui crée de l'envie, du lien, et de l'efficacité collective, plutôt que comme quelqu'un qui donne des ordres. Il doit aimer communiquer, être toujours respectueux des propositions, demandes et besoins des membres de l'équipe.

3.3.2 Facilitateur interne ou externe

Les problèmes et les mérites de la facilitation tant interne qu'externe sont largement abordés dans la littérature. La facilitation externe est y particulièrement favorisée étant donné qu'elle est perçue être plus impartiale et permet une définition claire des domaines d'intérêt pour les participants et les facilitateurs [Nelson 98] [Flores 00]. Nous exposons ci-dessous les points forts et les faiblesses de la facilitation aussi bien interne qu'externe.

Margulies et Raia (1972) montrent plusieurs avantages de la facilitation externe par rapport à l'interne. Spécialement, il est attendu du facilitateur externe une expertise et une formation pour le travail entrepris ; une matrice d'outils sophistiqués et de nouvelles approches ; une objectivité, une confiance et une compétence lui permettant de prendre de grands risques en raison de son indépendance vis-à-vis de l'organisation. Pourtant, on pourrait argumenter qu'il y a peu d'habiletés dans cette liste qui ne pouvaient être offertes par un facilitateur professionnel objectif, bien formé et pluridisciplinaire.

Comme pour Margulies et Raia (1972), Nelson et McFadzean (1998) identifient l'objectivité comme le point fort des facilitateurs externes. Ils soulignent que les facilitateurs externes sont mieux que les facilitateurs internes étant donné que la demande des facilitateurs est importante et exige un long apprentissage; le groupe apprend des facilitateurs en se concentrant sur les modèles et les approches de résolution de problème utilisés par ce dernier.

Nous pouvons soutenir que la facilitation n'est pas un apprentissage, mais plutôt un ensemble de compétences et de qualités qui peuvent être développées au cours du temps. Ce point, en plus du fait que le groupe peut apprendre du facilitateur, peut aussi bien être assuré par un facilitateur interne expérimenté. Cependant, Miranda et Bostrom (1999) soutiennent

qu'il est important de séparer les rôles de facilitation du contenu et de celle du processus. Ces derniers soutiennent qu'il est difficile pour un facilitateur interne au groupe de jouer des rôles de facilitateur impartial vis-à-vis du processus et du contenu simultanément.

Flores et Fadden (2000) invoquent diverses raisons pour privilégier des facilitateurs externes. Les raisons avancées incluent que le facilitateur n'est pas influencé par des motivations politiques de l'organisation ou de sécurité d'emploi. Cela peut être irréaliste vu que les facilitateurs externes auront probablement des engagements financiers et autres les amenant à céder aux pressions organisationnelles. Flores et Fadden (2000) soutiennent aussi que le facilitateur externe apporte différentes expériences et habiletés au processus de décision. Cependant, ce point est incontestable, de telles expériences et habiletés peuvent aussi bien être apportées par les facilitateurs internes.

Margulies et Raia (1972) citent la gestion efficace du temps comme principal avantage de la facilitation interne étant donné que le facilitateur est déjà familier avec l'organisation, son personnel et peut-être ses objectifs.

3.4 Facilitation des environnements virtuels de prise de décision

3.4.1 Les environnements virtuels de prise de décision collective distribuée

Une réunion de prise de décision virtuelle est vue comme une interaction orientée but – ou résultat – qui utilise un ensemble de ressources (humaines et technologiques) pour faire évoluer l'état actuel d'un problème collectif vers un état futur désiré à travers une série d'étapes d'actions. Ces ressources surviennent dans un environnement n'importe où - n'importe quand (*anywhere – anytime*).

Du point de vue de la facilitation, nous pouvons classer les réunions de prise de décision collective en trois catégories :

1) Même Temps/Même Endroit :

Le traditionnel environnement de prise de décision de groupe co-localisé « face à face » utilise des réseaux d'ordinateurs pour saisir des données relatives à une variété d'applications. Il est caractérisé par la familiarité des participants avec le processus de prise de décision, la possibilité de maximiser les pauses et les temps informels et l'opportunité d'utiliser des sens multiples (visuel, auditif, etc.) simultanément. Cet environnement présente les avantages suivants : utilisation d'un tableau blanc électronique, opportunité pour la contribution anonyme, vitesse et quantité des contributions, opportunité pour des synthèses immédiates, analyse et documentation durant la session de prise de décision.

2) Même Temps/Différent Endroits :

Les Participants assistent à des réunions de prise de décision synchrones programmées depuis leurs postes géographiquement dispersés et équipés de moyens d'accès nécessaires tels que téléconférence audio-visuelle. Cet environnement a pour avantages la conversation en ligne et le dialogue en temps réel.

3) Temps Différents/Endroits Différents :

Les participants communiquent d'une manière asynchrone à n'importe quel moment de n'importe quel endroit dans des environnements protégés par mot de passe accessibles aux membres du groupe. Le *web-conferencing*, les panneaux d'affichage, la messagerie vocale, e-mail sont des exemples de tels environnements. Les avantages de cet environnement sont : conversations continues, capacité commune et intégration des résultats.

Aujourd'hui, les organisations doivent être productives pour opérer dans des environnements de plus en plus complexes et faire face à des contraintes spatio-temporelles. Le défi de travailler en groupes géographiquement dispersés entraîne une réflexion collective créative et un enrichissement du répertoire de stratégies et de méthodes mises à disposition des facilitateurs.

Les particularités d'une réunion à distance « virtuelle » peuvent être résumées par les points suivants :

- il est plus délicat de percevoir les éléments non verbaux de la discussion, puisque les participants n'ont pas de contact visuel ;
- les participants auront plus de mal à rester concentrés sur la réunion, car ils ne partagent pas le même cadre. Généralement chacun est soumis à des stimuli extérieurs ;
- une des règles fondamentales de l'animation d'une réunion physique n'est pas applicable : on ne demande pas la parole en levant la main ;
- l'effort de concentration nécessaire à chaque participant et à l'animateur est plus soutenu.

Devant les limites des stratégies face à face, les stratégies décentralisées se trouvent favorisées par les technologies du *Web*.

3.4.2 La facilitation distribuée

Dans la littérature, les travaux de recherche traitant de la facilitation des environnements de prise de décision collective utilisaient principalement des *GDSS* colocalisés (réunions face à face) développés suivant une technologie client-serveur et fonctionnant sur des réseaux locaux d'entreprise. Cependant, certains des résultats de ces études ne peuvent s'appliquer aux groupes distribués.

L'évolution des *GDSS* vers des environnements virtuels est actuellement supportée par l'utilisation de nombreux forums électroniques sur des portails Internet publics populaires tels *Yahoo*, *MSN* et *AOL*. Ces portails permettent en effet de supporter une session de brainstorming où un hôte (facilitateur) contrôle la discussion et où il est permis aux participants d'exprimer des opinions et des idées sur une variété de thèmes. Cependant, ils ne fournissent pas de véritables supports à la prise de décision collective dans un environnement distribué.

Faciliter des environnements virtuels exige le développement des habiletés rigoureuses et explicites en communication. Fréquemment, dans ces environnements, les participants

agissent librement ou s'abstiennent de participer. L'absence d'une communication face à face contribue à ce problème. De plus, il est plus facile pour un facilitateur d'oublier qu'un participant fait partie du groupe. Le facilitateur a donc la lourde tâche d'inciter les utilisateurs à participer, qui en retour augmente la charge cognitive.

La facilitation d'un groupe de décision distribué consiste en la gestion de réunions virtuelles auxquelles assistent des participants géographiquement dispersés et interagissent entre eux et avec un facilitateur moyennant un réseau d'ordinateurs. De nombreuses études montrent que la facilitation permet d'améliorer la qualité de la décision [Bubs 92] [Niederman 96] [Ngwenyama 96] [McQaid 00] [Briggs 03]. Ceci peut-être expliqué notamment par l'aide et l'orientation et l'aide apportée aux participants par le facilitateur et aux apports de l'anonymat dans les sessions de prise de décision collective à distance.

Afin de mener avec succès le processus de prise de décision dans un environnement virtuel et supporter le facilitateur, ce dernier a besoin "d'yeux et d'oreilles" pour aider à découvrir et éviter un comportement négatif et supporter et encourager les actes positifs. En effet, la facilitation d'une réunion de prise de décision collective virtuelle est difficile en raison des contraintes de communication dues à la distance, rendant ainsi l'environnement de la prise de décision difficile à gérer pour les participants et le facilitateur [Mittleman 00]. Dans les environnements distribués, la capacité du facilitateur à contrôler les processus est très diminuée en raison de l'absence du moyen – riche – de communication « face à face » entre le facilitateur et tous les participants. Dans de tels environnements, les facilitateurs doivent compter sur la communication médiatisée par ordinateur pour intervenir dans le groupe, qui, selon la richesse du moyen, requièrent des efforts supplémentaires et réduit le champ d'interventions possibles. En outre, la qualité du processus de décision distribué est difficile à contrôler parce que les participants ont des statuts différents ce qui peut entraîner une réticence pour certains à contribuer activement durant le processus. En corollaire, les processus de décision distribués sont difficiles à faciliter [Romano 99].

À ce titre, les techniques de facilitation de groupes distribués sont une nécessité parce que de nombreuses techniques conventionnelles de facilitation de groupe, essentiellement les techniques de facilitation face à face, s'avèrent inefficaces dans un environnement distribué et sont profondément calquées sur des mesures qui requièrent une ligne de visée entre le facilitateur et les participants.

3.5 Automatisation de la facilitation

La facilitation humaine a été identifiée comme l'élément le plus crucial d'un *GDSS* [Nunamaker 97]. Dans une organisation virtuelle, les facilitateurs sont dans une position critique en contrôlant l'efficacité, la qualité et l'engagement aux solutions et produisant des résultats à l'organisation. Les chercheurs se sont ainsi tournés vers l'automatisation de certaines tâches comme une solution d'aide aux facilitateurs dans l'utilisation des systèmes collaboratifs. La facilitation automatisée est vue comme l'enrichissement d'un *GDSS* avec des indications qui guident les décideurs vers une structuration et une exécution réussie du processus de prise de décision [Limayem 00]. Comme la facilitation humaine, la facilitation automatisée consiste à fournir aux membres du groupe des orientations afin de les aider à atteindre leurs propres objectifs.

Avec les récentes avancées dans les *GDSS*, plusieurs tâches de facilitation de groupe peuvent être automatisées, au moins partiellement pour augmenter la bande passante de communication interpersonnelle et la capacité du facilitateur à contrôler le processus de décision. Cependant, les *GDSS* ne traitent pas des domaines de fonctionnement de groupe, comme la conception de réunion de prise de décision ou la gestion des communications verbales. Ces derniers ainsi que d'autres domaines de la facilitation doivent venir des personnes. Une intégration de bons outils informatiques avec une facilitation humaine efficace peut produire une réunion de prise de décision plus efficace que par l'un ou l'autre séparément. Dès lors se pose la question importante de comment planifier efficacement, coordonner et diriger – « faciliter » – le travail des membres de groupe qui utilisent un *GDSS*.

L'automatisation des tâches de facilitation n'est pas un nouveau concept. En effet, des études antérieures ont déjà montré que l'automatisation des processus techniques et répétitifs de facilitation est considérée comme une expérience positive aussi bien pour les participants que pour les facilitateurs. Cependant, les compétences de facilitation sont complexes et un long chemin reste à faire pour reproduire de telles compétences automatiquement. Les tâches qui ont été automatisées représentent généralement les tâches les plus routinières qui n'ont pas nécessairement un impact significatif sur les comportements du groupe et n'offrent pas de véritables supports pour développer les compétences de facilitateurs inexpérimentés (non-initiés).

[Niederman 96] rapportent que les facilitateurs ont vraisemblablement tendance à adapter un modèle générique ou opter pour un système de boîte à outils. Tant les approches génériques que les approches de boîte à outils requièrent une expérience préalable et une connaissance solide des classes de problèmes et ne sont pas par conséquent applicables dans le contexte d'un facilitateur inexpérimenté.

Un système efficace devrait réduire le recours au développement de compétences techniques. Désormais, un processus automatisé pour aider même les facilitateurs les plus inexpérimentés doit inclure des outils pour contrôler le comportement individuel et collectif, des indicateurs pour savoir quand offrir ou intégrer des informations et des orientations, ainsi de savoir quand employer des techniques particulières pour amener le groupe vers la congruence.

Afin de permettre aux facilitateurs inexpérimentés d'utiliser les *GDSS*, au moins avec des chances raisonnables de succès, plusieurs auteurs [Niederman 96] [Aiken 91] ont suggéré un système expert capable de développer des compétences de facilitation. Ces systèmes experts incluaient la reconnaissance et l'interprétation de modèles d'activité, les interventions potentielles des facilitateurs et aussi certaines indications sur les chances de succès.

Selon [Nunamaker 97], un facilitateur électronique réalise quatre fonctions :

- fournit le support technique en initiant et en terminant des outils logiciel spécifiques ;
- préside la réunion de prise de décision, maintient et actualise l'ordre du jour ;
- aide à la planification de l'ordre du jour ; et finalement

- assure la pérennité d'organisation en établissant des règles et en maintenant un répertoire organisationnel.

Une fonction supplémentaire plus complexe est considérée par [Schwarz 02]. Elle concerne l'amélioration de la performance de groupe qui requiert une concentration simultanée des membres du groupe sur le problème à résoudre et sur le processus.

Non seulement nous trouvons que l'intégration de la technologie à la facilitation est possible, mais nous trouvons aussi que la facilitation assistée par ordinateur développe et étend radicalement les capacités de facilitation et améliorent les processus de décision collective. En effet, plus nous utilisons la technologie, plus cela devient un outil transparent et nécessaire pour générer l'apprentissage organisationnel. Même lorsque les groupes sont colocalisées, ils peuvent tirer profit de l'emploi des techniques de travail coopératif en ligne. Les réflexions et point de vues individuels sur un thème et les entrées asynchrones favorisées par la technologie sont ajoutés aux réunions de prise de décision face à face. Ces opportunités améliorent de façon significative la capacité d'un groupe à penser collectivement et avec perspicacité durant le dialogue face à face.

3.6 Le processus de facilitation

La prise de décision collective est parfois, par simple manque de méthode, un moment délicat d'une réunion.

Prendre une décision collective consiste à :

- Poser le cadre : présenter la démarche que l'on va appliquer : expression des ressentis, expression – identification des enjeux concernant le sujet, propositions de solutions possibles (travail de recherche et créativité), positionnement du groupe par rapport à ces solutions ;
- Recueil des ressentis : donner le temps aux participants pour mettre individuellement par écrit leur ressenti personnel concernant le sujet traité et exprimer leurs ressentis sans argumenter leurs positions et sans débat de la part du groupe ;
- Identification des besoins : durant les expressions individuelles, l'animateur essaie, par questionnement des personnes, de faire exprimer les besoins de chacun par rapport au sujet traité (concernant les enjeux personnels et professionnels, concernant les enjeux individuels et collectifs), faire une synthèse de l'ensemble des besoins exprimés, et rappeler qu'ils sont tous légitimes ;
- Elaboration de solutions : donner le temps aux participants pour mettre individuellement par écrit des pistes de solutions (les besoins élaborés doivent dans la mesure du possible respecter les besoins identifiés précédemment), collecter les idées sans discussion durant un premier temps, faire une synthèse des propositions (sont-elles convergentes ? divergentes ? compatibles ? regrouper celles qui se ressemblent, animer un débat sur l'ensemble des propositions et faire exprimer les arguments de chacun, faire régulièrement une synthèse des différentes solutions en cours d'élaboration, en rappelant les différents avantages et inconvénients exprimés par l'ensemble des participants, si une opposition perdure entre plusieurs options faire exprimer par chacun

les concessions qu'il est prêt à faire sur sa propre proposition et inversement ce dont il aurait besoin pour accepter une autre proposition ;

➤ Faire un sondage pour recueillir le positionnement de chacun sur les différentes propositions élaborées (s'il y a unanimité sur l'une des propositions elle peut être validée, s'il y a presque unanimité évaluer si les personnes qui ne sont pas d'accord accepteraient de mettre en pratique l'option la plus représentée et ce dont ils auraient besoin pour l'accepter), si l'on est loin de l'unanimité (soit relancer une phase d'élaboration de solutions, soit mettre en place une décision unanime non uniforme), faire voter la proposition finale pour bien formaliser les choses.

Briggs et al (2003) soutiennent que pour atteindre un objectif dans un groupe, un modèle de processus de prise de décision doit être adopté. Ils identifient à ce jour sept classes de modèles prédéfinis :

- Divergence (étendre à plusieurs concepts) ;
- Convergence (se focaliser sur quelques concepts jugés importants au lieu de considérer tous les concepts) ;
- Organisation (développer une meilleure compréhension des liens entre concepts) ;
- Elaboration (exprimer les concepts de façon plus détaillée) ;
- Synthétisation (exprimer les concepts de façon synthétique) ;
- Evaluation (développer une meilleure compréhension de la valeur des concepts pour atteindre le but) ;
- Obtention d'un consensus (obtenir des décideurs un meilleur accord sur le concept).

Le processus de décision est souvent itératif ; certaines réunions de décision ne se terminent jamais. Mais au lieu de poursuivre un cycle continu, nous adoptons un processus de décision à trois phases : activités de pré-décision (*pre-meeting*), activités de décision (*during meeting*) et activités de post-décision (*post-meeting*) [Bostrom 93]. Les activités de facilitation sont ainsi supportées et réalisées avant (pré-décision), pendant (décision) et après la décision (post-décision).

3.6.1 Phase de Pré-Décision

Cette phase a pour objectif de planifier, de préparer et réunir les conditions de la session de prise de décision. Nous citons ci-dessous les principales tâches du facilitateur :

- Préparer la salle de décision ;
- Sélectionner et inviter des décideurs (participants) ;
- Présenter et décrire le but de la réunion au groupe ;
- Fixer le résultat et les thèmes à traiter ;
- Collecter des points potentiels de l'ordre du jour ;
- Clarifier le but et le résultat pour chaque point ;
- Classer et ordonner les points selon leur difficulté ;
- Planifier l'ordre du jour avant la réunion de groupe ;
- Estimer la durée du temps approximative pour chaque point ;
- Expliquer la démarche à suivre pour la prise de décision ;
- Obtenir l'habilitation et l'autorité de faire respecter les règles fondamentales.

3.6.2 Phase de Décision

Cette phase clé du processus de décision doit permettre au facilitateur d'amener le groupe de décision à proposer des options de solutions et de faire un choix. Elle comprend les tâches suivantes :

- Revoir et obtenir un accord sur l'ordre du jour ;
- Faire des suggestions ;
- Garder le groupe concentré sur la tâche ;
- Identifier des informations supplémentaires nécessaires ;
- Réguler la cadence de la discussion ;
- Garantir la participation de chacun ;
- Défendre les participants des attaques personnelles ;
- Traiter avec des personnes difficiles ;
- Rester neutre et ne pas contribuer ou évaluer les idées ;
- Préciser les étapes suivantes pour le groupe ;
- Contrôler le temps, débiter et finir à temps.

3.6.3 Phase de Post-Décision

Dans cette phase, le facilitateur diffuse la solution obtenue par le groupe, l'intègre dans la mémoire de groupe dans une perspective de capitalisation de connaissances et dresse le rapport de la session de prise de décision. Parmi les principales tâches du facilitateur dans cette phase, nous citons :

- Produire une mémoire de groupe pour les participants ;
- Contrôler le suivi des étapes.

En résumé, nous pouvons énoncer les points importants suivants qui se posent comme conditions sine qua non à la réussite du processus de facilitation en prise de décision collective:

- La préparation d'un ordre du jour nécessite que l'on porte une attention particulière à l'association des participants au choix des sujets à traiter ;
- Le planning est construit à partir de l'ordre du jour, mais il apporte beaucoup de précisions supplémentaires, comme la durée de la réunion, l'ordre de traitement des sujets, les durées de travail consacrées à chaque sujet, les méthodes de travail employées, les configurations de groupes, etc. ;
- La logistique des réunions est centrale pour améliorer les conditions du travail, et donc sa qualité ;
- L'apport d'information est la première étape d'un processus décisionnel (qui en comprendra ensuite 2 autres : la réflexion et la prise de décision), mais elle peut aussi être utilisée en tant que telle, juste pour informer le groupe, ou pour lancer une réflexion sans objectif décisionnel ;
- La participation à une réunion de prise de décision collective signifie s'efforcer d'avoir un niveau d'implication personnelle fort. Cela est valable concernant les sujets

traités durant la réunion, cela peut aussi s'appliquer à la manière dont se déroule la réunion elle-même. Chaque participant devra y mettre du sien pour que tout se passe au mieux ;

- Enfin, l'utilisation du consensus pour la prise de décision peut prendre plus de temps que le vote, mais les décisions sont plus vraisemblablement opérationnelles et prendront effet plus rapidement parce qu'elles ont été acceptées par tout le groupe.

Non seulement la facilitation assistée par la technologie est possible, mais aussi de telles techniques développent radicalement les capacités de facilitation et améliorent l'apprentissage de groupe. Les groupes colocalisés peuvent aussi tirer profit de l'emploi de ces techniques de travail coopératif en ligne.

3.7 Outils d'aide à la facilitation

Quelques études se sont focalisées sur la méthode utilisée pour interagir avec le GDSS, en mettant en relief l'emploi de facilitateurs. *SAMM* [Dickson 92] fournit un ordre du jour avec la possibilité de définir des sous-ordres du jour, entrer, voir, modifier et supprimer des thèmes, alors que *MeetingWorks* [Dickson 92] a un planificateur d'ordre du jour, où les thèmes et les tâches peuvent être organisés en une liste. Le conducteur de la réunion est responsable de faire correspondre les tâches de l'ordre du jour avec les méthodes de résolution du problème supportées par le système.

Le système *ESP* (*Expert System Planner*) [Wong 03] utilise une approche « système expert » pour assister les facilitateurs dans la préparation de l'ordre du jour et la sélection des outils d'aide à la décision de groupe. *ESP* ne recommande aucun processus de décision. Le système *SISCO* [Borges 99] fournit un bon exemple de facilitation du contenu. Ce système ne prétend pas se substituer à une réunion de décision mais de fournir un environnement de discussion dans la phase de pré-décision où aucune décision n'est prise. *COPE* [Ackermann 94] est un système qui aide le groupe de décision à la formulation du problème et de la stratégie de résolution. Finalement, Antunes et Ho (1999) présentent une autre vue de la facilitation qui est strictement centrée sur la phase de pré-décision.

Cependant, il existe peu d'exemples de systèmes très élaborés. Les systèmes cités ci-dessus n'offrent pas de moyens et de possibilités pour améliorer les capacités des facilitateurs inexpérimentés. Bien que *GroupSystems* [Nunamaker 97] et *MeetingWorks* [Dickson 92] offrent un ordre préétabli, leur niveau de réutilisabilité est faible et sont principalement dédiés à des facilitateurs initiés. Une autre limite générale à tous ces systèmes réside dans l'absence d'aide aux facilitateurs durant le processus de décision entier.

3.8 Conclusion

Les décisions qui se prennent aujourd'hui font appel à l'expertise de plusieurs personnes en particulier celles concernées par la décision. Il est par conséquent nécessaire de les impliquer dans le processus de prise de décision. Ce qui rend l'utilisation des GDSS dans les organisations omniprésente et incite au développement des activités de facilitation qui doivent accompagner un tel mouvement, en mettant l'accent sur l'intérêt et le rôle du facilitateur.

En effet, les décisions faisant intervenir plusieurs personnes comportent un certain nombre de facteurs de blocage liés aux relations de pouvoir, aux conflits d'intérêts ainsi qu'aux disparités des systèmes de valeur en présence. Ces facteurs qui sont autant d'obstacles à la prise de décision collective peuvent être atténués par l'adoption d'une démarche participative et facilitée qui consiste à fixer un cadre à l'intérieur duquel les participants acceptent de fonctionner sous la conduite d'un facilitateur. En définitive, les visées de la participation sont, d'une part, de mettre à contribution l'expérience et le savoir-faire de chaque participant afin d'élaborer des solutions innovatrices à une problématique décisionnelle et, d'autre part, de donner aux personnes impliquées la possibilité d'influencer la recommandation.

Dans ce chapitre, nous avons présenté la fonction de facilitation en donnant les définitions, et les différents types, et en mettant en évidence les qualités et les capacités requises pour réussir le rôle de facilitateur. Si les GDSS sont liés au domaine de la créativité humaine, ils nécessitent, à ce titre, une expertise et une expérience dans la facilitation des réunions de prise de décision et doivent employer des facilitateurs humains et utiliser des outils d'aide à la décision pour modérer et gérer ces réunions. Cependant, les compétences de facilitation sont complexes et un long chemin reste à faire pour reproduire de telles compétences automatiquement.

Dans le chapitre suivant, nous présentons notre contribution dans le domaine de l'aide à la prise de décision collective et en particulier l'aide à la facilitation. Nous proposons un cadre conceptuel pour l'aide à la facilitation dans un environnement de prise de décision de groupe virtuel – distribué.

Chapitre IV

Proposition d'un Modèle et d'un Système d'Aide à la Facilitation de la prise de décision Collective

Comme nous venons de le voir les SIAD ont évolué vers l'informatique décisionnelle, les SIAD intelligents ou à base de connaissances et les *GDSS*. De nombreuses situations de prise de décision auxquelles les managers doivent faire face se déroulent dans des environnements dynamiques, rapidement changeant et distribués. Il est actuellement nécessaire pour des outils supportant des décisions collaboratives d'intégrer une dimension de facilitation. En effet, l'éclatement géographique et temporel du processus, implique une collaboration entre les divers acteurs, une conduite et une gestion du processus de décision efficace. Ainsi, pour rendre le *GDSS* acceptable et efficace à l'environnement virtuel, nous proposons un cadre fondé sur la facilitation en vue d'utiliser les outils et les processus en ligne pour supporter les décideurs dans l'aspect dynamique des processus de décision de groupe distribués.

Dans les situations critiques, les activités de prise de décision collaborative sont caractérisées par des sessions synchrones au cours desquelles les participants agissent simultanément et depuis des points d'accès distribués sur des objets partagés. Il nous paraît essentiel pour l'architecture du système d'aide à la décision de groupe qu'elle puisse refléter le réseau social mis en jeu par la décision : les acteurs et les relations entre eux. Qu'en suivant des règles de coordination pouvant être implicites ou explicites, les participants puissent utiliser un ensemble d'outils leur permettent de progresser de façon coordonnée.

Notre objectif n'est pas de reproduire automatiquement les processus de facilitation humaine mais de proposer un cadre pour aider même les facilitateurs les plus inexpérimentés.

Celui-ci doit inclure des outils pour contrôler le comportement individuel et collectif, des indicateurs pour savoir quand offrir ou intégrer des informations et des orientations, et doit permettre de savoir quand employer des techniques particulières pour amener le groupe vers une décision collective.

A cette fin, notre approche de développement des compétences en facilitation considère le support aux facilitateurs inexpérimentés en incorporant un modèle du processus de décision. Le modèle choisi fournit une vue détaillée de processus de décision. Disposer d'un modèle du processus de décision intégré dans le système fournit un guide décisionnel intelligent. Il permet au facilitateur de sélectionner et d'utiliser de façon appropriée les capacités fonctionnelles du système dans les processus de décision de groupe, de contrôler le comportement du groupe et de fournir des indications et des explications conséquentes centrées.

Au travers de ce cadre, le groupe de décision et en particulier le facilitateur est assisté dans sa tâche de facilitation et son rôle de conduire le processus de décision et ce tout au long des phases du processus afin d'amener le groupe de décision à une décision collective. Notamment, il doit satisfaire les besoins suivants :

- Supporter les différents décideurs impliqués dans le processus décisionnel synchrone et distribué grâce à une architecture coopérative appropriée ;
- Inclure un outil de communication ;
- Inclure un éditeur de tâche qui permet aux utilisateurs de décomposer des tâches en sous-tâches et affecter ces tâches aux décideurs.

Nous définissons d'abord, dans ce chapitre, un modèle du processus de prise de décision collaborative issu de nos observations et de notre analyse des modèles proposés dans la littérature [Simon 77] [Keen 78] [Sprague 82] [Hwang 87] [DeSanctis 87] [Schwarz 02] [Kaner 96] [Marakas 03] et adapté à notre conception des processus coopératifs d'aide à la décision. Pour supporter ce processus, nous proposons, ensuite, de définir et d'utiliser un modèle d'architecture basé sur la connaissance. Celui-ci fait évoluer la prise de décision collectivement en facilitant l'interaction dans le groupe et le partage d'informations par les membres du groupe. Le modèle d'architecture que nous proposons est capable de supporter le processus de décision dans le contexte particulier multi-décideurs, synchrone et distribué. Cependant, avant de pouvoir réaliser cette architecture logicielle capable de supporter ce processus de décision, nous devons tout d'abord comprendre comment il est construit et comment les décideurs fonctionnent dans ce cadre.

4.1 Modélisation du processus de prise de décision collective

Les processus organisationnels évoluent et tendent à ce que plus d'acteurs participent à la décision : les responsabilités et l'initiative tendent à être plus distribuées. En contrepartie, la nécessité de rendre compte et d'informer devient un impératif généralisé. Une grande partie de l'activité des managers consiste à faire participer, à impliquer et motiver le plus grand nombre d'acteurs concernés. Même lorsque la décision est assumée organisationnellement par un seul, la décision est presque toujours préparée par un travail collaboratif. Dès lors, le

recours à la décision collaborative s'est fait sentir au sein des organisations qui se sont aperçues que les modèles de décision traditionnels adaptés au cas uni-décideur ne correspondaient plus à la réalité organisationnelle.

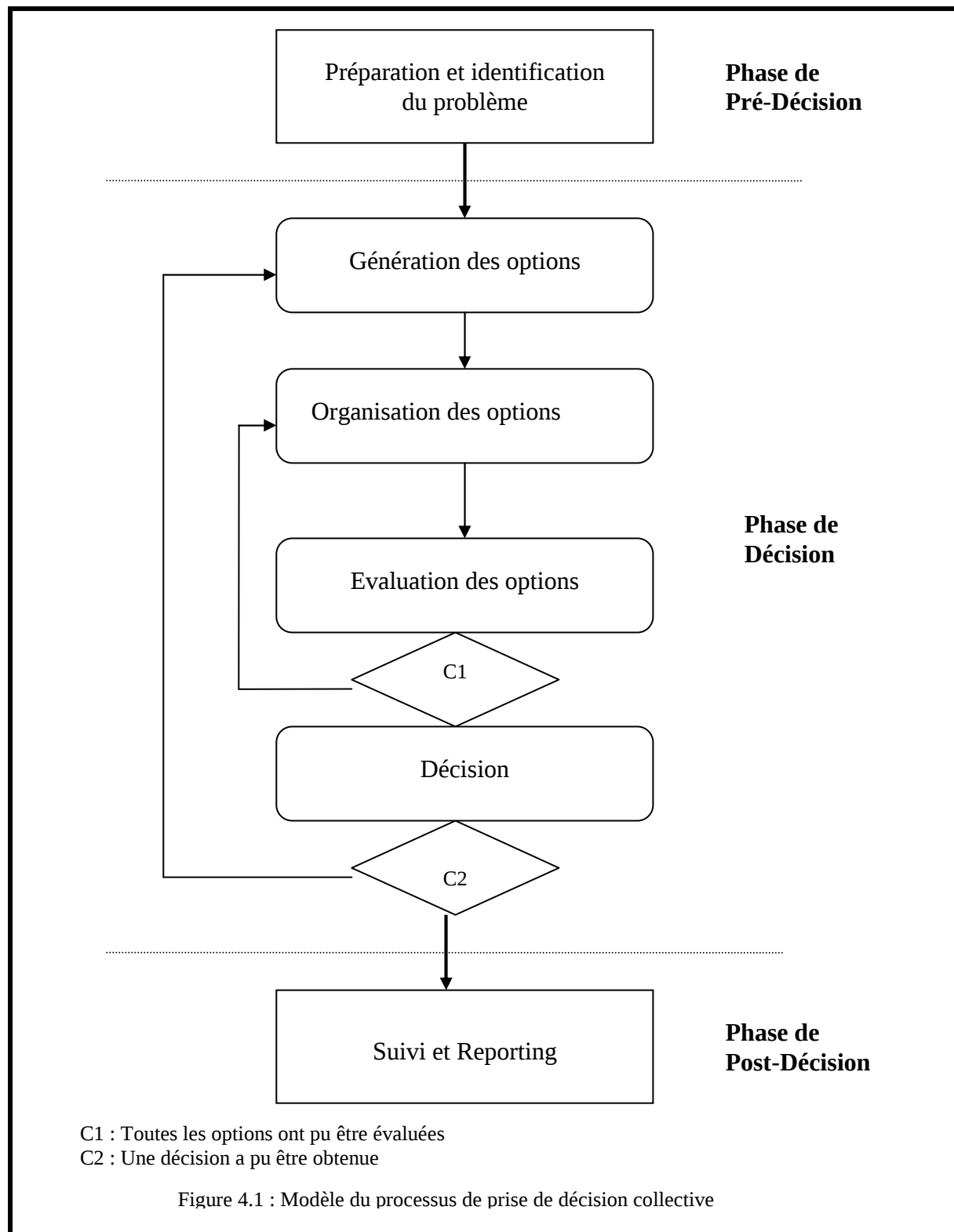
Dans les organisations virtuelles, en particulier, les activités de facilitation sont omniprésentes doivent accompagner tout mouvement de développement et d'amélioration des processus de décision collaboratifs, en mettant l'accent sur l'intérêt et le rôle du facilitateur. En effet, les processus de décision collaboratifs sont liés au domaine de la créativité humaine. Ainsi, ces processus nécessitent une expertise et une expérience dans la facilitation de la prise de décision et doivent employer des facilitateurs humains et utiliser des outils d'aide à la décision pour modérer et gérer ces processus.

4.1.1 Le modèle

Nous définissons un processus de prise de décision collective en trois phases principales : (1) Pré-décision ; (2) Décision ; et (3) Post-décision. Ce processus est illustré sur la (figure 4.1). La phase « Pré-décision » permet d'explorer et d'ouvrir l'espace de décision, la dernière phase « Post-décision » referme cet espace. Quant à la seconde phase « Décision », elle comprend quatre étapes cognitives principales qui constituent les éléments constructeurs de tout processus de prise de décision dont le modèle de [Simon 77] pour la prise de décision individuelle.

- Génération ;
- Organisation ;
- Evaluation ;
- Décision/Choix.

Nous émettons l'hypothèse que tout processus de prise de décision peut être décomposé en une suite, plus ou moins complexe, de ces trois phases. Cependant, cette liste d'éléments ne reflète que partiellement la réalité. Les phases du processus de la décision ne sont conduites ni linéairement ni séquentiellement. En effet, les recherches empiriques sur les prises de décisions complexes montrent qu'aucune de ces étapes ne peut être effectuée d'une façon optimale et à un moment précis de la décision. Toutefois, nous devons attribuer une certaine valeur heuristique à cette démarche simple, car il est vrai qu'un décideur (collectif ou individuel) est concerné par ces quatre éléments de décision. Les buts de la décision ne seront souvent « découverts » que durant le processus même de la mise en œuvre de la décision. En somme, les décisions ne sont pas prises après avoir posé le problème et collecté toutes les informations, mais progressivement durant un long processus d'action et de planification.



4.1.1.1 Phase de Pré-décision

La première phase du processus, la compréhension collective des objectifs, est primordiale pour le déroulement de la prise de décision. Il est fréquent de constater à quel point les acteurs d'un processus de prise de décision sont peu informés des objectifs des autres partenaires. Cette première phase permet précisément la prise de conscience réciproque des enjeux.

Nous identifions deux éléments majeurs marquant cette phase : la compréhension partagée de l'espace de décision et la création d'un référentiel opératif commun [de Terssac 90]. Ces deux éléments sont omniprésents dans la suite du processus de prise de décision. Ils définissent les bases de la compréhension mutuelle et de la compréhension des objectifs et du processus suivi pour les atteindre.

La compréhension partagée du cadre de la décision fait elle-même référence à deux notions. C'est d'une part la prise en compte commune de l'espace de prise de décision. Si nous nous plaçons dans le cas de résolution de problèmes, cet espace de prise de décision sera l'ensemble des caractéristiques que la solution devra satisfaire et l'ensemble des contraintes pour la concevoir. Cette vision définit un volume dans un espace à n dimensions (n étant le nombre de caractéristiques et de contraintes s'appliquant à la décision) contenant un ensemble de solutions pouvant correspondre au problème posé. Au fur et à mesure du déroulement du processus, de nouvelles dimensions pouvant apparaître pour converger vers des sous-ensembles de solutions. L'enjeu de cette notion est de permettre à tous les décideurs de comprendre la situation et analyser ses enjeux pour proposer des solutions répondant aux contraintes, et évaluer les options alternatives en connaissance de cause. La seconde notion participant à la compréhension partagée est la compréhension par chacun des acteurs du processus suivi pour arriver à la prise de décision, c'est-à-dire du rôle attribué à chacun, des ressources disponibles pour arriver à la décision, des moyens technologiques disponibles ou encore de l'organisation des tâches à réaliser.

La compréhension collective des objectifs se base sur une vision partagée des contraintes et des stratégies mises en œuvre pour arriver à l'objectif (par exemple au travers d'une vision synthétique et partagée du problème). Elle doit permettre l'initialisation du référentiel commun, terrain commun de discussion entre acteurs de la décision.

Le référentiel opératif commun [de Terssac 90] est l'ensemble des outils et des mécanismes de référence mis en place pour permettre à des groupes pluridisciplinaires de définir un espace d'échange compris par tous ses membres. Il nécessite des mécanismes d'ajustement des représentations et la construction du contexte partagé. La création du référentiel est très liée à la compréhension collective du cadre de décision. Cette compréhension des objectifs et des rôles de chacun va permettre l'établissement de références pour soutenir le dialogue et la négociation. L'enjeu de ce « terrain commun » est de créer des connaissances et un vocabulaire partagé par les participants. Ce terrain commun permet l'échange des idées et des connaissances et facilite ainsi le travail de groupe. Si la phase de compréhension collective est primordiale dans l'établissement du terrain commun, ce dernier continue à se construire et à se consolider au fur et à mesure du processus de prise de décision.

L'environnement de prise de décision peut influencer le déroulement de ces deux éléments de la compréhension collective. Ce support fait souvent appel à une représentation partagée de l'espace de décision, et à l'utilisation de médias de communication en fonction de leur capacité à supporter la représentation commune. S'il est évident que la co-localisation des décideurs joue un rôle important dans l'établissement de ce référentiel commun, l'utilisation d'espace collectif ou public est investiguée pour supporter cette phase.

4.1.1.2 Phase de Décision

4.1.1.2.1 Génération des options de solutions

Cette étape du processus de prise de décision collective est l'étape dans laquelle des solutions alternatives et des possibilités de choix sont générées puis portées à la connaissance du groupe. Il s'agit d'une phase de production et de résolution de problème créative. Cette production est le fait de réflexions personnelles, avant de soumettre les solutions proposées à l'ensemble des décideurs participants.

Suite à la compréhension collective du contexte, cette étape va donc se scinder en réflexions individuelles avant de se reformer autour de la présentation des contributions au collectif. Cette dynamique d'éclatement puis de regroupement implique des mécanismes de transfert d'information entre le groupe et l'individu, et la possibilité de création ou modification des représentations collectives.

Pour différencier le travail individuel de celui du groupe, nous distinguons les espaces privés propres aux individus et l'espace public dans lequel le groupe va avoir accès à l'information. La génération des options de solutions doit s'appuyer sur une dynamique d'échanges entre espace de production (privé) et espace de confrontation de l'environnement (public).

Plusieurs outils de génération de solutions existent, qui permettent aux participants d'introduire et de faire partager leurs idées, opinions ou informations : Brainstorming électronique, *NGT* et *Delphi*. Ces outils supportent des réflexions divergentes dans le processus de résolution.

4.1.1.2.2 Organisation des options de solutions

En utilisant les outils de génération des options de solutions tels que l'outil de brainstorming, un groupe peut générer de nombreuses options de solutions en une période de temps courte. Ces solutions peuvent contenir des éléments similaires ou dupliqués qui nécessitent d'être fusionnés. Une fonction de recherche et d'épuration est nécessaire pour que les solutions alternatives contenant les mêmes mots-clefs puissent être retrouvées et revues par le facilitateur et puissent être alors fusionnées ou supprimées.

La consolidation des options de solutions dans un tel environnement distribué est principalement une responsabilité du facilitateur. Cependant, les décideurs participants pourraient disposer d'un outil leur permettant de visualiser une liste des options de solutions et de transmettre leurs suggestions de consolidation au facilitateur. Quand l'implication de tous les décideurs participants au processus de décision est souhaitable durant le processus de consolidation dans un environnement, l'utilisation d'outils de consolidation est recommandée pour favoriser une convergence du processus de réflexion.

4.1.1.2.3 Evaluation des options de solutions

La confrontation des points de vue fait suite à la mise en commun des possibles options de solutions ou actions. Chacun des décideurs acteurs va considérer les options de solutions proposées par rapport à son référentiel et sa perception du cadre de la décision. Puis viendra une phase de négociation, dans laquelle seront confrontés les points de vue. Ici, encore, nous définissons le processus comme non purement linéaire. Dans un premier temps, chaque acteur

de la prise de décision va évaluer les options de solutions proposées avant d'entrer dans la phase de négociation commune.

L'étape d'évaluation personnelle va faire appel à des méthodes d'estimation ou d'évaluation selon des pondérations propres à chacun. Trois méthodes ou modes d'estimation sont mises à disposition du décideur :

➤ **Le mode d'évaluation analytique** faisant systématiquement appel à une évaluation selon les contraintes ;

L'estimation permet aux participants d'évaluer un ensemble d'alternatives basé sur une échelle de 1 à 10, avec une valeur par défaut pour X de 10. L'estimation peut être utilisée pour évaluer rapidement une liste longue de solutions alternatives et les réduire à un petit ensemble d'options de solutions. Les résultats d'évaluation du groupe et les écarts standards peuvent être visualisés par les participants.

Le vote permet aux participants d'évaluer un ensemble d'options en votant oui/non sur chaque option. Le plus grand nombre de votes « oui » sur une option signifie que l'option est plus favorable.

L'évaluation multicritère permet aux participants d'utiliser un ensemble de critères pondérés pour évaluer un ensemble d'options de solutions. Les noms des critères devraient impliquer le sens de préférence. Exemple : au lieu de coût, peu coûteux devrait être utilisé, au lieu impact, grand impact est meilleur.

➤ **Le mode d'évaluation comparative** c'est-à-dire la comparaison systématique entre les solutions alternatives proposées ;

Le classement permet aux participants d'évaluer un ensemble d'options de solutions en classant et en ordonnant ces éléments. Les participants peuvent sélectionner une option et la déplacer dans la liste des options de solutions afin de changer son classement.

➤ **Le mode d'évaluation analogique** qui consiste en un transfert de connaissances acquises au cours d'une solution précédente (acceptée ou non) dans le but d'évaluer la solution courante.

Le choix et l'utilisation d'une méthode sont naturellement subjectifs et guidés par la compréhension de la situation par le décideur. Il est souvent supposé que les préférences restent stables, au moins durant le processus d'évaluation et que la sélection d'un outil support est compatible avec ces préférences. Le choix d'une méthode peut être effectué de deux manières : directement par le facilitateur ou suggéré par le système d'aide au facilitateur.

Une fois l'avis personnel construit, les différents points de vue sont confrontés entre les différents acteurs de la décision. L'agrégation des préférences consiste à tenter de synthétiser les « préférences partielles » modélisées par chaque critère en un tout cohérent, une « préférence globale », pouvant servir de base à l'élaboration d'une recommandation.

Les participants peuvent visualiser les résultats du groupe qui incluent les moyennes du groupe et les écarts standards. Un grand écart standard peut indiquer un manque de consensus

sur une option. Le facilitateur peut attirer l'attention des participants sur les options de solutions aux grands écarts standards pour davantage de discussion. Les participants peuvent refaire leurs votes pour voir si le groupe peut être amené à un consensus.

La participation appelle à considérer une autre perspective qui a trait à la négociation. En effet, comment peut-on participer sans être contraint de justifier ses choix et ses préférences ? Dans le cas où le groupe n'a pu aboutir à un consensus, une session de négociation est engagée. S'ensuivent des mouvements d'argumentation. A ce titre, la négociation de solution fait apparaître trois types d'arguments : l'argument par comparaison, l'argument par analogie et l'argument d'autorité.

- **L'argument par comparaison** compare diverses options de solutions dans le but de les évaluer entre elles. La comparaison peut se faire par opposition, classification ou classification quantitative ;
- **L'argument par analogie** se réfère à un précédent, c'est-à-dire qu'il fait en sorte de comparer le cas présent avec un cas typique dans la mémoire organisationnelle proposé comme modèle ;
- **L'argument d'autorité** est un argument indiscutable bâti sur un énoncé de faits, dont il n'est en aucune sorte une preuve, même s'il est présenté comme l'étant. Généralement, l'argument avancé est qu'il a été exprimé par une personne d'autorité en qui le groupe a confiance.

L'analyse des mécanismes d'argumentation permet d'entrevoir certains des besoins lors de la réalisation du processus de prise de décision. Par exemple, l'argument par analogie fera certainement appel à un problème décisionnel passé que le facilitateur ou un décideur souhaitera confronter au problème actuel. L'environnement devra supporter l'accès et l'affichage (ou l'énoncé) d'une telle information à partir de la mémoire organisationnelle. L'argument par comparaison nécessitera sans doute un affichage parallèle des diverses solutions alternatives pour une exploration comparative. L'argument d'autorité ne demandera par contre que très peu de support.

Par ailleurs, étant donné que des divergences peuvent apparaître tout au long d'un processus de décision, c'est aux décideurs d'établir des compromis acceptables par le biais de la négociation. La négociation, confrontation des points de vue, doit permettre la confrontation des différentes solutions et de l'ensemble de leurs éléments. Ils peuvent le faire à chaque étape du processus ou retarder l'analyse de ces divergences pour n'en tenir compte qu'à la fin du processus.

Une dimension importante dans le processus de développement du consensus est que les membres du groupe doivent être capables de voir l'ensemble du problème. La visualisation parallèle des enjeux et des solutions peut être un support à la décision. Dans cette perspective, l'utilisation d'un écran public répliqué peut recréer un espace de visualisation des différentes vues du problème et des solutions proposées dans leur totalité.

4.1.1.2.4 Décision/ Choix d'une solution

Le choix résultant de la phase de négociation doit suivre au moins deux étapes afin de formaliser la décision. Tout d'abord, la décision correspond à une réponse dans le cadre pour lequel elle a été conçue (objectifs, contraintes, ressources, critères d'évaluation).

Ensuite, afin de préserver le contexte de compréhension mutuelle, la décision doit être notifiée aux acteurs pouvant être impactés par cette dernière. Ces répercussions peuvent être directes ou indirectes. Tous les acteurs doivent donc être conscients des modifications apportées et des décisions prises, même s'ils n'étaient pas directement impliqués dans le processus de décision. Cette démarche permet de préserver la validité du référentiel opératif commun.

4.1.1.3 Phase de post-décision

Dans le but d'assurer un suivi de la décision, d'évaluer la qualité de celle-ci et d'influencer les négociations futures, une démarche de capitalisation d'expérience est préconisée en vue d'une prise de recul dans une perspective d'aide intelligente à la décision et d'amélioration continue. La décision doit clairement mettre à jour le nouveau référentiel.

Pour ce faire, la mémoire organisationnelle peut représenter les connaissances relatives à la prise de décision, issues de réunions et de discussions menées dans un projet passé et peut ainsi faciliter la définition des futurs problèmes puis la génération et l'évaluation de solutions. A ce titre, la mémoire organisationnelle aide à la collaboration et au partage de connaissances entre plusieurs groupes de personnes dans une organisation ou dans plusieurs organismes collaborant, de tels groupes étant dispersés géographiquement.

Plusieurs utilisations de la mémoire organisationnelle sont envisageables:

a. Utilisation de la *mémoire organisationnelle comme outil pour gérer un processus de prise de décision collective* : Ceci est particulièrement vrai pour les processus longs et complexes. Ces processus peuvent concerner un grand nombre de participants, qui doivent être avertis des décisions prises par leurs collègues pour ne pas prendre d'orientations contradictoires.

b. Utilisation de la *mémoire organisationnelle comme outil pour faciliter la réutilisation* : Le contexte de réutilisation détermine le rappel utile de la mémoire organisationnelle. On distingue deux formes de réutilisation : une forme rétrospective dans laquelle les concepteurs essaient de retrouver un problème analogue déjà résolu, et une forme prospective dans laquelle les concepteurs, sachant qu'ils auront probablement à réutiliser les mêmes éléments, conçoivent en vue de la réutilisation, prenant en compte non seulement le problème présent mais aussi ceux qu'ils prévoient.

c. La *mémoire organisationnelle comme outil de construction de nouveaux savoirs* : L'élaboration d'une mémoire organisationnelle est justifiée par le souci de construire un savoir nouveau. L'organisation, en tant que système de production de connaissances, ne cherche pas tant à garder une trace des problèmes décisionnels rencontrés et résolus, qu'à faire croître un corps de savoirs abstraits et généralisés (néanmoins atteindre le premier objectif peut être un préalable pour atteindre le second).

4.1.2. Discussion

Le modèle de prise de décision que nous définissons permet de décrire aussi bien la prise de décision liée à la tâche que celle liée au processus. Ces deux prises de décision s'alternent tout au long d'une réunion, les résultats de l'une influencent le cadre de l'autre. Il est par exemple intéressant de noter que la définition du modèle permet d'envisager l'organisation du groupe en sous-groupes de prise de décision, il s'agit là d'une illustration fréquente de la décision pour la gestion des processus. En effet, au terme du processus de prise de décision, le nouveau cadre de décision défini peut ne concerner qu'un (ou plusieurs) sous-ensemble des acteurs de la décision. Ainsi, d'un point de vue extérieur, un processus de prise de décision permettrait la séparation pour un temps des ressources et des objectifs. Un environnement de prise de décision doit donc permettre d'interfolier des processus de décision liés à la gestion du processus et d'autres liés à la réalisation des objectifs et des tâches.

Les décisions liées au processus et celles liées à la tâche se régulent mutuellement. Le cadre de décision défini par les décisions sur le processus participe à la définition des cadres de décision des nouvelles activités liées à la tâche et inversement. Les deux activités s'alternent sans cesse pour aboutir à la décision finale.

Le modèle de prise de décision ne peut être considéré comme procédure absolue, dirigeant tous les échanges et les étapes possibles de la prise de décision du groupe. Le modèle doit être perçu comme un guide, non une procédure. Le support aux processus est, toutefois, possible, mais en considérant une certaine flexibilité dans la conception des systèmes ou environnement les supportant. Ainsi, dans le contexte qui nous intéresse, tout modèle de prise de décision classique et rigide sera obligatoirement soumis à des perturbations qu'il ne peut anticiper.

Par exemple, les étapes initiales classiques de la prise de décision sont toujours la définition du cadre et des objectifs permettant l'élaboration des solutions. Pourtant, l'évaluation d'un problème et la construction d'une solution ne peuvent pas être dissociées. En effet, ces deux phases ne sont pas consécutives mais se déroulent en parallèle du fait de leurs interactions. Cette vision, à l'inverse de l'approche de structuration descendante habituelle, remet donc en question l'ordre des étapes de la prise de décision. La mise en évidence au cours du développement de la solution de nouvelles données qui n'avaient pas encore été formulées contribue activement à structurer le problème dans un mouvement ascendant cette fois-ci, en partant des données pour redéfinir des buts inadéquats, regrouper sous un même objectif des actions proches ou réorganiser les sous-problèmes à traiter. Si le périmètre du problème présenté en premier lieu est bien justifié, il conviendra donc de ne pas le percevoir comme une étape terminée.

Lors de réunions de décision synchrones et distribuées, des problèmes de réalisation sont présentés, des options de solution sont proposées et des décisions sont prises. Aussi, des négociations sont menées et des arguments sont fournis afin de privilégier certaines solutions options. Ces connaissances sont primordiales dans une mémoire organisationnelle. Elles permettent de justifier les résultats obtenus, ainsi que les options de solutions écartées et leurs conséquences. En fait, un décideur a besoin de ce type de connaissances pour les comparer avec ses besoins et pour connaître les raisons qui l'avaient amené à retenir certains choix.

Il ne suffit pas de réunir des participants pour que les bénéfices de la coopération soient recueillis automatiquement. Ces bénéfices éventuels sont de deux ordres :

- la meilleure formalisation des justifications des décisions : revenant sur leurs actions antérieures, les décideurs se livrant à une activité réflexive collective doivent expliciter les raisons de leur conduite pour que les autres saisissent ces raisons, alors qu'elles pourraient rester implicites, voire inconscientes pour chacun s'il restait isolé ;
- l'échange des savoirs : il peut résulter de l'échange qui est fait des justifications de chacun. Mais il peut aussi survenir dans un travail collectif d'exploration et de mise en débat des conditions d'exécution de la tâche commune.

Pour que la coopération permette une activité réflexive et un échange de savoirs, il faut que la réflexion soit réellement partagée, et non dictée par un ou deux participants, et qu'elle soit libre ; c'est-à-dire qu'elle puisse remettre éventuellement en cause les pratiques de l'organisation. La réflexion collective peut être caractérisée par deux dimensions : le partage (c'est-à-dire l'intervention réelle de tous dans le débat) et la critique, c'est-à-dire l'évaluation en termes de pertinence des décisions prises, mais aussi des outils utilisés ; c'est alors que l'on peut parler réellement de coopération débative.

Par ailleurs, une mémoire organisationnelle est essentielle pour aider à la collaboration et au partage de connaissances entre plusieurs groupes de participants collaborant dans une organisation virtuelle, de tels groupes étant éventuellement dispersés géographiquement, se réunissant et travaillant ensemble via un réseau.

De plus, si le choix de la décision relève du seul groupe de décision, un système d'aide à la décision a sa place dans la préparation de cette décision et l'évaluation du choix. Ce constat nous servira de base afin de montrer en quoi les architectures et les outils développés et utilisés jusqu'à présent doivent évoluer afin de mieux répondre aux besoins d'une société en pleine mutation. Dans cette perspective, nous proposons un modèle d'architecture pour l'aide à la décision distribuée où les utilisateurs doivent pouvoir disposer de l'information qui leur est nécessaire sous sa forme la plus adéquate pour prendre des décisions. L'utilisation d'outils en provenance de l'intelligence artificielle permettra dans ce sens de renforcer le traitement de l'information.

Les phases du processus de décision décrit ci-dessus peuvent être supportées par des outils informatiques et automatisés au moins partiellement afin d'assister le groupe de décision. Ne se contentant pas de fournir une batterie de techniques et outils dédiés au groupe de décision qui aura la responsabilité du choix et de l'utilisation de tel ou tel outil à telle ou telle phase, mais nous proposons une architecture logicielle supportant le processus de décision entier où l'ensemble de ces outils est intégré suivant un agencement favorisant un guide et une facilité d'utilisation.

L'idée directrice de modèle d'architecture que nous proposons est de renforcer la communication ainsi que la collaboration entre les différents acteurs impliqués dans la prise de décision collective. Il s'agit d'une phase de production et de résolution créative de problème individuelle précédant la présentation des contributions au collectif. Cette dynamique d'éclatement puis de regroupement implique des mécanismes de coopération et de communication entre le groupe et l'individu.

4.2 Un modèle d'architecture pour l'aide à la décision de collaborative distribuée

La coopération est située à deux niveaux lors de la réalisation du système collaboratif : niveau participant et niveau groupe. Pour cela deux types de coopération sont mis en œuvre :

4.2.1 Types de coopération

4.2.1.1 Coopération Homme – Système

Contrairement aux problèmes structurés, l'un des aspects les plus importants dans les processus décisionnels réside dans le fait que l'homme prend l'avantage sur la machine. Résoudre le problème nécessite de faire appel à l'intuition et au savoir faire du décideur qui devient l'élément prépondérant du couple Homme /Machine. Le système doit pouvoir jouer le rôle de collaborateur avec le décideur, c'est à dire intégrer l'utilisateur dans le processus de résolution de problème, pour pouvoir offrir une action coordonnée à celle du décideur.

Le problème consiste à doter la machine de capacités supplémentaires afin de guider l'utilisateur dans son processus de résolution de problèmes. Le système doit être capable de supporter des tâches coopératives impliquant une coopération entre les deux acteurs homme/système. De plus, le système en lui-même doit posséder des fonctionnalités capables de supporter la coopération. Le mode de coopération Homme/Système est utilisé pour assister le décideur dans la résolution du problème décisionnel localement (niveau participant).

4.2.1.2 Coopération Homme-Homme médiatisée

Le succès d'un travail coopératif distribué peut se mesurer à la façon dont le GDSS est capable de créer et de soutenir une bonne dynamique de groupe. Celui-ci doit donc contribuer à faire disparaître la virtualité de présence des participants. Le travail doit idéalement se dérouler aussi naturellement qu'en co-présence. Le travail en groupe nécessite la prise en compte des interactions entre ses membres et la résolution des conflits qui peuvent se produire. En effet, la connaissance nécessaire à la prise de décision est constituée non seulement de la connaissance de ses membres mais aussi de la connaissance émergeant de leur interaction.

Par ailleurs, au travers de la communication médiatisée par ordinateur, s'ouvre un large éventail d'activités dans lesquelles les ordinateurs sont utilisés pour médiatiser la communication entre les acteurs en temps réel ou en temps différé. La communication médiatisée par ordinateur nous fournit un environnement qui combine les systèmes de télécommunication et les réseaux informatiques pour résoudre des problèmes d'accès, de qualité et de productivité. Cet environnement permet :

1. Un renforcement immédiat et une rétroaction rapide qui contribuent à accroître la motivation et le rendement des participants ;
2. D'affranchir les participants de leur dépendance face au temps et à la distance et leur rendre accessibles des ressources et des personnes d'une communauté virtuelle mondiale, en plus de rendre possible l'archivage pour consultation ultérieure des documents ;

3. Une plus grande possibilité d'interactions collaboratives créant ainsi un environnement propice à la prise de décision collective, notamment par l'échange des messages. L'accent est mis sur l'aspect social du processus de décision de groupe; sur l'aspect expérientiel de la construction du savoir par la négociation grâce aux mécanismes interactifs.
4. De favoriser l'esprit critique (*critical thinking*) : Les participants ont le loisir de faire les liens entre les différentes idées et de construire ainsi la cohérence du discours.
5. L'acquisition d'habiletés de haut niveau: A cause de ses caractéristiques (synchrone/asynchrone), elle permet à la fois des réponses spontanées aussi bien que des commentaires plus réfléchis et plus élaborés. La communication asynchrone peut engendrer des échanges d'une qualité intellectuelle supérieure aux échanges en face-à-face. Les commentaires sont plus ciblés et plus réfléchis.
6. En préservant l'anonymat, créer un climat plus égalitaire étant donné que les contributions sont évaluées selon le contenu et non selon les personnes.

Cependant, la communication médiatisée par ordinateur présente certaines limites qui doivent être prises en compte dans tout système lors de sa mise en œuvre, à savoir : le caractère anonyme, impersonnel ou dépersonnalisant de la communication médiatisée par ordinateur qui a surtout recours au texte ; la perte des nuances non-verbales que permettent les interactions en face-à-face et le danger de mal interpréter les messages à cause du manque de contexte social de la communication en face-à-face ; une surabondance d'information d'où une solide structure d'organisation pour la gestion des documents nécessaire pour éviter le débordement ; et le phénomène d'inhibition, plus fréquent qu'en face-à-face, où certains participants peuvent se contenter d'assister sans vraiment participer aux échanges. La présence du facilitateur permet donc d'encourager la participation dès le début du processus afin de contrer l'inhibition. Ainsi, il peut fixer au préalable un minimum de contributions pour susciter une participation active.

Le processus de prise de décision collective est perçu comme un acte de collaboration entre pairs, de consultation avec des experts, bref un processus coopératif avant d'être un acte individualisé. La coopération médiatisée par ordinateur est utilisée par les participants entre autres pour clarifier des idées, obtenir de la rétroaction, partager les perspectives diverses émanant du groupe, partager en groupe les ressources, les nouvelles idées et l'avis des experts, et solliciter le groupe pour la résolution de problèmes.

4.2.1.3 Modes d'utilisation des modes de coopération

La coopération Homme-Système est mise en œuvre au niveau participant pour permettre une aide à la décision coopérative. Cette coopération a lieu lors de la phase de génération des idées (options de solutions) où il est demandé à chaque participant (décideur) de faire des propositions de solutions au problème posé au groupe. Chaque décideur utilise alors le système d'aide à la décision coopératif qui intègre une expertise individuelle.

Au niveau groupe, la coopération Homme-Homme médiatisée permet une aide à la facilitation. Cette coopération est active durant le processus de décision entier. Le facilitateur coordonne les différentes activités et conduit le processus de décision pour amener le groupe à la prise d'une décision collective.

4.2.2 Architecture

Pour la conception de notre système, nous avons opté pour une architecture centralisée. Ce choix est motivé par la simplicité de mise en place, son principal avantage, qui est un facteur important pour le développement d'un système (temps d'exécution court et meilleure maintenance) d'une part, et le rôle prépondérant dévolu au facilitateur dans la conduite du processus de prise de décision collective.

Dans l'architecture que nous proposons [Adla 06b, 06e, 07f, 07h], le groupe est constitué de deux ou plusieurs décideurs (participants) devant contribuer de façon coopérative à la réalisation de l'activité de prise de décision collective. Cette activité est supervisée par un facilitateur qui doit conduire le groupe vers une décision collective.

La structure globale du système (figure 4.2) s'articule autour d'un ensemble d'outils d'aide à la décision de groupe et de plusieurs SIAD Coopératifs spécifiques. Chacun des participants interagit avec un système coopératif spécifique d'aide à la décision (*DM-DSS*) intégrant sa propre expertise (ses propres connaissances du domaine et de raisonnement) lui permettant de générer une ou plusieurs alternatives (solutions) du problème à résoudre. Ce qui offre une résolution de haut niveau.

De même, le facilitateur est assisté par un système coopératif d'aide à la facilitation (*F-DSS*), dédié principalement aux facilitateurs non-expérimentés.

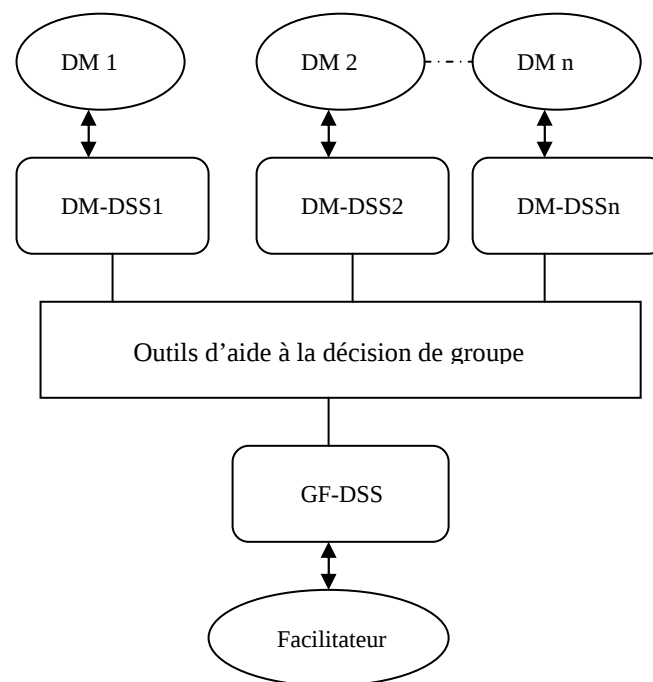


Figure 4.2 : Architecture d'un système d'aide à la décision de groupe distribué

- . *DM-DSS* : Système d'aide à la décision coopératif spécifique (propre à chaque décideur)
- . *GF-DSS* : Système d'aide à la décision coopératif du facilitateur
- . Outils *GDSS* : Système d'aide à la décision de groupe

Afin de supporter le processus de décision défini en 4.2, un ensemble de modules et d'outils est mis à la disposition du groupe de décision (facilitateur et participants). Ces outils d'aide à la décision de groupe (outils *GDSS*) assistent le groupe de décision et supportent les phases du processus de décision (figure 4.2) sont :

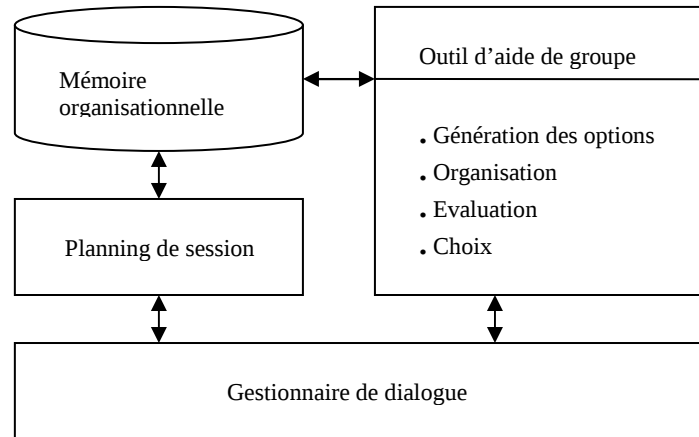


Figure 4.3 : Outils d'aide à la décision de groupe

1. Le processus de décision de groupe est conceptualisé comme une séquence d'activités collectives. Les techniques de résolution de problème de groupe et de génération des solutions comme le brainstorming, les diverses techniques d'organisation et d'évaluation des options et les outils de choix d'une solution sont implémentés en tant qu'outils de groupe pour supporter ces activités collectives. Ces outils sont mis à la disposition du facilitateur et des participants. Chaque outil de groupe a deux versions:
 - a) Une version de participation : il est utilisé par un participant engagé dans une activité (c'est-à-dire, un point de l'ordre du jour) pour introduire des paramètres ou des données associés à une activité du processus ;
 - b) Une version de facilitation: elle est utilisée par un facilitateur pour introduire des paramètres ou des données associées à une activité du processus.
2. Un gestionnaire de planning de session (ordre du jour ou agenda) est mis à la disposition du facilitateur pour gérer la session ;
3. Une mémoire organisationnelle ou collective (mémoire de groupe). Elle est constituée de deux bases :
 - c) Une base de données relationnelle consistant en un répertoire de la session de prise de décision est implémenté pour sauvegarder et stocker les données relatives aux différents utilisateurs (@IP par ex.), la trace des sessions de prise de décision, les résultats intermédiaires, les éléments de l'agenda, les idées générées, les documents partagés et les évaluations associées aux alternatives soumises par les participants ;

- d) Une base de cas pour stocker l'ensemble des cas résolus dans le passé (problèmes et leurs solutions).
4. Un gestionnaire de communication permet au groupe (facilitateur et participants) d'interagir à travers le réseau de type client-serveur qui peut être basé sur le *Web* pour permettre à des décideurs distants de participer. Il est important de considérer que le système d'aide à la décision de groupe distribuée doit être supporté par une infrastructure de type Internet afin de pouvoir garantir une communication entre les différents acteurs impliqués dans le processus de prise de décision.

4.2.3 Système coopératif spécifique d'aide à la décision (DM-DSS)

Etre coopératif signifie ici permettre à l'utilisateur d'intervenir à tout moment dans le processus de décision pour en modifier les caractéristiques. Pour les problèmes décisionnels avec une stratégie bien connue, le système peut gérer le processus de décision de manière autonome, prenant en compte simplement les interactions obligatoires avec l'utilisateur.

Ici, nous partons de l'idée que l'utilisateur a plus de connaissances que le système, et qu'il doit pouvoir les appliquer en utilisant et exploitant en même temps celles modélisées dans les différentes bases. L'utilisateur peut faire faire une partie du travail par le système, en particulier celle pour laquelle il pense que celui-ci est suffisamment compétent. Le système coopératif d'aide à la décision doit ainsi avoir un fonctionnement souple entre deux extrêmes. Il doit, d'un côté, être capable de gérer le processus de décision de la manière la plus autonome et automatique possible. De l'autre, il doit permettre à l'utilisateur d'intervenir à tout moment dans le processus de décision, et même de le guider complètement et de rediriger le processus de résolution si ce que fait le système ne lui convient pas.

De la même façon, l'utilisateur doit pouvoir modifier ces propres décisions, s'il s'avère qu'elles n'ont pas été optimales. Le système doit offrir les facilités de coopération nécessaires pour cela.

Différentes responsabilités concernant le processus de résolution de problèmes peuvent en fait être attribuées à l'utilisateur. Elles sont situées sur deux niveaux différents et liées d'une part au contrôle, d'autre part à la prise de décision elle-même. En ce qui concerne le contrôle, il s'agit par exemple d'effectuer le choix entre différentes stratégies de décision possibles, d'évaluer les options alternatives obtenues par l'exécution d'une stratégie etc. En ce qui concerne la prise de décision, il s'agit de mettre en œuvre la stratégie de décision sélectionnée et de déterminer ainsi à partir de données les décisions en question. Toutes ces responsabilités peuvent être exercées soit par le système, soit par l'utilisateur. Si le système n'a aucune connaissance pour les exercer il peut les attribuer de manière fixe à l'utilisateur.

La coopération signifie en particulier la distribution des tâches à réaliser entre l'utilisateur et le système. Le partage des tâches est une condition de la mise en œuvre de la coopération entre les deux agents. La tâche qui fait l'objet de la coopération fait l'objet d'un découpage en sous-ensembles cohérents. La répartition des tâches entre les deux agents (utilisateur, système) est faite dynamiquement, en fonction des performances du couple homme/machine et de la charge de travail de l'utilisateur. Les compétences de l'utilisateur et du système sont parfois complémentaires, parfois « redondantes ». Dans ce dernier cas, utilisateur et système sont souvent capables de jouer un même rôle. Se pose donc le problème du choix de l'agent (utilisateur ou système) qui devra tenir chaque rôle. Suivant le contexte, on pourra donner

différentes indications sur la façon de réaliser ce choix. L'ensemble des indications sur la manière d'attribuer les différents rôles aux agents utilisateur et système définissent des modes de coopération.

Pour cela, nous proposons un modèle d'architecture pour l'aide à la décision coopérative qui étend celle de Soubie (1996) développée pour la conception des systèmes à base de connaissances coopératifs. Ces systèmes à base de connaissances coopératifs représentent pour le développement des SIAD coopératifs un point d'encrage essentiel. L'apport essentiel des systèmes coopératifs d'aide à la décision réside dans la planification interactive de la coopération. Dans ce sens, nous modélisons ici le problème décisionnel à résoudre sous forme de tâches et de sous-tâches ainsi que les méthodes associées pour les réaliser. Cette modélisation du problème initial fait partie intégrante du modèle du domaine. Elle est réalisée sous forme d'arbre de tâches et de sous-tâches introduisant de fait une relation d'ordre entre les différentes tâches à réaliser. Cette architecture sépare le raisonnement nécessaire pour la résolution (plus ou moins automatique) de problèmes, réalisée par le contrôleur de l'application de la gestion, de coopération réalisée par le gestionnaire de la communication. La résolution de problèmes est gérée par un mécanisme spécifique, le contrôleur de l'application. Celui-ci exploite directement le modèle de l'application représenté par les trois bases de données, de modèles et de connaissances. Il gère de façon automatique la résolution tant que c'est possible. Au moment où une coopération avec le décideur doit être effectuée, le contrôleur de l'application active le gestionnaire de communication et s'inactive lui-même. Ceci permet au système de gérer le processus de résolution de manière flexible, interruptible et modifiable par le décideur.

L'architecture proposée dans la figure 4 [Adla 06a, 06d, 06f, 07g] peut être découpée en trois entités : Application, Coopération et Dialogue Homme/Système.

4.2.3.1 Les modèles conceptuels dans la coopération

Dans cette partie, nous présentons les modèles nécessaires à la conception des systèmes coopératifs d'aide à la décision. Trois types de modèles sont requis : un modèle pour l'application représentant la connaissance du système sur le (ou les) domaines d'expertise(s) ; un modèle pour la coopération décrivant comment la coopération s'effectue entre les différents agents (système/utilisateurs) et un modèle pour le(s) utilisateur(s) spécifiant les connaissances, buts, etc. que le système possède sur le(s) utilisateur(s).

Pour la mise en œuvre de la coopération, nous utilisons une structure basée essentiellement sur des modèles conceptuels. Cette structure crée un environnement de résolution à base de modèles. La définition de nouveaux concepts et de nouvelles stratégies est possible, il est donc évolutif.

Le terme « Modèle Conceptuel » est largement utilisé dans la conception des systèmes coopératifs, c'est une structure résultant de la phase d'acquisition des connaissances permettant de refléter un comportement de résolution de problèmes qui s'est éloigné de celui de l'expert pour viser la performance. Pour autant, il peut être assimilé à un modèle d'entité cognitive (agent) ayant des capacités de résolution reconnues dans le domaine considéré et une bonne connaissance de ses concepts.

Le modèle conceptuel comporte deux types de connaissances : (a) *Connaissances Statiques* qui représentent les objets et les concepts de base du domaine. L'univers conceptuel

regroupant ces concepts est appelé souvent « Modèle du Domaine » ou « ontologie » ; (b) *Connaissances dynamiques* qui renferment le raisonnement de l'expert pour la résolution des problèmes. L'ensemble de ces connaissances forme le « Modèle Dynamique » ou « Modèle de raisonnement ».

Dans [Soubie 96], l'architecture du système à base de connaissances coopératif est basée sur trois bibliothèques principales de modèles, chacune correspondant à une représentation requise par le système afin qu'il puisse jouer son rôle dans la résolution de problème coopérative.

4.2.3.1.1 Le Modèle Conceptuel de l'Application (MCA)

Le modèle conceptuel de l'application représente les capacités fonctionnelles du système dans le domaine de résolution de problèmes. Le modèle conceptuel de l'application intègre une représentation du domaine (les connaissances du domaine décrivent les différents concepts manipulés par les méthodes ou utilisés dans la définition des tâches et les modèles de décision répertoriés) et une représentation de la tâche (Les connaissances décrivent les tâches et méthodes de résolution pouvant être représentées par une hiérarchie de tâches et de méthodes associées). Nous exprimons donc le modèle conceptuel de l'application au moyen de tâches, de méthodes, de connaissances du domaine et de modèles. Il est structuré en trois bases : Base de données, Base de modèles et Base de connaissances.

La partie modèle du domaine, bien que différent selon les méthodes d'acquisition et de modélisation, représente pour une base de connaissances particulière, le point de vue de l'expert sur les liens qu'entretiennent les concepts du domaine de résolution. Il exprime exhaustivement la partie de la terminologie du domaine pertinente pour la résolution des problèmes. Il représente donc, dans une certaine mesure, la connaissance encyclopédique du domaine sur lequel pourra s'exprimer un savoir-faire, représenté par le modèle de résolution.

La partie modèle du raisonnement du modèle conceptuel est une décomposition fonctionnelle à plusieurs niveaux de la tâche de résolution de problèmes en sous-tâches, dont le but est toujours énoncé, soit en tant que tel, soit dans la dénomination même des tâches. La partie méthode(s) du modèle du raisonnement indique les moyens utilisés pour parvenir au but de chaque tâche. Le modèle de raisonnement est une structure de données permettant à l'autre agent du système coopératif d'accéder aux buts locaux et globaux poursuivis par l'agent modélisé à tout instant de la résolution d'un problème.

4.2.3.1.2 Le Modèle Conceptuel de Coopération (MCC)

Le modèle conceptuel de la coopération représente le comportement coopératif du système suivant le contexte et l'utilisateur. Le modèle conceptuel de la coopération décrit le processus de répartition des tâches aux différents agents selon leurs rôles respectifs et le contexte de la tâche coopérative.

Les agents et les rôles : les concepts d'agent et de rôle sont indissociables puisque à tout instant, on peut considérer qu'un agent joue un rôle particulier dans la réalisation de la tâche, même si celui-ci est difficile à différencier. Le rôle peut être défini par le type de tâche que réalise un des agents durant la résolution (figure 4.4).

Les modes de coopération : un mode de coopération constitue une répartition des rôles des agents coopératifs à un instant donné. Il est porteur de deux types d'informations sur la façon dont se déroule la coopération entre les agents :

- le type de tâches figurant dans les divers rôles en présence à l'instant considéré. (Cette information caractérise la situation coopérative. La présence ou non de certaines sous-tâches optionnelles représentant les différentes manières de réaliser la tâche globale permet de mesurer le degré de contrainte pesant sur les agents coopératifs ;
- l'assignation des diverses tâches aux agents en présence (qui fait quoi ?).

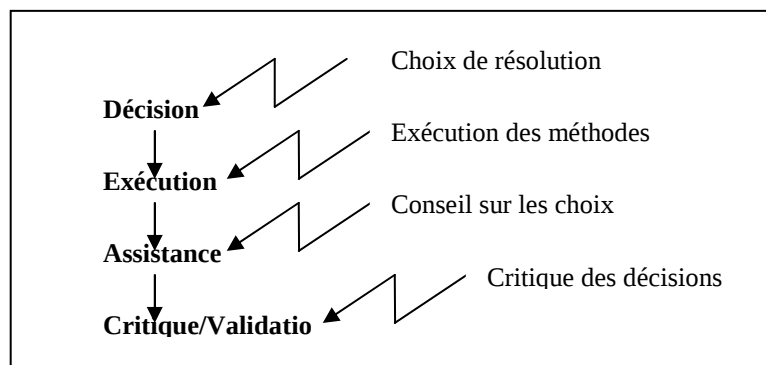


Figure 4.4 : Les quatre rôles abstraits induits du cycle de résolution

Les stratégies de coopération : les modes de coopération définis ci-dessus sont des états du système coopératif à un instant donné. En fonction de la richesse fonctionnelle du collectif qui réalise la tâche, on pourra trouver un nombre plus ou moins grand de combinaisons possibles des rôles des partenaires, c'est-à-dire un nombre correspondant de modes de coopération. La question qui se pose lorsque les agents n'ont qu'une connaissance partielle de leurs compétences réciproques est celle du changement de mode de coopération lorsque le mode adopté en début de tâche s'avère inefficace. Il convient alors de déterminer une nouvelle répartition des rôles qui soit à la fois satisfaisante pour les agents et efficace pour la tâche. Dans ce dernier cas, le nombre de choix est très limité, mais une sous-tâche cognitive doit être réalisée pour définir le nouveau mode de coopération. Dans tous les cas, il doit exister un mécanisme qui choisit le mode de coopération qui semble le mieux adapté au contexte de réalisation de la tâche. La fonction de coopération qui réalise ce mécanisme est appelée stratégie de coopération. Elle se situe à un niveau supérieur par rapport à la tâche courante et doit prendre en compte le contexte et les modes de coopération possibles, pour faire évoluer si nécessaire le mode de coopération courant.

Les actes de communication : la communication est un élément indispensable à la réalisation de coopération. La communication a son utilité pour transmettre directement des informations nécessaires à la réalisation des sous-tâches (entrées et sorties), mais aussi de manière indirecte par l'action que les agents ont sur l'environnement. Ces informations peuvent porter sur les sous-tâches en cours de réalisation, ou sur la manière dont est prise en charge la réalisation de la tâche globale. Dans ce dernier cas, l'information, quel que soit le canal par lequel elle transite, fait référence au mode de coopération courant. Ainsi, toute action physique qui peut être perçue par les autres agents du collectif (modification d'un élément de l'environnement, émission de message sur l'état d'une sous-tâche, émission de message sur le déroulement de l'action, etc.) peut être assimilée à un acte de communication,

dans la mesure où il est passible d'une interprétation par les autres agents, et que cette interprétation aura un effet sur la suite de la réalisation de la tâche.

Le modèle Conceptuel de la coopération requiert un grand nombre d'informations sur les utilisateurs du système. La répartition des tâches dépend des modèles utilisateurs (contenant leurs caractéristiques, comme la capacité à réaliser une tâche, leur efficacité, etc.).

4.2.3.1.3 Modèles Conceptuels de l'Utilisateur (MCU)

Les modèles utilisateurs sont représentés par des modèles conceptuels. Ces modèles décrivent les plans et les intentions des utilisateurs permettant au système de reconnaître et d'adapter ses actions aux méthodes employées par les utilisateurs. Le système est en mesure grâce au modèle utilisateur de connaître l'état de la satisfaction de l'intention recherchée par l'utilisateur. Cette connaissance permet d'alléger la communication, de détecter les erreurs dans les méthodes appliquées et d'aider l'utilisateur sans que celui-ci le demande.

Le modèle de raisonnement du modèle utilisateur ne doit pas avoir un niveau de décomposition très élevé. Si la réalisation d'une tâche par l'utilisateur est considérée par le système comme ne pouvant pas lui poser de problème (dans le cas contraire, si le système ne peut lui apporter aucune aide) alors cette tâche sera élémentaire (ne possédant pas de sous-tâches). Le degré de décomposition du modèle de raisonnement du modèle utilisateur définit donc la capacité d'intervention du système sur l'activité. Le modèle du domaine du modèle utilisateur est comparable au modèle du domaine de l'application. Les différences sont terminologiques et conceptuelles. Le modèle utilisateur est de plus constitué d'un modèle de coopération du point de vue de l'utilisateur.

Pour permettre au système et à son utilisateur (décideur) de coopérer, le raisonnement du système doit être facilement compréhensible par le décideur et, inversement, le décideur doit pouvoir aisément communiquer son propre raisonnement au système. La modélisation du raisonnement par planification hiérarchique est pour cela particulièrement intéressante parce qu'elle introduit différents niveaux d'abstraction et de décomposition dans le raisonnement. Une telle modélisation du raisonnement rend possible la coopération : sur chacun de ces niveaux, le décideur peut intervenir dans le processus de résolution, prendre ou rendre le contrôle au système. Elle permet en même temps de :

- Faire gérer efficacement le processus de résolution par le système. La planification hiérarchique permet d'alterner des phases de planification et d'exécution. De cette façon, la stratégie appliquée peut être adaptée de façon opportuniste à l'état de résolution courant.
- Etablir une coopération entre le système et son utilisateur. Cette coopération peut s'établir sur chacun des niveaux d'abstraction et de décomposition introduit dans le raisonnement.

Le paradigme Tâches – Méthodes, très répandu dans le domaine de l'acquisition de connaissances, est utilisé pour modéliser le problème décisionnel.

4.2.3.2 Le paradigme Tâches-Méthodes

Le paradigme tâches-méthodes [Camilleri 02] est basé sur une décomposition des objectifs en sous-tâches permettant leur réalisation. A chaque sous-tâche, au moins une méthode est associée pour la réaliser. Le problème à résoudre est ainsi modélisé en une hiérarchie de tâches et de méthodes (figure 4.5).

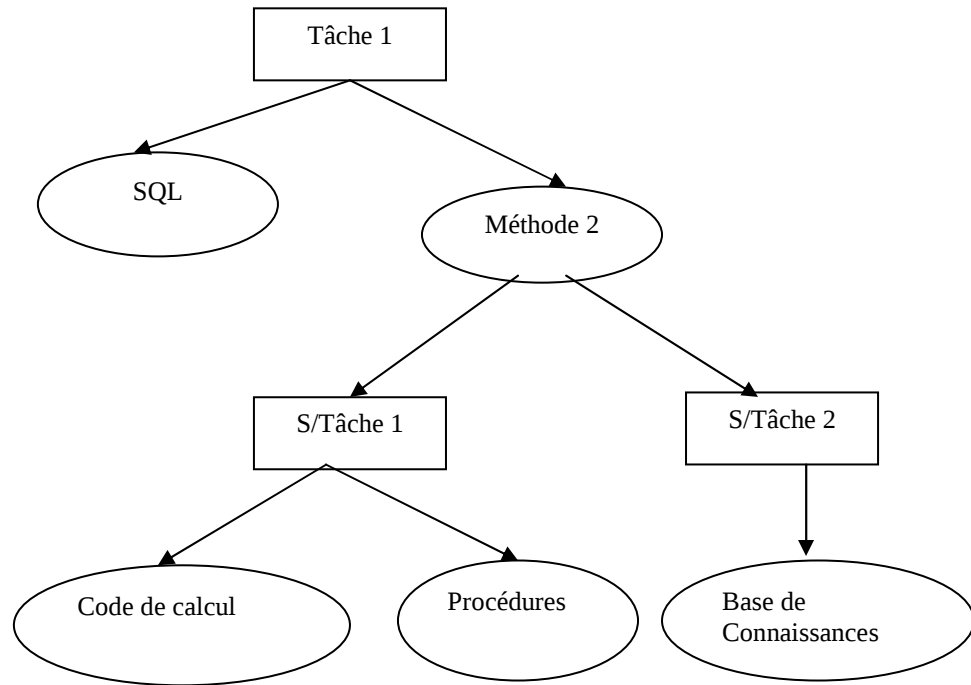


Figure 4.5 : Hiérarchie de tâches et de méthodes

Ainsi, le raisonnement et le savoir faire de l'expert sont modélisés sous forme d'un graphe de Tâches et de Méthodes en commençant par :

- 1) Considérer les problèmes à résoudre comme une tâche décomposable ;
- 2) Appliquer une méthode de décomposition telle que l'entrée de cette méthode est la tâche décomposable et la sortie soit des tâches décomposables ou terminales ;
- 3) Répéter ce processus pour les tâches décomposables. Pour les tâches terminales, les méthodes associées sont appelées « Méthodes Terminales ».

Cette technique permet d'élaborer une structure d'arborescence constituée de plusieurs niveaux représentant le processus de résolution du problème.

La méthode de modélisation adoptée est donc une méthode d'analyse et de décomposition de la tâche de résolution du problème. Elle consiste à décomposer le problème en le hiérarchisant en unités plus simples à appréhender pour maîtriser la complexité. La granularité des sous-ensembles issus de cette décomposition est limitée.

Nous venons de voir que le partage des tâches est la condition de la mise en œuvre de la coopération entre agents. Nous savons également que la tâche qui fait l'objet de la coopération doit aussi pouvoir faire l'objet d'un découpage en sous-ensembles cohérents

(qu'il s'agisse d'actions physiques sur l'environnement ou d'opérations cognitives, ou des deux simultanément). Dans ce sens, les tâches représentent le problème à résoudre sans connaître a priori comment le résoudre. Une tâche correspond à la description de la résolution d'un problème par décomposition récursive en sous problèmes de plus en plus simples, qui finalement peuvent être résolus directement par l'exécution d'actions élémentaires. Du point de vue de l'utilisateur, la notion de tâche semble donc constituer un niveau de description compréhensible et par conséquent adéquat pour la communication avec un système informatique.

Le degré de granularité de ces sous-ensembles peut être divers, mais il est généralement, limité par des tâches terminales (ou primitives) supposées mono-agent ne nécessitant pas de coopération avec les agents de son environnement et ne pouvant être découpées en sous-ensembles cohérents. Cette granularité sera déterminée lors de la modélisation en fonction de l'application visée. Il convient d'examiner si ce niveau est aussi compréhensible par le système, c'est-à-dire si celui-ci peut être capable de l'exploiter pour gérer la résolution.

4.2.3.2.1 Les tâches

Les tâches modélisent les problèmes existants et leur associent des méthodes de résolution qui décrivent comment la tâche peut être résolue ou décomposée en sous-tâches plus élémentaires. Une tâche définit un problème à résoudre par l'association entre un ensemble d'entrées, paramètres manipulés par la tâche, et un ensemble de méthodes. Si cette description est suffisamment précise, elle associe un plan de résolution à ce problème. Celui-ci décrit comment la tâche concernée peut être résolue par décomposition récursive en sous-tâches de plus en plus élémentaires et indique l'ordre de leur exécution. Elle conduit finalement à un enchaînement de méthodes, dont l'exécution mène à la résolution du problème correspondant.

Nous définissons une tâche par les composants suivants :

Name : le nom de la tâche

Par : la liste de paramètres manipulés par la tâche

Objective : le but de la tâche

Methods : la liste des méthodes réalisant la tâche

Le champ **Name** spécifie le nom de la tâche. La liste des paramètres **Par** représente l'ensemble des objets du monde réel (décrits dans le modèle du domaine) manipulés par la tâche. Le champ **Objective** décrit le but de la tâche représenté par un état du monde réel à l'issue de la réalisation de la tâche. Toutes les méthodes définies durant la phase de modélisation sont enregistrées dans la liste **Methods** des méthodes associées à la tâche. Une tâche est dite terminale si elle n'est plus décomposable et elle est associée à des méthodes pour la réaliser. Son exécution ne requiert aucune décomposition (par conséquent aucune planification) ; elle est par conséquent directement exécutable. Ces tâches terminales correspondent aux tâches élémentaires des modèles conceptuels.

4.2.3.2.2 Les méthodes

Une tâche se décompose finalement en un ensemble de méthodes. Les méthodes caractérisent un mécanisme ou un savoir faire qu'il est possible de mettre en œuvre pour atteindre un but particulier. Une méthode décrit une manière (à un seul niveau d'abstraction) de réaliser une tâche. Une méthode est définie par une association entre un ensemble d'entrées (la tâche réalisée par la méthode), un ensemble de sorties (résultats ou effets produits ou déduits par l'application réussie de la méthode), et des moyens immédiats de résolution

(programme exécutable). Des contraintes sur les valeurs d'entrées (conditions d'applicabilité et pré-conditions devant être satisfaites pour que la méthode puisse être appliquée) sont définies, qui permettent de vérifier si les données fournies en entrée peuvent effectivement être traitées avec la méthode.

Les méthodes peuvent être de deux types : méthodes de décomposition ou terminales.

- (a) Les méthodes de décomposition: Ces méthodes ont pour rôle de diminuer la complexité des tâches.
- (b) Les méthodes terminales: peuvent être de quatre types : *Procédure* : pour ce type de méthode, on ne peut pas savoir comment elle fonctionne, elle est souvent qualifiée de type boîte noire, seules les pré-conditions, les conditions d'applicabilité et le résultat attendu par sa mise en œuvre sont décrits de façon explicite ; *Règles heuristiques* : représentent les règles de production sous forme SI Condition ALORS Action ; *Requête SQL* : demandes d'interrogation de la base de données. Pour une méthode terminale, le champ **Sub-tasks** est vide et **Control** peut pointer vers un programme exécutable.

Nous décrivons une méthode terminale par les caractéristiques principales suivantes :

Name : le nom de la méthode

Heading : la tâche réalisée par la méthode

App-con : les conditions d'applicabilité

Prec : les pré-conditions devant être satisfaites pour que la méthode puisse être appliquée

Effects : résultats ou effets générés par l'application réussie de la méthode

Control : pointe vers un programme exécutable

La tâche réalisée par la méthode est indiquée dans **Heading**. Les conditions d'applicabilité **App-cond** (comme les paramètres de la tâche) sont utilisées pour contraindre l'instanciation de la méthode. Les pré-conditions **Prec** sont des conditions devant être satisfaites pour appliquer la méthode. La différence entre les pré-conditions et les conditions d'applicabilité est que ces dernières si elles ne sont pas satisfaites a priori, ne sont pas satisfiables par le système. Les résultats **Effects** sont générés par l'application de la méthode réalisant la tâche. L'objectif de la tâche appartient nécessairement à **Effects**, par conséquent tous les résultats de toutes les méthodes associées à une tâche devraient contenir l'objectif de la tâche. Cette propriété de cohérence doit être vérifiée, un agent réalise une tâche pour atteindre un état du monde réel dans lequel l'objectif de la tâche est présent. Ainsi, toutes les méthodes réalisant une tâche doivent générer un état du monde réel contenant l'objectif ; les résultats peuvent néanmoins être différents. **Control** pointe vers un programme exécutable.

Les principales caractéristiques d'une méthode de décomposition sont :

Name : le nom de la méthode

Heading : la tâche réalisée par la méthode

Control : contrôle de l'ordre d'exécution des sous-tâches

Sub-tasks : l'ensemble des sous-tâches issues de la décomposition

L'ordre d'exécution des sous-tâches est décrit dans le champ **Control**, les sous-tâches sont enregistrées dans le champ **Sub-tasks**.

Les tâches et les méthodes sont définies d'une manière indépendante de leur exécution au sein de tâches complexes. En fait, chaque tâche ou méthode peut être utilisée dans des tâches complexes différentes. Souvent, la façon dont son exécution doit être gérée dépend de ce contexte. Il sert à définir toutes les informations nécessaires pour la gestion de l'exécution d'une tâche qui est utilisée en tant que sous-tâche au sein d'une tâche complexe.

4.2.3.3 Architecture du DM-DSS

La figure 4.6 illustre notre architecture intégrant l'ensemble des aspects fonctionnels d'un système intelligent coopératif d'aide à la décision.

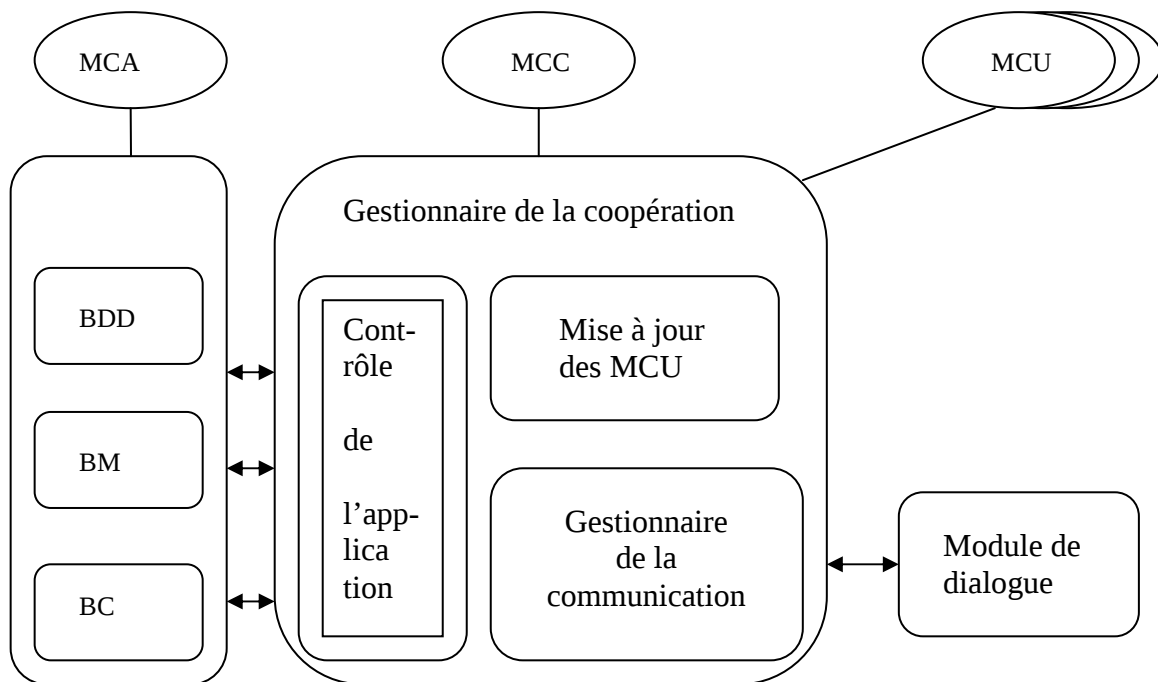


Figure 4.6 : Architecture d'un système coopératif d'aide à la décision (DM-DSS)

La structure générique du système intelligent coopératif d'aide à la décision spécifique s'articule autour des composants suivants:

4.2.3.3.1 La base de Données

La base de données renferme les informations pertinentes nécessaires à la résolution d'un problème de décision ; l'organisation est régie par un modèle de données. Le module de base de données ne se contente pas de stocker passivement les informations. En effet, grâce aux fonctionnalités du système de gestion de base de données, les données participent activement au fonctionnement du système. Il fournit des mécanismes d'interrogation notamment par des requêtes de mise à jour, de génération des rapports sur le processus de décision et de justification des choix. Un des grands rôles du module de base de données est la conservation et la mise à disposition des données. Il s'agit pour le décideur d'avoir sous la main, et de pouvoir mobiliser aussi rapidement que possible, toutes les informations nécessaires à la prise de décision raisonnée et à sa mise en œuvre.

4.2.3.3.2 La base de modèles

Le modèle est l'outil qui permet de traiter l'information, c'est le résultat de la structuration. Le modèle doit être accessible au décideur. Il doit être validé et suffisamment ouvert pour pouvoir être modifié. La base de modèles correspond à une bibliothèque de modèles mathématiques, statistiques ou de recherche opérationnelle, stockés sous forme de programmes et sous-programmes. Elle assure des fonctions de traitement. Les modèles utilisés ont des tâches spécifiques d'aide à la décision.

4.2.3.3.3 La base de connaissances

La connaissance est l'ensemble d'informations relatives au domaine d'expertise propre à un décideur. Elle est l'élément de base dans un système intelligent (basé sur la connaissance) pour résoudre un problème.

La base de connaissances doit être capable de réaliser les tâches relatives aux rôles qui sont attribués au système. La base de connaissances est construite au départ pour la résolution de problèmes dans les différents domaines d'expertise considérés. Elle sera ensuite modifiée pour pouvoir assurer les rôles attribués au système. Lors de la définition des rôles, des modèles génériques de rôles peuvent apparaître (comme assistant, critique, etc.) qui peuvent être indépendants du (ou des) domaine(s) de l'application. La base de connaissances est contrôlée par le gestionnaire de la coopération.

La base de données, la base de modèles et la base de connaissances constituent une sorte de mémoire individuelle pour chaque participant. Elle enregistre la trace des solutions retenues. Les décisions qui, après évaluation, sont adoptées ou retenues, sont autant d'informations qu'il faut sauvegarder. Cette analyse a posteriori des choix déjà effectués est justement une des possibilités intéressantes du système puisque cela permet un enrichissement de l'expérience du décideur.

4.2.3.3.4 Le gestionnaire de la coopération

Le gestionnaire de la coopération est composé de trois éléments représentatifs des diverses fonctions devant être réalisées au cours et entre les sessions de résolution conjointe de problèmes : le contrôleur de l'application, le gestionnaire de la communication et le modèle de mise à jour des modèles des utilisateurs. Si la fonction essentielle est le contrôle de l'application, qui permet de donner au système un comportement d'agent coopératif, les deux autres modules sont d'une extrême importance au regard des caractéristiques des situations de coopération.

Le gestionnaire de coopération constitue la partie intelligente de l'ensemble du modèle. Ce composant, qui gère une activité coopérative entre les partenaires, exploite dynamiquement les deux structures de données MCE et MCU, et opère sur la structure opérationnelle du modèle de coopération homme/système. Ce dernier constitue la structure de connaissances de contrôle de la coopération. Ce composant met en œuvre le moteur de la résolution coopérative de problèmes opérant sur ces structures de connaissances. Il est le seul composant qui possède une vue globale de l'ensemble du système qui lui permet d'assurer l'interfaçage entre l'Application et le Contrôle de Dialogue. Il assure une prise en charge du contrôle de la coopération et de la cohérence des différentes entités en tenant compte de l'évolution de la résolution. C'est en cela qu'il constitue le centre nerveux de l'ensemble des processus.

1) Le contrôleur de l'application

Le contrôleur de l'application est responsable de la mise en œuvre de la coopération. Son rôle essentiel est de contrôler l'application donnant au système un comportement coopératif. Pour cela, il réalise deux fonctions : la fonction de stratégie de coopération et la fonction d'affectation de sous-problèmes à la base de connaissances.

Pour définir le mode de coopération, l'état courant de la résolution du problème et les paramètres environnementaux sont nécessaires à la réalisation de fonction de stratégie de coopération. De plus, le contrôleur de l'application doit lever toutes les ambiguïtés qui subsistent sur la mise en place d'un mode de coopération. Il lance aussi l'exécution des tâches attribuées au système en fonction du mode de coopération. L'affectation des sous-problèmes à la base de connaissances consiste à activer celle-ci pour qu'elle effectue une partie de la résolution du problème correspondant à la tâche que son rôle prévoit d'exécuter. La base de connaissances n'a donc pas la vision complète du problème. La présence du contrôleur de l'application entraîne une gestion particulière (par rapport aux SBC classiques) de la structure représentant l'état du monde réel.

2) Le gestionnaire de la communication

Le gestionnaire de la communication assure la partie intelligente de la communication, qui vise à fournir au système, à partir des actes de communication produits par le décideur et du modèle de celui-ci, des éléments sur les intentions du décideur et sur la planification de la résolution qu'il peut à tout instant envisager. Le gestionnaire de la communication a pour rôle d'interpréter les actes de communication du décideur. Le gestionnaire de la communication reçoit les actes de communication du décideur et ceux du système. Il analyse les actes de communication du décideur à la lumière des données contenues dans le modèle utilisateur (décideur), afin d'inférer les intentions de celui-ci, en termes de contrôle de la coopération. Pour cela, il compare les actes relatifs à une demande de données avec les entrées de la tâche courante dans son modèle et signale les actes lui paraissant hors contexte au gestionnaire de la coopération. Il fait de même pour les entrées de données spontanées n'ayant pas de correspondance dans les sorties de la tâche courante dans son modèle.

Le gestionnaire de la communication proposé dans ce cadre fournit une représentation instantanée de l'état de la résolution du problème (tâches et agents qui les réalisent), mais aussi du processus de répartition dynamique des tâches. Le gestionnaire de la communication maintient à jour le graphe des tâches, contenant les tâches en cours de réalisation et les tâches futures. Chaque nœud du graphe pointe sur la tâche du modèle de l'agent qui la prend en charge (modèle utilisateur si c'est l'utilisateur qui la réalise, modèle conceptuel de l'application si c'est le système qui la réalise). Ceci permet au gestionnaire de la coopération de s'assurer dynamiquement de la possibilité de satisfaire les contraintes liées à la tâche dans le modèle considéré et de revoir le mode de coopération courant lorsque celles-ci sont insatisfiables dans l'état courant de l'environnement.

3) Le module de mise à jour des modèles utilisateurs

Le module de mise à jour des modèles utilisateurs est utilisé pour maintenir la pertinence du système en tant qu'agent coopérant, puisqu'il a pour rôle de maintenir et de faire évoluer la représentation du décideur en tant qu'agent cognitif et social correspondant au mieux à l'agent humain. En effet, lors des différentes utilisations, le décideur évoluera. Ces évolutions doivent

être prises en compte dans le modèle utilisateur. Les mises à jour successives du modèle utilisateur ne sont pas définitives parce qu'elles dépendent de facteurs corrélés au contexte de réalisation de la tâche. Le module de mise à jour des modèles utilisateurs permet la modification du modèle conceptuel utilisateur en fonction de son évolution dans la démarche de résolution. Il consiste principalement à identifier des incohérences entre les intentions attendues du décideur (en termes de buts) par le biais de son MCU et ses actes de communications exprimant ses buts et sous-butts dans le processus de résolution coopérative. Ces incohérences induisent un changement dans la manière dont le décideur procède et suggèrent une mise à jour du MCU. Le module de mise à jour des modèles utilisateurs doit être capable d'effectuer ces modifications en fonction des contextes, pour modéliser les variations des connaissances des différents décideurs.

4) L'environnement

L'environnement du système est l'ensemble des éléments extérieurs susceptibles d'intervenir, soit directement dans la résolution des problèmes (par exemple des paramètres perçus par des capteurs), soit dans les conditions de la résolution (par exemple des choix organisationnels qui peuvent évoluer dans le temps, ou bien le paramètre temps lui-même pouvant affecter d'une manière prédéfinie les modes de coopération, ou encore la disponibilité de ressources externes nécessaires à la mise en place de modes de coopération).

5) Le module de dialogue

Le module de dialogue regroupe les fonctionnalités du contrôleur de dialogue et de l'interface homme/système. Il exploite les préférences du décideur en matière de résolution de problèmes pour une représentation externe du système. Les choix de conception de l'interface doivent être guidés par les besoins liés au caractère coopératif du système. En particulier, l'interface doit offrir la multi-modalité exigée dans les situations coopératives.

L'interface en tant qu'outil de communication, constitue un moyen de signifier, au-delà de la simple transmission de données, des états intentionnels et attentionnels au travers des actes de communication qu'il permet de réaliser. L'interface représente et reçoit les actes du décideur et du système, elle traduit donc ces actes en actes de communication. La tâche de l'interface se réduit à la traduction d'un acte de communication formel transmis par le système en une forme perceptible par le décideur, et inversement, à la traduction dans le langage formel des actes de communication du système des énoncés (formes perceptibles par le décideur) du décideur. Dans ce contexte, une typologie des actes de communication est nécessaire pour définir l'interface. Ces actes de communication doivent être définis en fonction des besoins des tâches de l'application (domaine) et des possibilités proposées par le gestionnaire de la coopération. La typologie des actes de communication dépend des tâches du domaine et du gestionnaire de la coopération. L'interface est nécessairement constituée de deux sous-ensembles d'éléments :

- des outils de communication spécifiquement destinés au contrôle de la coopération ;
- des outils plus classiques assurant la transmission des données et du contrôle de la résolution des problèmes.

4.2.3.3.5 Discussion

Le contrôleur de l'application est le plus haut niveau de contrôle du système ; en tant que responsable de la mise en œuvre du mode de coopération, il réalise deux fonctions : la

fonction stratégie de coopération et la fonction affectation de sous-problèmes à la base de connaissances :

1. La fonction stratégie de coopération est la transposition opérationnelle du modèle de coopération. Elle vise à définir le mode de coopération adapté à l'état courant de l'environnement de résolution, en fonction des actions du décideur (sur l'environnement ou en direction du système) et des paramètres de l'environnement. Pour cela, le contrôleur s'appuie sur les intentions du décideur et sur le graphe des tâches tenues à jour par le gestionnaire de la communication. C'est le contrôleur de l'application qui par, le dialogue avec le décideur, doit lever toutes les ambiguïtés qui subsistent sur la mise en place d'un mode de coopération (impossibilité de donner une interprétation cohérente à un acte de communication dans l'environnement courant).
2. L'affectation de sous-problèmes à la base de connaissances consiste à activer celle-ci pour qu'elle effectue une partie de la résolution du problème correspondant à la tâche que son rôle prévoit qu'elle réalise. La base de connaissances n'a donc pas la vision complète du problème, sauf si son rôle consiste à le résoudre dans sa totalité. Le gestionnaire de dialogues gère l'interaction avec le décideur. S'il obtient un résultat adéquat, il le transmet au moteur de tâches qui est ainsi réactivé. Mais, dans un système coopératif d'aide à la décision, l'initiative pour une interaction peut aussi venir du décideur pour remettre en cause des décisions prises pendant le processus de résolution. Dans ces cas, c'est le décideur qui active le gestionnaire de dialogues pour intervenir dans le fonctionnement du moteur de tâches. Le gestionnaire de dialogues contrôle l'ensemble des interactions entre le moteur de tâches et le décideur. Il maintient ainsi la cohérence globale du processus de résolution.

Le développement d'un système intelligent d'aide à la décision coopératif propre à chaque décideur vise à coopérer avec ce dernier dans les tâches intellectives de prise de décision et l'assister dans l'aide à la génération de solutions. La conception de cet outil d'aide à la génération de solutions a pour objectif de proposer des solutions ou des parties de solutions au décideur. Il assure la répartition des tâches en sous-tâches ainsi que l'affectation de rôles ou d'agents (système/décideur) à ces tâches. Il permet une coopération entre le système et le décideur, la régulation de la coopération, le contrôle des tâches réalisées ainsi que la réaffectation si nécessaire.

4.3 Aide à la facilitation de la prise de décision collective

La réussite d'un système d'aide à la décision de groupe requiert une expertise et l'expérience du facilitateur. Nous devons reconnaître que les facultés de facilitation sont complexes et il ne s'agit d'aucune manière de répliquer ces facultés automatiquement. Néanmoins, un système d'aide à la décision de groupe efficace doit intégrer un système de communication et de facilitation substantiel. Ce système devrait aider le facilitateur le plus inexpérimenté, et pour ce faire, il doit inclure des outils à même de :

- Lui permettre de contrôler les comportements individuels et collectifs ;
- Lui offrir des indications quant à la consolidation des options de solutions et l'emploi des techniques adéquates afin de ramener le groupe vers un consensus ;

- Le guider vers une meilleure structuration et exécution du processus de décision.

4.3.1 Processus de facilitation

Pour être efficace dans cette entreprise, le facilitateur doit être en mesure d'analyser et comprendre la position de participants et développer des stratégies pour amener les participants à la prise d'une décision conjointe. Il est par conséquent essentiel de pouvoir proposer au facilitateur des méthodes appropriées, des techniques et des outils logiciels, selon l'étape courante du processus de décision : pré-décision, décision, post-décision, pour l'assister dans la tâche de facilitation et la gestion du groupe, la définition et l'analyse du problème, l'exploration des résultats, la recherche d'un consensus, l'analyse de décision et des données et le rapport de groupe [Adla 08d]. Pour cela, le cadre que nous proposons est basé sur le modèle du processus de décision de groupe défini précédemment (voir § 4.2). Au travers de ce cadre, le facilitateur gère et contrôle les activités de prise de décision entre les décideurs humains et les outils logiciels.

Ces activités de facilitation sont supportées et réalisées avant (pré-décision), pendant (décision) et après la décision (post-décision) (Figure 4.7) :

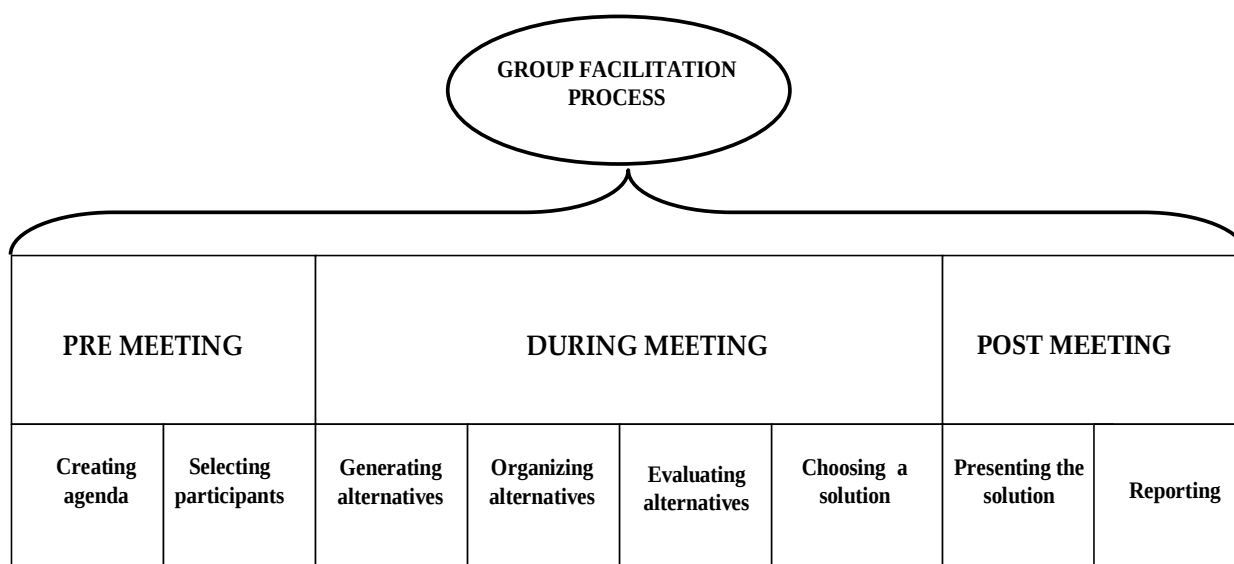


Figure 4.7 : Processus de facilitation

Nous définissons un processus de prise de décision collective en trois phases principales : (1) Pré-décision ; (2) Décision ; et (3) Post-décision. Ce processus est illustré sur la figure 3. La seconde phase « Décision » comprend quatre étapes cognitives principales qui constituent les éléments constructeurs de tout processus de prise de décision.

- Génération ;
- Organisation ;
- Evaluation ;
- Décision/Choix.

La phase « Pré-décision permet d'explorer et d'ouvrir l'espace de décision, la dernière phase « Post-décision » referme cet espace :

Le modèle de prise de décision que nous proposons permet de décrire aussi bien la prise de décision liée à la tâche que celle liée au processus. Ces deux prises de décision s'alternent tout au long de la réunion, les résultats de l'une influencent le cadre de l'autre. Il est par exemple intéressant de noter que la définition du modèle permet d'envisager l'organisation du groupe en sous-groupes de prise de décision, il s'agit là d'une illustration fréquente de la décision pour la gestion des processus. En effet, au terme du processus de prise de décision, le nouveau cadre de décision défini peut ne concerner qu'un (ou plusieurs) sous-ensemble des acteurs de la décision. Ainsi, d'un point de vue extérieur, un processus de prise de décision permettrait la séparation pour un temps des ressources et des objectifs. Un environnement de prise de décision doit donc permettre d'interfolier des processus de décision liés à la gestion du processus et d'autres liés à la réalisation des objectifs et des tâches.

Les décisions liées au processus et celles liées à la tâche se régulent mutuellement. Le cadre de décision défini par les décisions sur le processus participe à la définition des cadres de décision des nouvelles activités liées à la tâche et inversement. Les deux activités s'alternent sans cesse pour aboutir à la décision finale.

1) Phase de Pré – Décision

- Planification de l'agenda et définition des ressources ;
- Invitation des participants ;
- Configuration de l'environnement de prise de décision (facilitation des échanges et des rencontres) ;
- Représentation de l'espace de décision et du rôle de chacun ;
- Compréhension de l'espace de décision ;
- Compréhension du processus de décision ;
- Création d'une représentation et d'un contexte partagé.

2) Phase de Décision

a) Etape de Génération des solutions alternatives

- Définition d'espaces publics et d'espaces privés ;
- Permettre les dynamiques de génération et d'échange entre espaces ;
- Intégration des solutions dans l'espace.

b) Etape d'Evaluation des solutions alternatives

- Représentation publique des solutions alternatives;
- Confrontation des solutions alternatives ;
- Aide à l'anticipation des impacts ;
- Support aux mouvements argumentatifs.

c) Etape de Décision

- Choix d'une solution ;
- Mise à jour de l'espace de décision ;

- Notification du plan d'action aux acteurs concernés ;
- Mise en place d'indicateurs de suivi.

3) Phase de Post-Décision

- Présentation de la solution ;
- Rapport de clôture du meeting ;
- Evaluation des impacts ;
- Mise à jour des bases de connaissances et de la mémoire organisationnelle.

Tout au long du processus de décision, le facilitateur est assisté par des outils support à la génération de solutions alternatives, à leur organisation et évaluation et au choix collectif d'une solution.

4.3.2 Organigramme général de la procédure d'aide à la facilitation

La figure 4.8 illustre la démarche suivie par le facilitateur pour la conduite du processus de décision collective.

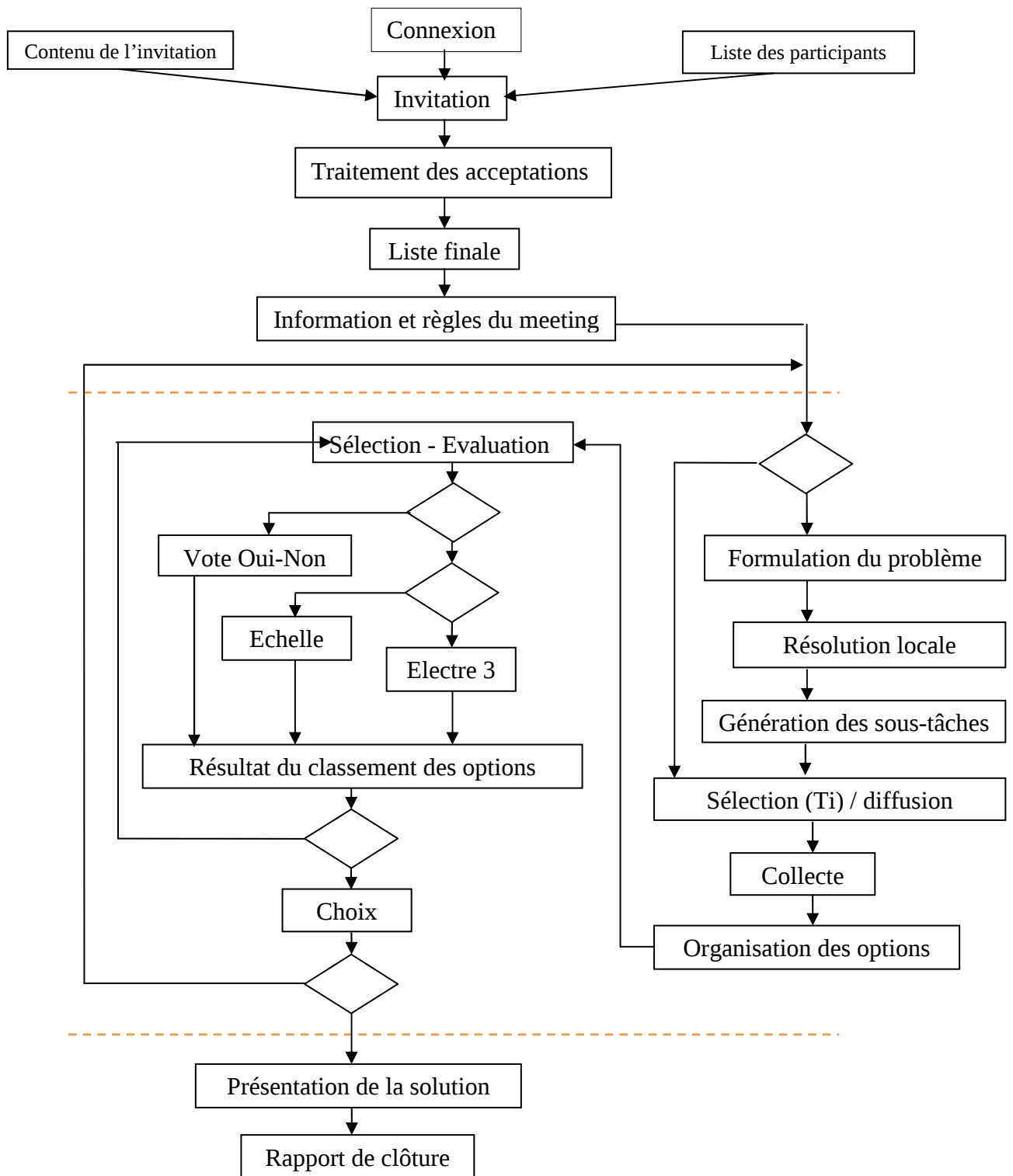


Figure 4.8 : Organigramme général de la procédure d'aide à la facilitation

4.4 Mise en œuvre du processus de décision

"Une réunion de prise de décision" en ligne est utilisée métaphoriquement pour représenter un processus de résolution collective d'un problème de décision donné. Une réunion se compose d'un tableau de services et d'un agenda (ordre du jour). Le tableau de services contient une liste d'utilisateurs qui sont invités par le facilitateur à participer à la prise de

décision. Un ordre du jour de la session de prise de décision se compose d'une liste de points représentant les activités du groupe. Chaque activité du groupe est supportée par un des outils de groupe introduits dans le système. L'ordre du jour dans le système n'est pas statique, mais est un ordre du jour exécutable que les participants peuvent utiliser pour invoquer la version appropriée de participation ou de l'outil de groupe.

4.4.1 Phase de Pré-Décision

La coopération entre les membres du groupe nécessite leur coordination et leur interaction, laquelle dépend du type de communication que décideurs et facilitateur entretiennent. Un mécanisme de coordination par planification centralisée offre au facilitateur une vue globale du système qui lui permet de gérer le processus de prise de décision collective. Le mécanisme de communication par envoi de messages permet au facilitateur et aux décideurs d'être en liaison directe. Chacun envoie son message directement et de façon explicite au destinataire.

Le facilitateur, ayant besoin d'exécuter un processus de résolution de problème nécessitant une prise de décision collective, établit un ordre du jour (agenda) de la réunion correspondante et une liste des participants potentiels. Les éléments de l'ordre du jour représentent les activités du groupe.

Le facilitateur de la réunion peut alors inviter les utilisateurs inscrits à se joindre à la réunion en tant que participants. Pour ce faire, un protocole de type *Contract-net* est utilisé (figure 4.9). Ce protocole repose sur les primitives de base suivantes :

1. Etablissement d'une connexion entre deux entités ou plus ;
2. Identification du nœud destinataire dans un réseau de communication ;
3. Définition du type de communication : synchrone ou asynchrone ;
4. Envoi de données ; Réception de données.

Les décideurs avec le facilitateur coordonnent leurs activités grâce à l'établissement de contrat afin d'atteindre des buts spécifiques. Dans ce protocole, les partenaires peuvent jouer deux rôles : le gestionnaire (facilitateur) et le contractant (décideur). Dans ce protocole, un agent assume le rôle d'initiateur (facilitateur) qui souhaite voir un certain service accompli par un ou plusieurs autres agents performeurs (participants ou décideurs).

Le facilitateur qui doit exécuter une tâche lance un appel d'offre aux décideurs. Pour cela, le facilitateur publie à destination des agents participant, performeurs potentiels, un appel à propositions (*Call for Proposals*) qui spécifie le service à effectuer ainsi que toutes les conditions que l'initiateur souhaite. Les participants qui reçoivent une annonce pour l'accomplir évaluent l'annonce et vérifient s'ils peuvent satisfaire aux conditions préalables. Ceux qui ont les ressources appropriées, la compétence et l'expertise répondent au facilitateur par un acte de proposition. Alternativement, un participant peut refuser de faire une proposition. Les participants peuvent faire des propositions quant à leur participation. Ils envoient des soumissions qui indiquent leur capacité à la réaliser. Le facilitateur rassemble toutes les propositions qu'il a reçues. Quand un moment-butoir (deadline) défini et fixé par le facilitateur est dépassé, ce dernier évalue toutes les propositions reçues et retient les participants qui acceptent d'assister (virtuellement) à la session de prise de décision collective. Le facilitateur envoie alors un acte d'acceptation aux participants, les autres reçoivent un acte de rejet. Ces échanges sont véhiculés au moyen des primitives : *Register*,

Call For Proposal (CFP), Propose, Accept_proposal, Reject_proposal, Failure, Inform_done, et Inform_ref. La figure 4.8 illustre en détails le protocole ContractNet FIPA en AUMML :

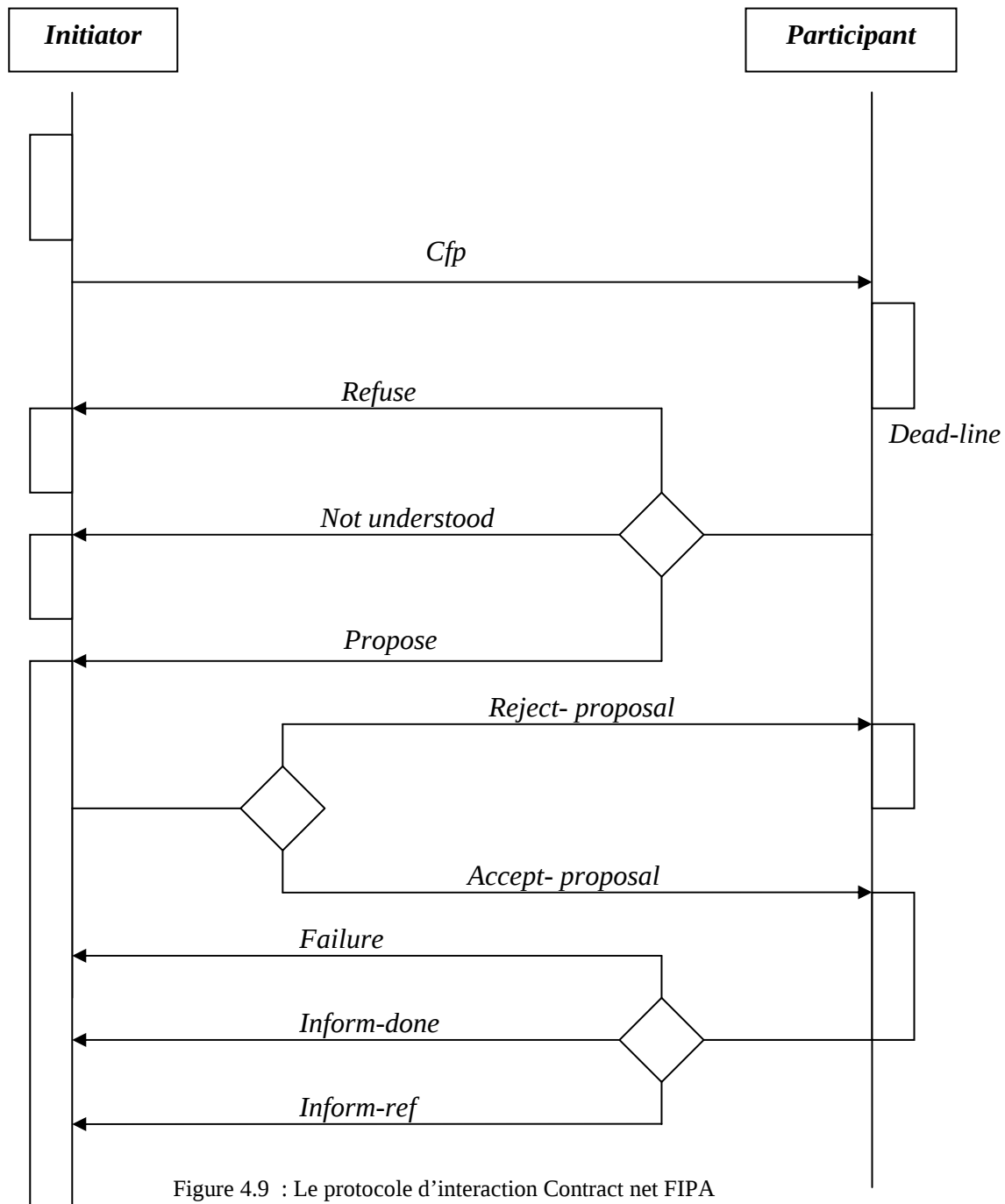


Figure 4.9 : Le protocole d'interaction Contract net FIPA

Il est à noter que ce protocole exige du facilitateur de savoir quand il a reçu toutes les réponses des participants. Si un participant ne réussit pas à lancer un acte de proposition ou un acte de refus, le facilitateur peut potentiellement être mis en attente indéfiniment. Pour éviter ce problème, l'appel à proposition se compose d'un moment-butoir avant lequel les réponses doivent être reçues par l'initiateur. Les propositions reçues après le moment-butoir sont automatiquement rejetées avec comme justification que la proposition a été faite trop tardivement.

Signification des différents performatifs :

Register : lorsqu'un agent souhaite être considéré comme performeur potentiel (participant) auprès d'un initiateur, il envoie un tel acte d'inscription à cet initiateur.

Cfp : lorsque l'initiateur veut envoyer une demande à des participants enregistrés auprès de lui, il envoie un tel acte Cfp (Call for proposal) à ses participants.

Propose : il s'agit de la proposition du participant en réponse à l'appel à proposition

Accept proposal : lorsque le moment-butoir est passé, l'initiateur choisit la meilleure proposition, et contacte l'agent participant choisi comme performeur pour la suite par un tel acte d'acceptation de proposition.

Reject proposal : l'initiateur envoie cet acte de rejet aux participants non choisis.

Failure : si la proposition d'un participant est acceptée, celui-ci re-vérifie s'il est toujours en mesure de l'assumer. S'il n'est plus capable de le faire ou s'il change de décision de par les conditions changeantes de l'environnement, il le signifie à l'initiateur par cet acte d'échec.

Inform done : si le participant est toujours capable d'assumer sa proposition il signifie son accomplissement à l'initiateur lorsqu'elle est réalisée.

Inform ref : si le participant confirme sa capacité à accomplir le service, il envoie simultanément un tel acte référençant les données et paramètres particuliers concernant ce service et sa réalisation.

4.4.2 Phase de Décision

La modélisation d'une problématique de décision de groupe est fonction du contexte. Nous nous plaçons dans un contexte qualifié de « synergie », caractérisé par des situations où les décideurs coopèrent tout en ayant des opinions différentes sans qu'elles soient complètement opposées.

La résolution d'un problème sélectionné par le facilitateur débute par une résolution locale par chacun des participants, tout en étant assisté du système intelligent coopératif d'aide à la décision (coopération Homme-Système) puis une résolution globale par le groupe (coopération Homme-Homme médiatisée). Le facilitateur coordonne les activités des participants. Ce dernier ne participe pas à la résolution du problème. La résolution du problème se fait en mode synchrone, les participants sont dispersés géographiquement. Le système peut fournir un schéma d'anonymat, chaque participant peut voir les autres solutions alternatives afin de les classer par ordre de priorité sans pouvoir identifier l'origine. Ce schéma d'anonymat permet aux décideurs d'exprimer leurs opinions plus librement.

4.4.2.1 Génération des options de solutions

Nous traitons le cas où aucune option de solution n'est connue a priori (cas de tâches nouvelles inconnues par les participants). Le participant a totalement la charge de résoudre le problème et de suggérer des options de solutions. Pour atteindre cet objectif, il coopère avec son système intelligent coopératif d'aide à la décision.

La tâche de résolution coopérative est composée de deux sous-tâches dont la première permet la spécification du rôle des agents homme – système (définition du mode de coopération) et la deuxième décrit le cycle de résolution prenant en compte le rôle des agents (résolution dans un mode de coopération).

A partir de la spécification du problème posé par le décideur, le système doit être capable de proposer un plan de résolution (un sous-graphe du graphe tâches-méthodes) et d'identifier le ou les plans possibles du décideur en utilisant à la fois le MCE et le MCU. Ces deux plans de résolution constituent la base de la coopération homme/système. Il est mis en évidence l'intérêt de disposer de différentes méthodes pour réaliser une tâche. Etant donnée une tâche, le système peut sélectionner dynamiquement la méthode la plus favorable pour la réalisation de cette tâche (figure 4.10). Les mécanismes de sélection des tâches et des méthodes sont fondés sur les primitives suivantes :

1. *Sélectionner une tâche à réaliser* : sélectionner une tâche qu'il est possible de réaliser parmi l'ensemble des tâches non encore réalisées ;
2. *Identifier les méthodes candidates* : identifier les méthodes susceptibles de réaliser une tâche ;
3. *Identifier les méthodes déclenchables* : identifier les méthodes qu'il est possible de mettre en œuvre parmi l'ensemble des méthodes ;
4. *Sélectionner une méthode* : identifier la méthode la plus pertinente à mettre en œuvre parmi l'ensemble des méthodes ;
5. *Exécuter une méthode* : c'est la mise en œuvre d'une méthode ;
6. *Evaluer le résultat* : consiste à vérifier si le but est atteint suite à l'exécution d'une méthode.

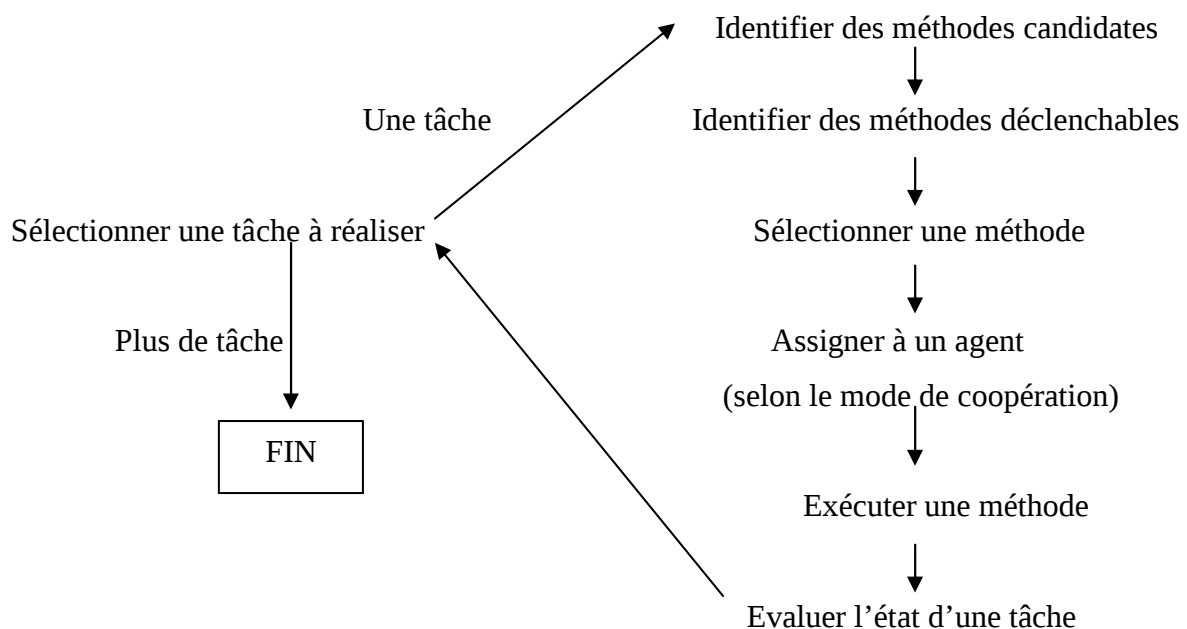


Figure 4.10: Mécanisme de sélection dynamique de tâches et de méthodes

L'affectation des tâches et des méthodes à exécuter est déterminée par le gestionnaire de la coopération. Cette affectation est effectuée selon le rôle dévolu à chacun des agents et en fonction du mode de coopération défini. La ou les solutions obtenues constituent alors les solutions alternatives à suggérer par le participant au groupe. Une session de brainstorming

peut être alors organisée par le facilitateur selon trois modes d'anonymat : (1) anonymat complet : le nom d'utilisateur du participant n'est pas associé à la solution qu'il l'a créée. (2) Semi-anonyme : seulement le facilitateur peut voir le nom des participants qui créent la solution. (3) Aucun anonymat : Tous les participants peuvent voir le nom d'utilisateur qui a créé la solution. Les solutions nouvellement produites par un participant sont mises en évidence pour attirer l'attention des participants.

Cette étape est considérée comme une activité divergente ; les participants créent typiquement une grande variété d'options de solutions et c'est de la responsabilité du facilitateur de les organiser et de les consolider.

4.4.2.2 Organisation des options de solutions

En utilisant les outils de génération de solutions, le groupe peut produire beaucoup d'options de solutions dans une période de temps courte. Ces options peuvent contenir des éléments d'informations semblables ou redondants qui doivent être fusionnés. Une fonction de recherche est implémentée de telle sorte que les idées contenant les mêmes mots clé puissent être retrouvées pour le facilitateur pour les revoir et décider de les fusionner ou les supprimer. La consolidation des idées dans un environnement distribué est surtout la responsabilité du facilitateur.

Le facilitateur réunit toutes les solutions alternatives soumises par les différents participants. Il examine la liste de ces solutions et procède à son épuration (élimination ou fusion des solutions alternatives redondantes).

L'organisation d'idées est considérée comme un processus convergent ; les différentes solutions alternatives soumises par les participants sont regroupées dans des catégories, ayant pour résultat une liste plus courte ou moins diverse. Pour cela, les suggestions des participants doivent contenir des mots clés associées aux solutions alternatives en particulier si le nombre de ces dernières est important. L'attribution de mots clefs permet au facilitateur de :

- Catégoriser les solutions alternatives;
- Développer une stratégie d'organisation.

Les solutions alternatives, les opinions et les arguments des participants relatifs à leurs propositions sont stockés dans la mémoire organisationnelle qui est alimentée tout au long du processus. Il est essentiel de pouvoir capitaliser les connaissances des décideurs impliqués dans les processus de décision afin que chacun puisse y faire référence si nécessaire. Par ailleurs, les décideurs impliqués dans des processus de prise de décision distribuée pourront être supportés par un outil en réutilisant des solutions existantes par exemple ou simplement des parties de solutions déjà établies. Les outils technologiques susceptibles d'aider à la capitalisation des connaissances répondent à trois objectifs : favoriser la représentation commune de la tâche pour une exploitation collective de l'espace de travail, garder la trace des raisons des décisions prises et assister le travail d'abstraction.

Dans le cadre d'une mémoire collective, nous donnons ci-dessous les éléments pertinents constitutifs d'un contexte de prise de décision :

- l'organisation du groupe, les différents participants, leurs compétences, leur organisation en sous-groupes, les tâches qui leur sont assignées, etc. ;

- Le principal objectif, la stratégie globale qui guide la prise des décisions, ainsi que les résultats de la concrétisation des décisions ;
- les référentiels (règles, méthodes, lois...) utilisés pour réaliser les étapes du processus ;
- des problèmes qui ont été posés ;
- des options alternatives qui ont été envisagées pour faire un choix et des critères déterminants qui devraient guider le choix ;
- Evaluation des solutions : solutions rejetées, arguments de rejets, avantages et inconvénients ;
- Décision : solution, arguments, avantages et inconvénients.

4.4.2.3 Evaluation des alternatives

A l'issue de l'étape d'organisation, chaque participant est destinataire d'une liste de solutions alternatives consolidée et doit procéder à leur évaluation. Le facilitateur indique aux participants le mode d'évaluation qu'il sélectionne parmi une liste de différents outils support à l'évaluation mis à disposition du facilitateur et des participants et intégrés dans le système.

Ces outils sont classés en quatre catégories :

Outil de classement :

L'outil de classement permet aux participants d'évaluer un ensemble d'alternatives en ordonnant ces éléments selon leurs préférences. Un procédé commun qui consiste à mettre les solutions alternatives ayant le rang le plus élevé en haut au dessus de la liste et celles ayant le rang le moins élevé en bas de la liste. Le classement peut être utilisé pour prévenir la manipulation potentielle des résultats de vote.

Outil d'estimation:

L'outil d'estimation permet aux participants d'évaluer un ensemble d'alternatives basé sur une échelle de 1 à X, avec la valeur implicite 10 pour X. L'outil d'estimation peut être utilisé pour évaluer rapidement une longue liste d'alternatives et les réduire en un petit ensemble d'alternatives. Les résultats d'évaluation de groupe contiennent la moyenne de groupe et l'écart-type qui peut être vu par les participants.

Outil de sélection :

L'outil de sélection permet aux participants d'évaluer un ensemble d'alternatives en votant oui/non sur chaque alternative. Le plus grand le nombre de votes par « oui » sur une alternative signifie que l'alternative est plus favorable.

Outil d'évaluation multicritère:

L'outil d'évaluation multicritère permet aux participants d'utiliser un ensemble de critères pondérés pour évaluer un ensemble d'alternatives. Les noms de critères devraient impliquer les sens de préférence. Le classement individuel obtenu est transmis au facilitateur pour agrégation.

Les participants soumettent leurs évaluations ou votes. Ils peuvent aussi voir les résultats de groupe qui incluent des moyennes de groupe et des écart-types standards. Un grand écart-type peut indiquer une absence de consensus sur une alternative ou une question. Le facilitateur peut attirer l'attention des participants sur les questions avec de grands écart-types pour davantage de discussions. Les participants peuvent revoir leurs votes en vue d'atteindre un consensus.

4.4.2.4 Choix d'une solution

A ce stade, une solution est retenue, issue de l'étape d'évaluation. C'est la décision du groupe qui doit être notifiée aux participants.

4.4.3 Phase de Post-Décision

4.4.3.1. Présentation de la solution et discussion

A la suite du choix par le facilitateur de la solution finale qui représente la décision du groupe, cette dernière est présentée. Une discussion peut suivre entre les participants et peut amener à une compréhension plus profonde de la relation des problèmes entre eux, et le rapport entre les problèmes et les facteurs externes.

4.4.3.2. Le Rapport

Le rapport est un moyen de sauvegarde qui enregistre le déroulement de la session de prise de décision et l'ensemble des informations rassemblées lors de chaque étape du processus de décision comme l'agenda, la génération des solutions alternatives et les commentaires qui s'y attachent, l'organisation des solutions alternatives et leur évaluation, et le choix de la décision finale ainsi que la trace de l'analyse et la discussion effectuée pendant la session. Le rapport constituera un document de base et de référence pour les gens concernés qui retrace le déroulement de la réunion, les différentes solutions alternatives proposées, le mode d'évaluation utilisé, les conflits entre les décideurs, leur analyse et leurs commentaires.

Le processus de résolution du problème collectif est basé sur l'utilisation d'une boîte à outils pour supporter les activités du groupe. Cet ensemble d'outils est développé pour supporter les activités du groupe aux différentes phases : outils de génération de solutions alternatives, outils de consolidation et d'organisation des solutions alternatives, outils d'évaluation des solutions alternatives et outils de choix d'une solution

Cette boîte peut contenir une version électronique des techniques de brainstorming (pour demander aux participants des suggestions de solutions alternatives), de NGT et de Delphi aux différentes phases du processus, outil d'aide à l'organisation des solutions alternatives, outil de capitalisation des connaissances, ...etc. Chaque outil de groupe a deux versions : une version participant et une version facilitateur. La version participant est utilisée par les

participants durant le processus de décision pour introduire et évaluer leurs propositions de solutions. La version facilitateur est utilisée par le facilitateur pour introduire les informations de base relatives à une activité, organiser les différentes propositions des participants, synthétiser les évaluations faites par les participants et agréger leurs préférences, etc.

Nous donnons ci-dessous le diagramme de séquence (Figure 4.11) renfermant l'ensemble des interactions homme – système (entre un décideur et son DM-DSS) et Homme-Homme médiatisée (entre le facilitateur et les participants).

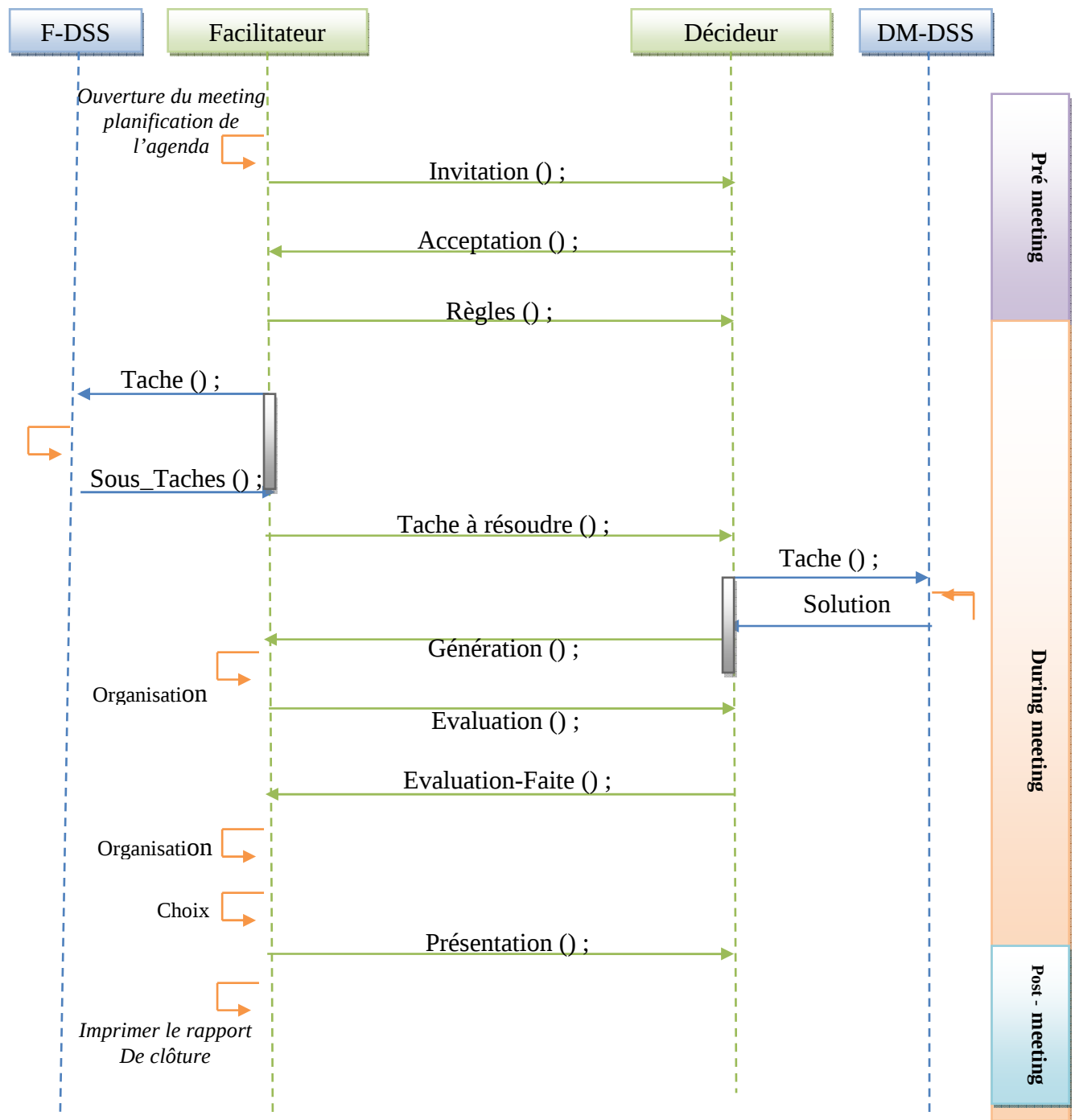


Figure 4.11: Diagramme de séquence du processus de résolution

4.5 Conclusion

Nous avons défini, dans ce chapitre, un système d'aide à la facilitation fondé sur un modèle d'architecture coopérative pour l'aide à la décision de groupe distribuée en mode synchrone. Cette architecture est constituée de deux niveaux : un niveau « participant » où le problème est résolu localement, et un niveau « groupe » où les différentes propositions sont consolidées, agrégées et d'où une solution commune est dégagée. Le système d'aide la décision de groupe issu de cette architecture s'articule autour d'un ensemble d'outils d'aide à la décision de groupe et d'un ensemble de systèmes intelligents coopératifs spécifiques d'aide à la décision.

Au niveau participant, chacun des décideurs dispose de son propre système coopératif d'aide à la décision. Le principe majeur de cette proposition est de pouvoir fournir une aide au décideur globalement intégrée dans le processus de décision. Dans notre approche, nous avons mis en œuvre une architecture prévoyant une distribution dynamique des tâches du domaine entre le décideur et le système. Nous faisons intervenir à la fois la compétence du décideur et celle du système. La mise en correspondance entre, d'une part, ces deux types de compétences, et d'autre part, les contraintes environnementales incluant le contexte de résolution, constitue un moyen de sélection de l'agent approprié. La limite de cette configuration est identifiée dès que les deux agents sont considérés compétents pour une tâche donnée ou encore s'il s'agit d'une tâche exigeant la présence, sur le même plan, d'un savoir-faire humain et artificiel. L'architecture que l'on vient de proposer pour les systèmes coopératifs d'aide à la décision tente de prendre en compte tous les aspects des situations de coopération : connaissances des objectifs des partenaires, tâche dont les caractéristiques se prêtent à une réalisation coopérative (découpage possible en sous-tâches cohérentes, communication flexible).

L'apport principal de ce type de système réside dans la possibilité offerte au décideur de résoudre une partie du problème. En effet, chaque système intègre l'expertise propre d'un décideur et permet de prendre en compte ses compétences et ainsi l'intégrer dans le processus de résolution et de génération de solutions alternatives au niveau local (participant). Cependant, la confrontation humaine reste essentielle en matière de prise de décision. Cette confrontation est un vecteur d'argumentation pour le décideur. Au niveau groupe, les différents outils du système d'aide à la décision de groupe distribuée permettent au collectif l'agrégation des différentes propositions, leur organisation, leur évaluation et le choix d'une solution.

Le système que nous proposons supporte des facilitateurs inexpérimentés en intégrant un modèle de processus de décision. Le modèle adopté fournit une vue détaillée du processus de décision collaborative. L'intégration d'un modèle du processus de décision dans le système permettrait de guider le facilitateur de manière intelligente. Il permet au facilitateur de sélectionner de façon appropriée d'utiliser les capacités fonctionnelles du système dans le processus de décision collaborative, de contrôler le comportement du groupe et de fournir des explications en conséquence.

Nous pensons que fournir une aide à la facilitation diminuerait la charge cognitive croissante du facilitateur et des participants. Le processus est de plus simplifié de sorte que même des membres du groupe de décision inexpérimentés peuvent faciliter le processus de décision encourageant de ce fait l'utilisation des systèmes d'aide à la décision de groupe dans des environnements virtuels.

En utilisant le système d'aide à la décision de groupe distribuée, les membres du groupe peuvent discuter un cas, échanger des idées, évaluer les solutions alternatives, imprimer des rapports et accomplir tout autre travail collaboratif. Les participants travaillent sur le système en parallèle. Ainsi, il est possible d'obtenir plusieurs idées en circulation et de les capter rapidement au travers d'un processus de brainstorming électronique. Le système peut fournir un schéma anonyme. Toute suggestion d'idées est anonyme et aucune dominance n'est privilégiée. De ce fait, il y a une opportunité égale pour la participation pour chaque décideur. Ce schéma d'anonymat aidera aussi les membres à exprimer leurs opinions plus librement. Le système favorise le développement d'une mémoire organisationnelle en gardant un enregistrement des entrées des participants et des choix et des arguments faits.

Chapitre V

Exemple d'Application

Ce chapitre se veut principalement illustratif. L'architecture présentée au chapitre précédent n'a pour l'instant pas fait l'objet d'une implémentation complète dans le contexte d'une application industrielle complexe. Certains des concepts qui la constituent ont pu être implémentés dans une application à un système de diagnostic de pannes du système de gestion de la combustion des chaudières au niveau d'une usine pétrolière (GLZ).

5.1 Présentation de l'application

Le procédé de fabrication de l'usine pétrolière (GLZ) est scindé en en deux parties : partie **Utilité** et partie **Process**. La partie Utilité est constituée des Pompes, d'une unité de dessalement, des Chaudières, des Turbogénérateurs et des Compresseurs d'air tandis que la partie Process concerne les tâches de fabrication du Gaz Naturel Liquéfié (GNL). Cette partie est composée de 6 trains où un train est un ensemble d'équipements. Chaque train contient 10 sections qui vont servir à liquéfier le gaz. Les plus importants de ces sections sont :

- Décarbonatation consiste à éliminer le CO_2 ,
- Déshydratation consiste à élimination d'eau,
- Démercurification.

Le système de gestion de la combustion des chaudières est l'un des nouveaux systèmes numériques de contrôle de commande introduit au niveaux du complexe GLZ. Il constitue un des systèmes les plus critiques pour le bon fonctionnement de l'usine GLZ et a un impact important sur les méthodes de réflexion et d'appréhension des divers problèmes liés à la

maintenance. Le personnel exploitant se retrouve souvent confronté à des situations qui imposent une réaction rapide de prise de décision. De ce fait, il est indispensable de disposer de moyens matériels et humains adaptés aux qualifications requises.

5.1.1 La description générale de la chaudière

La chaudière est composée d'un Economiseur, d'un ballon supérieur, d'un ballon inférieur, de deux surchauffeurs (primaires et secondaires), d'un désurchauffeur, et d'un ensemble de faisceaux turbines pour la circulation d'eau par gravitation du ballon supérieur vers le ballon inférieur et de la circulation de la vapeur vers le ballon supérieur. L'alimentation d'air de la chaudière est assurée par un ventilateur à tirage forcé.

A 100% de charge, la chaudière est caractérisée essentiellement par :

- La pression à la sortie du deuxième surchauffeur de 62 bars.
- La température à la sortie de 441°C.

L'économiseur est un échangeur de chaleur, il est chargé d'utiliser les fumées de la chaudière afin de réchauffer l'eau d'alimentation de 109°C à 170°C. Le ballon supérieur appelé aussi ballon vapeur, est constitué d'une enveloppe métallique cylindrique de longueur de 10m et d'un diamètre de 1,20m. Le niveau d'eau dans le ballon vapeur est régulé à 50%. Le ballon inférieur est un cylindre constitué d'une enveloppe métallique ; son rôle est de collecter l'eau arrivant des tubes descendant et de le distribuer vers les tubes vaporisateurs. Le niveau d'eau dans le ballon inférieur est réglé à 100%. La surchauffeur c'est un échangeur à deux étages, surchauffeur primaire et surchauffeur secondaire. Le rôle de cet échangeur est l'augmentation de la température de la vapeur.

Chaque chaudière est équipée d'un ventilateur à tirage forcé F.D.F pour l'alimentation d'air nécessaire à la combustion. Les chaudières haute pression sont équipées de deux brûleurs, chaque brûleur est constitué d'un registre d'air, d'un dispositif d'allumage, d'un détecteur de flamme et d'une boîte à vent.

5.1.2 Le fonctionnement de la chaudière

Le dégazeur reçoit les condensats de son propre train, ces condensats quittent le dégazeur et pénètrent dans la chaudière en passant par l'économiseur qui élève la température d'eau de 109°C à 170°C. Cette eau sortant de l'économiseur entre dans le ballon supérieur d'où elle circule par un faisceau tubulaire jusqu'au ballon inférieur et retourne au ballon supérieur. Lorsque l'eau retourne au ballon supérieur, elle a reçu une quantité de chaleur suffisante pour se transformer en vapeur. La vapeur saturée est extraite au sommet du ballon supérieur et canalisée vers le surchauffeur primaire pour élever la température de la vapeur de 285°C à 375°C ; ensuite cette vapeur passe dans le surchauffeur secondaire afin d'élever sa température à 441°C et entre ces deux surchauffeurs, il y a un désurchauffeur afin de réguler la température de la vapeur à la sortie à 441°C avec une pression de 62 bar.

Le rôle des deux brûleurs est de fournir la quantité de chaleur nécessaire pour la production de la vapeur. L'alimentation des deux brûleurs est assurée par un mélangeur qui mélange le gaz process et le gaz naturel. L'allumage des deux brûleurs se fait par deux pilotes alimentés

par le gaz de combustion, l'alimentation d'air est faite par le ventilateur d'allumage et l'alimentation d'air nécessaire à la combustion est faite par le F.D.F.

Pour bien l'entretenir et la maintenir, la chaudière subit des injections de produits chimiques : l'injection d'hydrazine au niveau de dégazeur pour l'élimination d'oxygène et l'injection du phosphate dans le ballon inférieur pour réagir et dégager les impuretés contenues dans l'eau. Afin de prévenir tout dysfonctionnement de la chaudière, différents capteurs sont mis en place pour détecter des anomalies aux différentes étapes de mise en service d'une chaudière.

5.2 Scénario

Habituellement, dans une situation de crise (s'il y a un défaut ou une panne de chaudière), une alarme est déclenchée. Les différentes alarmes sont généralement interceptées par l'opérateur d'exploitation qui a la responsabilité de prendre une décision en fonction de l'alarme déclenchée. Pour ce faire, l'opérateur d'exploitation tente d'identifier la panne, de l'analyser et la diagnostiquer localement.

Une panne de la chaudière peut être signalée automatiquement par une alarme (grâce au capteur mis en place) ou relevée directement sur site par l'opérateur d'exploitation (cas de défectuosité du capteur où aucune alarme n'est déclenchée mais la chaudière ne fonctionne pas).

1. Cas d'une panne signalée à l'opérateur par une alarme : le drapeau (la référence donnée à chaque alarme) est indiquée sur le tableau (salle de contrôle). L'opérateur prend connaissance de l'alarme et situe le défaut suite à une recherche fastidieuse se basant sur une documentation technique volumineuse.
2. Cas d'une panne directement relevée sur site par l'opérateur (alarme non déclenchée). Ce cas de figure se passe lorsque le problème est au niveau du capteur (panne non automatiquement signalée). Dans ce cas, l'opérateur doit explorer un espace de recherche de défauts plus vaste moyennant une série de tests.

Dans ce dernier cas, l'opérateur tente de résoudre le problème localement. Si aucune solution satisfaisante ne peut être atteinte, l'opérateur d'exploitation prend contact avec d'autres opérateurs d'exploitation de l'entreprise mère et, selon les situations, peut même faire appel au technicien de la compagnie constructeur de la chaudière (généralement située à l'étranger) et prévoir des réunions face-à-face dont il assurera l'animation pour rechercher une solution au problème. Ce genre de situation condamne l'usine à un fonctionnement en mode dégradé (sous-régime) sinon à l'arrêt en instance de résolution du problème.

Pour pallier cette situation, Nous proposons de développer un système d'aide à la décision de groupe distribuée et un outil d'aide à la facilitation qui permettrait à l'opérateur d'assumer un rôle de superviseur (facilitateur) et aux membres du groupe (opérateurs d'exploitation, technicien constructeur) de participer à la résolution du problème à tout moment, tout en étant géographiquement éloignés.

5.3 Modélisation

5.3.1 Modèle conceptuel du domaine

Les connaissances du domaine d'un système sont les connaissances relatives au domaine de l'application. Elles sont représentées par le modèle suivant :

- Etape : N°étape, Désignation.
- Effet : Code effet, Description.
- Cause : Code cause, Description.
- Paramètre : Code paramètre, unité, point de consigne.
- Remède : Code remède, Description.

Figure 5.1 : Modèle conceptuel partiel du domaine

5.3.2 Modèle conceptuel de raisonnement d'un opérateur

Le modèle de raisonnement est une hiérarchie de tâches et de méthodes associées. Les méthodes terminales peuvent être des procédures, des heuristiques, des codes de calcul, des requêtes SQL. L'ensemble de ces méthodes est non exclusif pour la réalisation d'une tâche et peut être liée par un ordre de priorité.

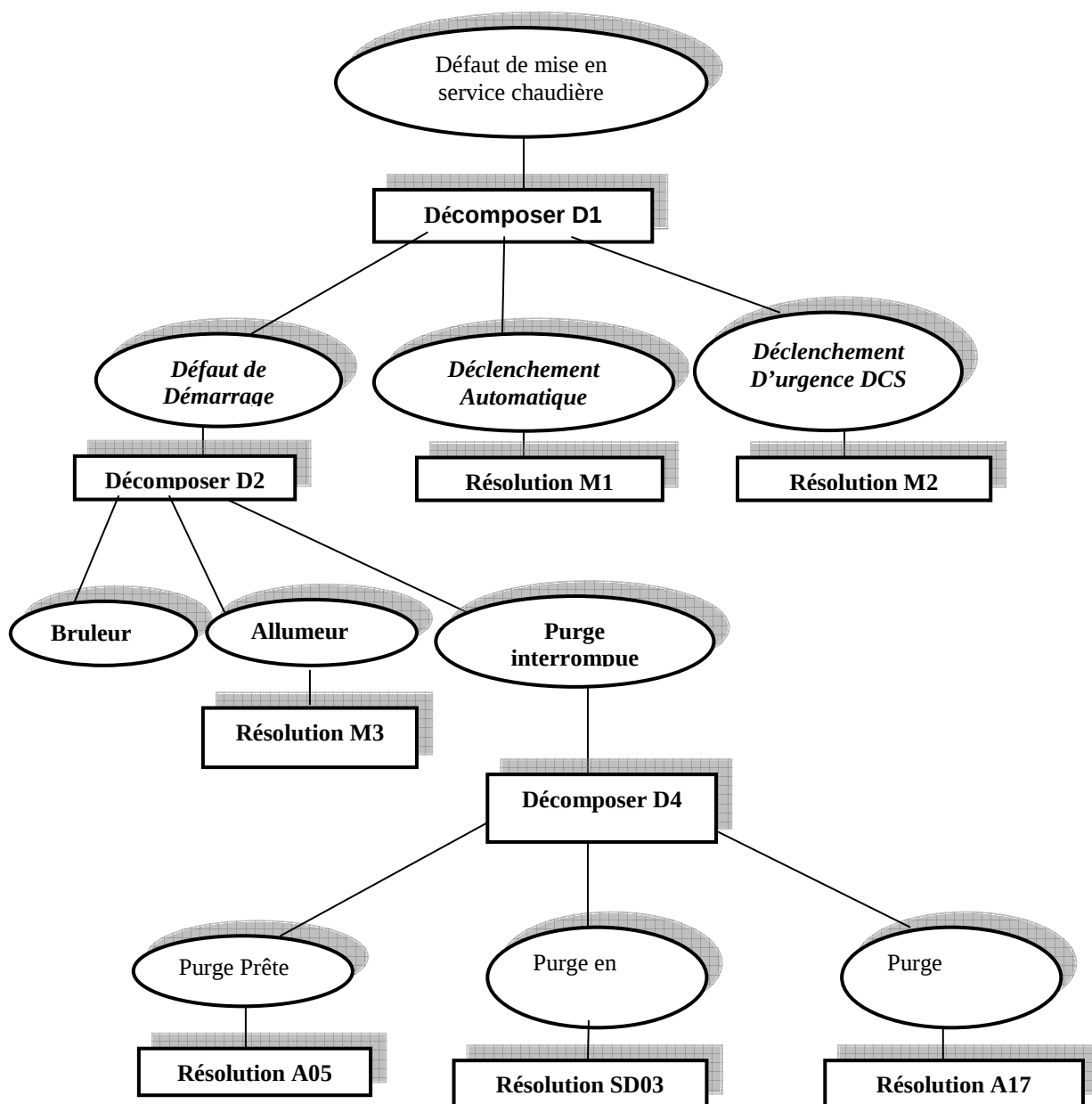


Figure 5.2 : Modèle partiel de raisonnement

5.4 Environnement de développement

Le choix d'un outil de développement est porté sur *Borland C++ BUILDER6*. L'outil C++ est tourné vers le développement rapide d'application sous Windows (*RAD : **R**apid **A**pplication **D**éveloppement*). Le *Borland C++ Builder* repose sur un ensemble très complet de composant visuels prêts à l'emploi, la quasi des contrôles de Windows (boutons, boîtes de saisies, listes déroulantes, menu et autres barres d'outils) y sont représentés et regroupés par famille.

Par la richesse et la qualité de ses composants, *C++ Builder6* permet au développeur de se concentrer sur les parties de code vraiment utile et d'aller droit à l'essentiel. Il permet aussi de concevoir des applications fiables et compatibles avec les standards les plus récents et de

réutiliser le même code sous *Windows* et sous *Linux*, et d'ajouter à l'environnement de base des composants créés par soi-même ou fournis par des sociétés tierces.

Les avantages mis le plus en évidence par rapport à d'autres outils de développements sont :

- Création de services *WEB*.
- Arborescence d'objet pour une navigation rapide au sein des composants de vos fiches.
- Mise en évidence de la syntaxe des méthodes abstraites nécessitant une implémentation.

L'outil de développement *C++ BUILDER* assure les fonctionnalités minimales qui permettent de travailler avec des bases de données. Celles-ci sont gérées par une couche logicielle intitulée *BDE (Borland DataBase Engine)*. Ce moteur de base de données très souple, accepte de nombreuses sources de données et il est compatible avec les langages d'interrogation *SQL ANSI* et *QBE*. *BDE* est un outil à la fois très simple et très complet.

5.5 Exemple de session

Nous allons illustrer notre proposition du modèle d'architecture pour l'aide à la décision de groupe distribuée à travers le cas de défauts de mise en service du système de gestion de la combustion des chaudières.

Le groupe de décision est constitué d'un superviseur ou facilitateur (opérateur d'exploitation de l'usine GLZ) et de deux participants (opérateurs d'exploitation de l'entreprise mère et/ou technicien de la compagnie constructeur).

5.5.1. Interface Facilitateur

L'opérateur d'exploitation de l'usine GLZ assumant le rôle de facilitateur dispose d'une interface lui permettant d'accéder :

- Aux autres éléments de l'application tel que l'agenda ou le rapport
- au **processus** qui se décompose en trois phases:
 - Pre-meeting
 - During-meeting
 - Post-meeting

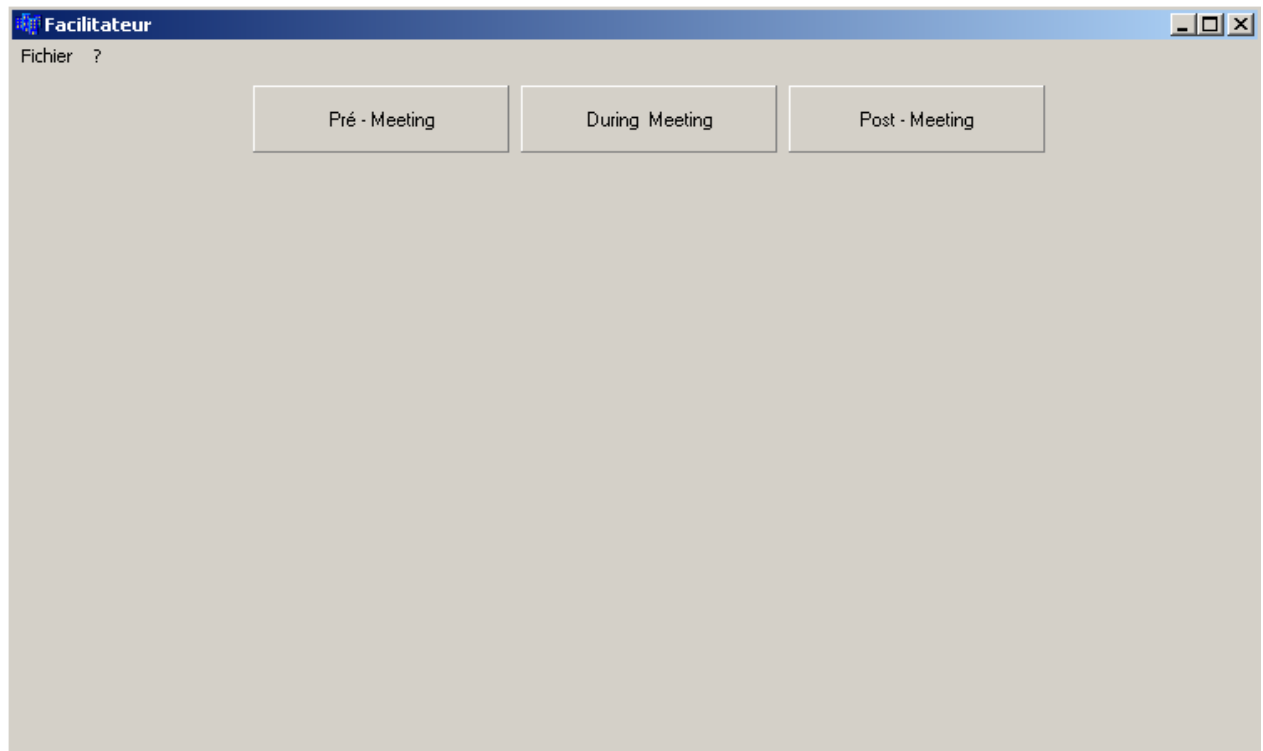


Figure 5.3 : Interface Facilitateur

Nous supposons que le cas ne peut être résolu localement. Pour cela, l'opérateur d'exploitation de l'usine GLZ sollicite d'autres partenaires.

5.5.1.1 Invitation des participants

Deux informations sont visualisées :

- Adresse IP de chaque décideur
- Etat de connexion pour chaque participant

	@ IP	Etat
Decideur1	192.168.1.2	
Decideur2	192.168.1.3	
Decideur3	192.168.1.4	

OK

Figure 5.4 : Invitation des Participants

Dès confirmation de participation des partenaires, le facilitateur procède à la planification de l'agenda (ordre du jour) et la présentation (identification) du problème.

5.5.1.2 Planification de l'agenda (ordre du jour)

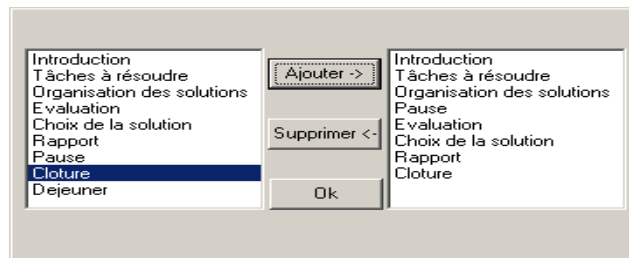


Figure 5.5 : Planification de l'agenda

5.5.1.3 Identification du problème : tâches à résoudre

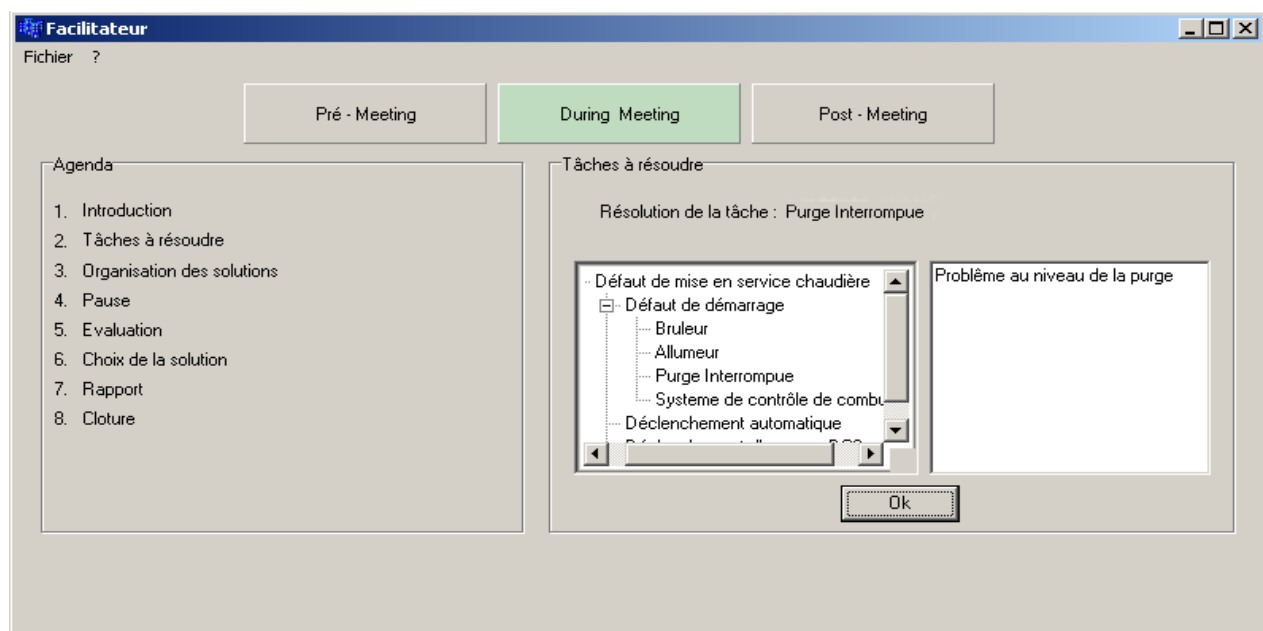


Figure 5.6 : Tâches à résoudre

5.5.2 Interface Participant

Trois fonctionnalités sont mises à disposition de chaque participant :

- Réception des messages venant du facilitateur
- Envoie des options de solutions ou alternatives
- Evaluation des options de solutions ou alternatives

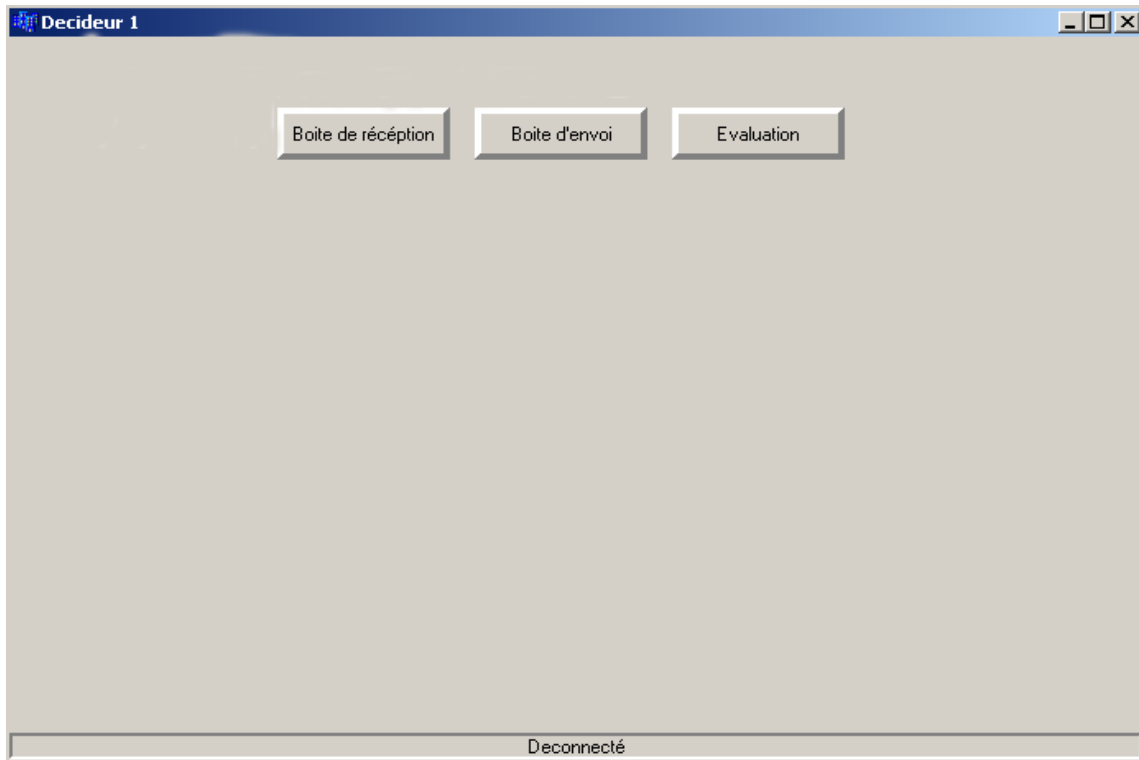


Figure 5.7 : Interface Participant

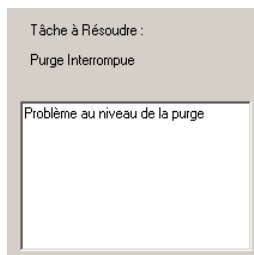


Figure 5.8 : Boite de réception

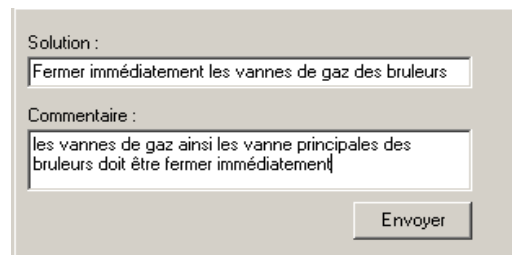


Figure 5.9 : Boite d'envoi

5.5.2.1 Génération des solutions (résolution au niveau Participant)

Le modèle utilisateur de chaque opérateur est mis à jour de manière interactive. Il correspond à ses compétences (ensemble de tâches et de méthodes qu'il sait utiliser pour la résolution) ; Le mode de coopération est aussi initialisé (ex : rôles de décision et de critique pour l'opérateur, rôles d'assistance et d'exécution pour le système).

L'opérateur énonce au système la tâche à résoudre (le défaut situé). Le système identifie la tâche, la localise dans le graphe des tâches-méthodes, calcule un chemin d'actions à entreprendre (un sous-graphe du graphe des tâches-méthodes). Le plan d'actions est ainsi élaboré en fonctions des paramètres relevés via les capteurs ou demandés à et introduits par l'opérateur.

Trois fonctionnalités sont mises à disposition de chaque participant :

- Réception des paramètres et caractéristiques de la tâche à résoudre
- Lancement de la résolution

- Envoi des propositions de solutions ou alternatives

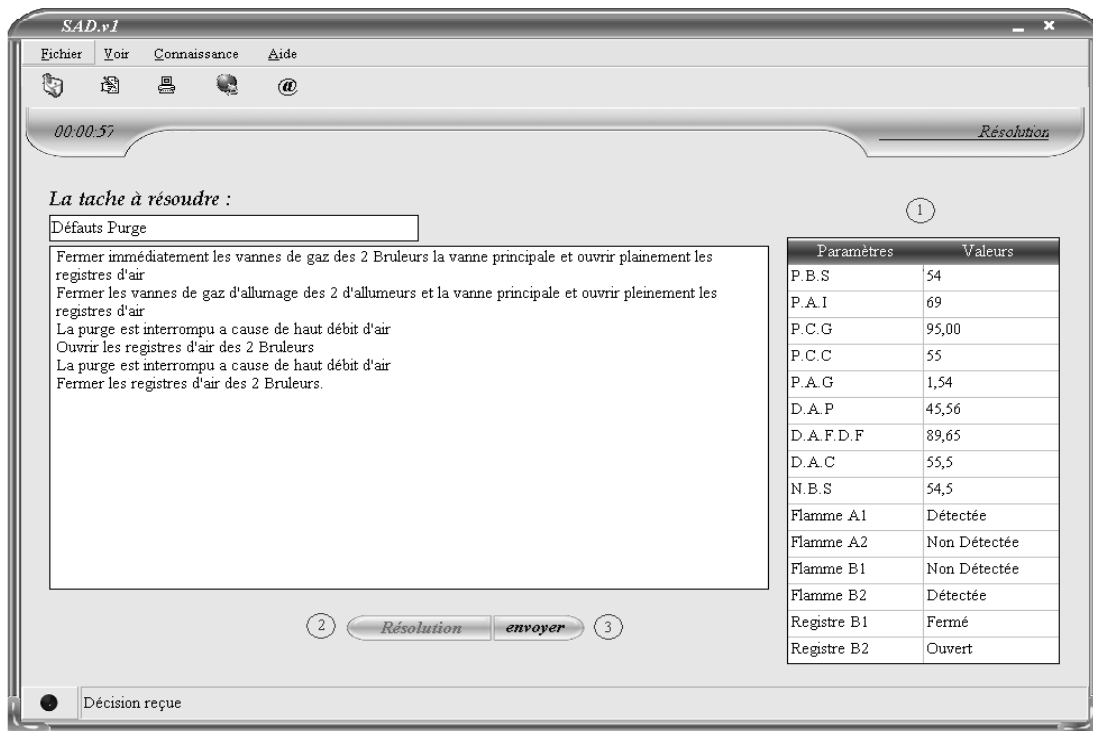


Figure 5.10: L'interface de résolution au niveau participant

5.5.2.2 Organisation des solutions au niveau de facilitateur

- Actualisation des solutions en cas de modification
- Elimination des alternatives redondantes

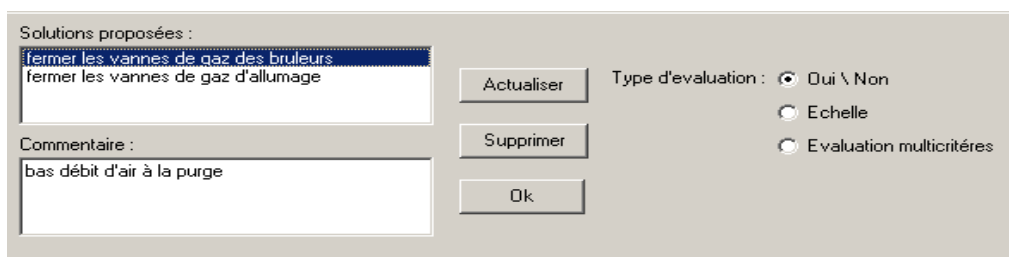


Figure 5.11 : Boite de réception facilitateur

5.5.2.3 Evaluation des options de solutions

- Evaluation par Oui ou par Non
- Evaluation sur une Echelle de 1 à 5
- Evaluation multicritères.

1. L'évaluation par Oui/Non

a. Evaluation par un Participant

The screenshot shows a form titled "Evaluation" with two sections. The first section, "Solution 1 :", contains the text "fermer les vannes de gaz des bruleurs" and two radio buttons labeled "Oui" (selected) and "Non". Below this is a text input field. The second section, "Solution 2 :", contains the text "fermer les vannes de gaz d'allumage" and two radio buttons labeled "Oui" and "Non" (selected). Below this is another text input field. At the bottom center is an "Ok" button.

Figure 5.12 : Evaluation Oui/Non

b. Réception des évaluations par le Facilitateur

The screenshot shows a form titled "Evaluation" with two sections. The first section, "Solution 1 :", contains the text "fermer les vannes de gaz des bruleurs", a dropdown menu showing "Decideur 1", and the text "Vote : Oui". Below this are two lines of text: "Nombre total de Oui : 1" and "Nombre total de Non : 1", followed by a "Commentaire :" label and a text input field. The second section, "Solution 2 :", contains the text "fermer les vannes de gaz d'allumage", a dropdown menu showing "Decideur 1", and the text "Vote : Non". Below this are two lines of text: "Nombre total de Oui : 1" and "Nombre total de Non : 1", followed by a "Commentaire :" label and a text input field. At the bottom right is a "Retour" button.

Figure 5.13 : Réception des évaluations par Oui/Non au niveau du facilitateur

2. Evaluation sur une Echelle

a. Evaluation par un Participant

Solution 1 :
fermer les vannes de gaz des bruleurs 1

Solution 2 :
fermer les vannes de gaz d'allumage 3

OK

Figure 5.14: Evaluation sur une échelle

b. Réception des évaluations sur une échelle par le Facilitateur

Evaluation

Solution 1 :
fermer les vannes de gaz des bruleurs Decideur 1
Nombre total : 3
Commentaire :

Solution 2 :
fermer les vannes de gaz d'allumage Decideur 1
Nombre total : 7
Commentaire :

Retour

Figure 5.15 : Réception d'évaluation sur une échelle au niveau du facilitateur

3. Evaluation Multicritères

a. Proposition des critères par un Participant

Proposez trois critères :

Critère 1 :

Critère 2 :

Critère 3 :

Figure 5.16: Propositions des critères au niveau du décideur

b. Organisation des critères par le Facilitateur

- Ajout d'un critère
- Suppression d'un critère

Ballon vapeur
la chambre de combustion
Flamme bruleur
Ballon de vapeur
ballon supérieur
Flamme Allumeur

Ballon vapeur
la chambre de combustion
Flamme Allumeur

Figure 5.17: Organisation des critères au niveau du facilitateur

c. Attribution d'un coefficient à un critère

	Coefficient
Ballon vapeur	3
la chambre de combustion	2
Flamme Allumeur	1

Figure 5.18 : Attribution d'un coefficient pour chaque critère

d. Evaluation multicritères par un participant

	Coefficient	fermer les vannes de gaz	fermer les vannes de gaz d'allumage
Ballon vapeur	3	1	2
la chambre de combustion		3	1
Flamme Allumeur	4	5	1

Figure 5.19 : Evaluation multicritères

e. Réception des évaluations multicritères par le Facilitateur

Solution 1 :

fermer les vannes de gaz des bruleurs	50
---------------------------------------	----

Solution 2 :

fermer les vannes de gaz d'allumage	36
-------------------------------------	----

Figure 5.20 : Réception d'évaluation multicritères au niveau du facilitateur

5.5.2.4 Choix d'une solution (Décision)

Solution 1 :

fermer les vannes de gaz des bruleurs

Solution 2 :

fermer les vannes de gaz d'allumage

Choisir la solution 1 ?

Figure 5.21 : Choix de solution

5.5.3 Reporting (Post-décision)

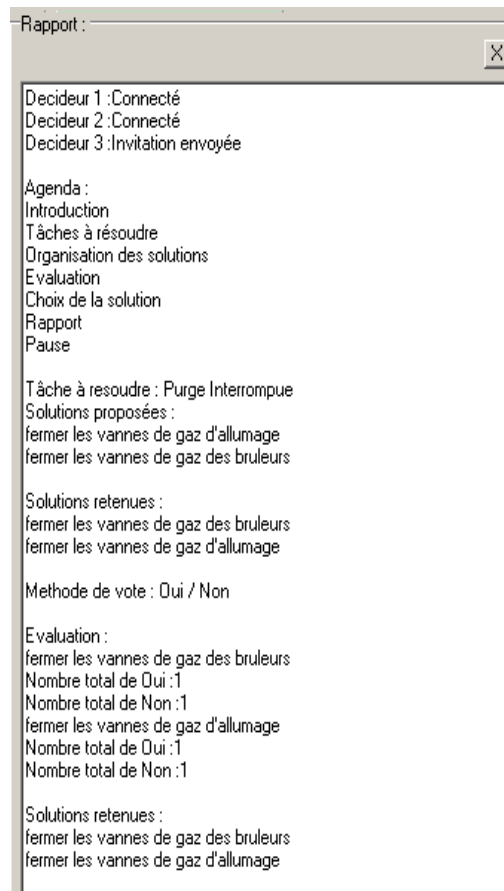


Figure 5.22 : Rapport de session

5.6 Conclusion

Nous avons consacré ce chapitre à la description de la partie implémentation d'une maquette de notre proposition d'un système d'aide à facilitation pour la prise de décision de groupe distribuée. Le cas de détection, d'analyse et de diagnostic des défauts de mise en service d'une chaudière a servi pour illustrer la faisabilité et l'applicabilité de notre proposition. Celle-ci n'a pas fait l'objet d'une implémentation complète et d'autres aspects restent donc à mettre en œuvre. Nous avons principalement réalisé des modules d'aide aux trois phases du processus de décision de groupe : à la phase de pré-décision (sélection des participants et élaboration de l'agenda), à la phase de décision (génération des options de solutions, organisation et évaluation des options de solutions et choix d'une solution constituant la décision à prendre), et à la phase de post-décision (reporting et diffusion de la décision pour son suivi). Cependant, bien que la partie implémentée ait été testée sur l'exemple d'application, elle n'a pas fait encore l'objet d'une mise en service opérationnelle et industrielle.

Annexe : Module de résolution et préparation des tâches

```
Foret=path_application+"\\Graphes\\"; // chemin de le base de raisonnement
tachearesoudre->Caption=Edition_problème->Text;
Résolution (Foret.c_str());

HANDLE hRecherche;
WIN32_FIND_DATA WFD;
char * Nom = WFD.cFileName;
char DossFiltre[1024], DossRech[1024];
//-----//
strcpy(DossFiltre, Dossier);
strcat(DossFiltre, ".*.*");
hRecherche = FindFirstFile(DossFiltre, &WFD);
if(hRecherche == INVALID_HANDLE_VALUE)
{
    FindClose(hRecherche);
    return;
}
do
{
    if((WFD.dwFileAttributes & FILE_ATTRIBUTE_DIRECTORY) ==
FILE_ATTRIBUTE_DIRECTORY)
    {
        if(!((Nom[0] == '.' && !Nom[1]) && !(Nom[0] == '.' && Nom[1] == '.' &&
!Nom[2])))
        {
            strcpy(DossRech, Dossier);
            strcat(DossRech, Nom);
            strcat(DossRech, "\\");
            Résolution (DossRech);
        }
    }
} else
{
    //Traitement sur le fichier Nom
    //-----
    Raisonnement->LoadFromFile(path_app+"\\Graphes\\"+Nom); //arbre de
raisonnement

    Localiser=TreeView1->Items->GetFirstNode();
    test="";
    for(int i=0;i<= Raisonnement ->Items->Count-1;i++)
    {
        if(tachearesoudre->Caption==Localiser->Text)
        {
            Localiser->Selected=true;
            i= Raisonnement ->Items->Count;
            trouv=true;
            TestNode=Localiser->getFirstChild();
            test=TestNode->Text;
        }
    }
}
```

```

    }
    Localiser->Expand(true); //Ouvrir les branches
    Localiser=Localiser->GetNext();
}
if(trouv==true)
{
    //-----
    S="";
    Trésolution_locale::Parcours_arbre(Localiser); //Sous Tache Localisée
    Solution->Text=S; //Solution finale
    //-----

    //-----
    } else { Raisonnement ->Items->Clear();}

    //-----
} //end else traitement du fichier

}
while(FindNextFile(hRecherche,&WFD)&& trouv==false);
FindClose(hRecherche);

if(trouv==false)
{
    ShowMessage("Aucune solution générée par le systeme !");
    File_d_attente->Clear();
    File_d_attente ->Items->Add(tachearesoudre->Caption);
    Raisonnement ->Items->Clear();
}
//-----
Trésolution_locale::Parcours_arbre (TTreeNode * Nodef)
{

String md,analyse;
TTreeNode *Node,*par;
Node=Nodef;
if(Node->HasChildren) //traitement sur les parents seulement
{
    md=Node->Text;
    if((md[1]=='M')&&(md[2]=='D'))//commencer les parenthèses qu'après le méthode de
décomposition
    {
        S=S+" ( ";
    }
    //ShowMessage(S) ;

    par=Node->getFirstChild();
    while(par!=Node->GetLastChild())
    {
        Trésolution_locale:: Parcours_arbre (par) ;
    }
}

```

```

    int i=1;analyse="";
    while(md[i]!=':'){i++;}i++;
    while(md[i]!=':'){analyse=analyse+md[i];i++;}
    //for(int h=i;h<=md.Length();h++){analyse=analyse+md[h];}
    S=S+" "+analyse+" ";          //Node->Text

    par=par->getNextSibling();
}

TForm5::fonction(par)    ;
if((md[1]=='M')&&(md[2]=='D')){S=S+" ";}
}
else {
    String MI="";
    MI=Node->Text;

    TTreeNode *Sauv;
    Sauv=Node->Parent;
    if(MI[1]=='M'&&MI[2]=='I')
{
    ListBox1->Items->Add(Sauv->Text); //Ajouter une sous tache à le file d'attente
}

    Sauv=Sauv->Parent;
    S=S+" ( "+GetSolution(Node->Text,Sauv->Text)+" ) ";Node->Text;
}

//-----
GetSolution(String resolv, String Tachemere)
{
Memo2->Lines->Clear();
if(resolv[1]=='R') //Resolution systeme
{
    Memo2->Lines-
>LoadFromFile(path_app+"\\Solution\\"+Tachemere+"\\ "+Tachemere+".Remede");
}
if(resolv[1]=='S') //requet
{
    DBase->Query1->Open();
    DBase->Query2->Open();
    DBase->Query1->First();
    bool L=false;
    while(L==false)
    {
        if(Tachemere== DBase ->Query1->FieldByName("Tache")->AsString){L=true;}
        else {DBase->Query1->Next();}
        //
    }
    Memo2->Lines->Clear();
    DBase ->Query2->First();
    while(!DBase ->Query2->Eof)
    {

```

```

        buffer->Lines->Add(DBase ->Query2->FieldByName("Remede")->AsString);
        DBase ->Query2->Next();
    }

    }
    if(resolv[1]=='U'){;}
    if(resolv[2]=='I'){Memo2->Text= '?';}

    //Cette Methode est inconnue qui génère la reponse « ? »
    return(buffer->Text);
}

```

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les organisations aujourd'hui font face à des défis incomparables survenant de situations nécessitant une prise de décision rapide qui intervient dans des environnements dynamiques et peu prévisibles et sont caractérisés par la dispersion des données parmi un ensemble d'intervenants repartis géographiquement. Face à de tels environnements incertains, la maîtrise de la complexité est affaire de bonne organisation collective. Elle devient l'émanation de savoirs multiples dans les domaines techniques, sociaux, et organisationnels. Résultante complexe d'actions et de décisions individuelles et de construits collectifs. Cette double responsabilité est aussi complexe que difficile à gérer, la première nécessite une rapidité et une agilité alors que la deuxième requiert une patience et un processus.

Contrairement aux outils classiques d'aide à la décision, les GDSS distribués tentent de répondre au besoin de mise en relation de ces données décentralisées. En effet, les processus de décision dans les organisations ont évolué et les décisions importantes et urgentes sont prises de plus en plus en mode synchrone et distribué. Les systèmes d'aide à la décision proposés doivent alors assurer, au pire la synchronisation des acteurs impliqués, au mieux leur coopération.

Notre travail explore le concept d'organisation ou équipe virtuelle dont les membres sont issus de plusieurs organisations et réunis à l'occasion d'un projet éphémère : la résolution collaborative d'un problème décisionnel; la durée de vie de l'équipe est la durée de vie du projet. Pour cela, l'utilisation d'un GDSS distribué conduit à une satisfaction plus élevée pour la génération d'idées pour la prise de décision collective. La facilitation semble également être une variable conduisant à une décision de meilleure qualité et à la satisfaction vis à vis du processus.

Notre contribution principale dans le domaine de la prise de décision de groupe distribuée réside dans le support que nous pouvons apporter en matière de facilitation de la prise de décision collective synchrone et distribuée.

Tout au long de ce mémoire, nous avons montré que les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision ont évolué, depuis leur apparition dans les années 70 jusqu'à nos jours, tant d'un point de vue architectural que d'un point de vue fonctionnel.

1. Pour l'aspect architecture, nous avons montré que l'architecture initialement proposée par Sprague et Carlsson (1982), comprenant une base de données, une base de modèles et une interface a évolué en intégrant des modules basés sur la connaissance ainsi que des modèles de la coopération. Nous proposons de supporter le processus de décision de groupe dans les organisations, non plus grâce à des outils dédiés, mais grâce à des architectures logicielles. L'apport principal de l'architecture logicielle que nous proposons réside dans une aide à la décision de groupe synchrone distribuée.
1. D'un point de vue des fonctionnalités, nous avons montré que les SIAD intègrent de plus en plus de fonctionnalités nouvelles pour en arriver aux systèmes d'aide à la décision de groupe (GDSS) proposant une gestion du processus et de la coopération entre les membres du groupe.

Le principe majeur de cette proposition est double :

- d'une part, de pouvoir fournir une aide au décideur globalement intégrée. La caractéristique principale du système fondé sur cette architecture réside dans la possibilité offerte à l'utilisateur de résoudre une partie du problème ;
- d'autre part, dans le renforcement de la communication et la coopération des différents acteurs impliqués dans la prise de décision leur permettant de consolider leurs points de vue.

Parmi les attendus d'une aide à la facilitation, on peut citer le besoin de faire ressortir ce qui est objectif de ce qui l'est moins, de séparer les conclusions robustes des conclusions fragiles, de dissiper certaines formes de malentendu dans la communication. Cependant, l'aide à la facilitation n'a pas pour but de se substituer aux facilitateurs (en reproduisant automatiquement leurs habiletés et compétences). Elle cherche d'abord à les éclairer et à les guider vers la prise de décision qu'ils auront la responsabilité de gérer.

Il nous a paru essentiel alors de proposer aux facilitateurs différentes sortes d'outils selon l'étape courante du processus de décision : pré-décision, décision et post-décision. Certes, des outils d'aide à la décision de groupe ont déjà été proposés, avec succès pour certains, mais ils ne concernent pas à l'ensemble du processus de décision de groupe. Il s'agit de développer le bon outil pour la bonne étape. Pour cela des outils complexes adéquats sont nécessaires. La gestion des outils de travail nécessaires selon l'étape en cours est mise en œuvre. Elle est fondée sur un modèle du processus de décision que nous avons défini et qui est issu de notre analyse d'un ensemble de modèles proposés dans la littérature.

Le système d'aide à la facilitation est proposé en vue d'améliorer la performance du groupe en améliorant le processus de prise de décision. Il permet d'améliorer la participation et la compréhension et d'atténuer les conflits interpersonnels contre-productifs. L'évaluation

des options de solutions peut également être plus objective. L'anonymat dans l'expression des opinions autorisées par la technologie contribue à réduire la domination et l'appréhension d'être évalué par les autres. La fragmentation du temps peut également être réduite puisque les participants peuvent faire des contributions simultanément. On parle alors de parallélisme de la communication. Un autre aspect positif du système proposé inclut une décision de plus grande qualité.

Un exemple d'application en milieu industriel qui consiste en une résolution coopérative des problèmes de défauts de mise en services des chaudières et de gestion des alarmes nous a permis d'illustrer la faisabilité et l'applicabilité de modèle d'architecture. Cependant, nous sommes tout à fait conscients des limites du système proposé. Il n'est pas universel et ne prétend nullement l'être ; il n'est sûrement pas utile dans toutes sortes de processus de décision de groupe. Il peut être utile pour des situations de type synchrone et distribué.

Tout au long de notre présentation, nous avons souligné plusieurs points qui font émerger des perspectives d'approfondissement et d'extension pour la conception d'un environnement intégré pour la prise de décision collective.

Les concepts informatiques évoluent vers des systèmes complexes en réseaux. L'internet a consacré l'avènement des réseaux planétaires conventionnels, mais une prochaine mutation semble pouvoir favoriser le développement de l'*intelligence ambiante* par une *informatique diffuse*. L'individu et son contexte social, physique et organisationnel sont au centre des préoccupations de la conception de ces systèmes qui peuvent s'adapter aux besoins et au comportement des utilisateurs. Le couplage homme-système doit être intuitif en corrélant les contenus des échanges, la multi-modalité et autres ressources d'interaction. Ces systèmes constitués d'êtres humains et de composants en interaction sont des « *systèmes sociotechniques ambiants* ». Leurs composants dits ambiants peuvent être des entités physiques ou des logiciels distribués. Ils ont des capacités d'interaction, un comportement autonome et ont la capacité de s'adapter à la tâche courante de l'être humain et aux ressources numériques et physiques disponibles. Des recherches doivent être menées en synergie pour résoudre des problèmes liés groupe. Il s'agit non seulement d'étudier les interactions (entre agents artificiels, physiques et/ou humains) et le moyen d'obtenir un comportement collectif cohérent et adaptatif malgré la complexité et la dynamique, mais également d'étudier les propriétés du groupe dans son entier, en tant qu'institution formelle ou informelle.

Dans la prise de décision collective, la dimension spatio-temporelle est une donnée essentielle dans une perspective d'analyse du processus de décision, car le temps et l'espace sont des catégories socioculturelles qui s'imposent aux décideurs par la structuration qu'ils font de leur environnement social et matériel de prise de décision. Il nous paraît primordial de s'intéresser aux effets de la diversité culturelle inhérente aux contextes spatio-temporels, variables constitutives des contextes sociotechniques de la prise de décision collective. Etudier l'effet de ces différences culturelles dans les interactions permettra de comprendre les particularités des structures de connaissances et des traitements cognitifs mis en œuvre dans les processus de prise de décision ; les enjeux sont importants : préserver l'identité et la spécificité de chaque culture mais aussi rendre plus efficace les systèmes. L'idée sous-jacente à une telle assertion est que la diversité culturelle constitue un atout ou du moins concourt à un optimum d'efficacité du travail collaboratif. Dans les conditions, où la prise de décision passe parfois par un conflit cognitif, la diversité culturelle peut constituer un atout dans la mesure où les décideurs en présence sont socialement déterminés par leur culture propre. La confrontation de leur savoir acquis dans un contexte socioculturel particulier enrichit le

groupe et contribue ainsi à l'efficacité du travail collectif. Car nos actions et nos pensées sont indissociablement sociales et individuelles

Les tâches critiques, tant militaires que civiles, se produisent dans des environnements qualifiés d'extrêmes caractérisés par l'incertitude, des situations physiques hautement stressantes et des contraintes temporelles. Les groupes travaillant dans de tels environnements doivent être extrêmement mobiles, en utilisant une variété de technologies sans fil avancées pour communiquer durant l'accomplissement de leurs tâches. Ces éléments peuvent avoir des rôles et des besoins d'information distincts et sont souvent géographiquement distribués. De plus, d'autres groupes d'utilisateurs assurant des tâches de commande et de contrôle doivent avoir une vue générale et claire de l'état courant des opérations, au niveau de détail nécessaire, pour prendre les décisions adéquates basées sur leur connaissance et les différents types d'informations qu'ils reçoivent. Une perspective intéressante de ce travail est de se focaliser sur les technologies qui aident les décideurs dans deux directions: réduire le niveau d'incertitude et fournir une meilleure prise de conscience de la situation pour les membres et les groupes travaillant dans ces environnements extrêmes. Il s'agit d'étudier comment les technologies des agents mobiles et de communications sans fil peuvent coopérer comme des composants complémentaires pour aider les décideurs à obtenir une décision plus fiable, plus précise et opportune en considérant les incertitudes de l'environnement et ses changements d'état.

BIBLIOGRAPHIE

[Ackermann 94]

Ackermann, F., A. Tait, T. Williams, and C. Eden (1994): "COPE-ing with system dynamics - a story about soft and hard OR", In, *Young OR Conference, York, UK, March 1994.* .

[Ackermann 96]

Ackermann, F. (1996): "Participants' perceptions on the role of facilitators using group decision support systems", *Group Decision and Negotiation*, vol. 5, no. 1, pp. 93-112.

[Ackermann 01]

Akkermans HA (2001): "Renga: a systems approach to facilitating inter-organizational network development", *System Dynamics Review* 17: 179-193

[Adla 06a]

Adla, A. (2006) : « Système d'Aide à la Décision Coopératif », 18^e Conférence Francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'06), 18-21 avril, Montréal (Canada).

[Adla 06b]

Adla, A., J.L. Soubie & P. Zaraté (2006): "A Distributed Architecture for Intelligent Cooperative Decision Support Systems", Euro Work Group on DSS Workshop, International Conference on Creativity and Decision Making and Decision Support (CIDMDS 2006), June 28-July 01, London (England).

[Adla 06c]

Adla, A (2006) : « Systèmes d'aide à la décision de groupe appliqué au diagnostic médical », GISEH'06, 14-16 septembre, Luxembourg (Luxembourg).

[Adla 06d]

Adla, A. and P. Zaraté (2006): "A Cooperative Intelligent Decision Support System", IEEE International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSSM'06), October 25-27, Troyes (France).

[Adla 06e]

Adla, A & P. Zaraté (2006): "A Distributed Cooperative Intelligent Decision Support System for Contingency Management", International Conference on Multidisciplinary Information Science & Technologies (InSciT 2006), October 25-29, Merida (Spain).

[Adla 06f]

Adla, A. (2006): "A Cooperative Intelligent Decision Support System for Contingency Management", *Journal of Computer Science (JCS)*, Vol. 2, N° 10, pp. 758-764, Sciences Publications, NY, USA, ISSN: 1549-3636

[Adla 07a]

Adla, A. & P. Zaraté (2007): "A multi-participant Decision Support System for Medical Diagnosis", International Conference on Human Machine Interaction (HuMaN 07), March 12-14, Timimoun (Algeria).

[Adla 07b]

Adla, A. (2007): "A Distributed Architecture for Cooperative Systems", International Conference on Interactive Mobile & Computer-Aided learning (IMCL 2007), April 18-20, Amman (Jordan).

[Adla 07c]

Adla, A. & P. Zaraté (2007): "Facilitating Group Decision Support Systems", 22nd Euro Work Group on DSS Workshop (EWG XXII), July 8-11, Prague (Tchequoslovakia).

[Adla 07d]

Adla, A. (2007): "Integrating Agents into Cooperative Intelligent Decision Support Systems", International Conference on Enterprise Information systems (ICEIS 2007), June 12-16, Funchal-Madeira (Portugal).

[Adla 07e]

Adla A. (2007): « Multi-Agents Group Decision Support System », Arab Conference on Information & Technology (ACIT 2007), November 26-28, 2007, Lattakia (Syria).

[Adla 07f]

Adla, A. (2007): "A Distributed architecture for Cooperative intelligent Decision Support Systems", IEEE Multidisciplinary Engineering and Education Magazine (MEEM), Vol.2, N° 2, pp.22-29.

[Adla 07g]

Adla, A., M.T. Laskri & J.L. Soubie (2007): "A Cooperative Framework for Intelligent Decision Support Systems », International Journal on Computer and Software (IRECOS), 2007 Praise Worthy Prize (PWP), July 2007.

[Adla 07h]

Adla, A., J.L. Soubie & P. Zaraté (2007): "A cooperative Intelligent Decision Support System for Boilers Combustion Management based on a Distributed Architecture", Journal of Decision Systems (JDS), Vol. 16, N° 2, pp. 241-263, Hermes Lavoisier.

[Adla 08a]

Adla, A., J.L. Soubie & P. Zaraté (2007): "Using a Memory based Reasoning for Group Decision Support Systems", Group Decision and Negotiation (GDN 2008), Coimbra (Portugal), June 17-20, 2008, pp. 247-248.

[Adla 08b]

Adla, A. and M. Frendi (2008): "Supporting Virtual Group decision meeting", Dans Atelier sur les Systèmes Décisionnels (ASD 2008), Mohammedia (Maroc), 10-11 Octobre 2008, pp. 149-160.

[Adla 08c]

Adla, A. (2008): "Agent-based Group Decision Making". International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2008), Sliema (Malta), October 26-31, 2008, pp. 146-151

[Adla 08d]

A Distributed Facilitation Framework, In Collaborative Decision Making: Perspectives and Challenges. IOS Press, Vol. 176, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Juillet 2008.

[Adla 09]

Adla, A. (2009): "Group Memory Support to Collaborative Decision Making", 23rd Euro Work Group on DSS Workshop (EWG XXIII), Bonn (Germany).

[Aiken 91]

Aiken, M., O. L. Sheng & D. Vogel (1991): "Integrating expert systems with group decision support systems", ACM Transactions on Information Systems, Vol. 9, N° 1, pp. 75-95.

[Alter 80]

Alter S.L., *Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges*, Addition-Wesley, Reading, MA, 1980

[Anson 95]

Anson, R., Bostrom, R., and Wynne, B. An Experiment Assessing Group Support System and Facilitator Effects on Meeting Outcomes, *Management Science* (41:2), 1995, pp. 189-208.

[Antunes 99]

Antunes, P. and T. Ho (1999). Facilitation tool – A tool to assist facilitators managing group decision support systems. *Proceedings of the 9th Annual Workshop on Information technologies and systems*. Charlotte, NC, USA, 11-12, 1999. pp. 87-92.

[Anzieu 03]

Anzieu, D., & Martin, J.-Y. (2003). *La dynamique des groupes restreints* (13^e éd.). Presses Universitaires de France - PUF.

[Arregle 01]

Arregle J.-L. Policy capturing et modèles linéaires hiérarchiques : une démarche de collecte et d'analyse des décisions managériales. In *Actes de la X^{ème} Conférence Internationale de l'AIMS*, Québec, Juin 2001. [Cf. pages: 56, 58

[Baker 05]

Baker, L. L. & Fraser, C. 2005, 'Facilitator core competencies as defined by the International Association of Facilitators', in *The IAF handbook of group facilitation: best practices from the leading organization in facilitation*, ed. S. Schuman, Jossey-Bass, San Francisco, pp. 459-472.

[Bannon 97]

Bannon, L. (1997): "Group Decision Support Systems: An analysis and critique", In Proceedings of the International Conference on Information Systems, Vol. 1, pp. 526-539, Cork (Ireland).

[Beauchclair 90]

Beauchclair, R.A. & D.W. Straub (1990): "Utilizing GDSS Technology: Final Report on a Recent Empirical Study", *Information and Management*, Vol. 18, N° 5, pp.213-220.

[Benbasat 93]

Benbasat, I.G. & L.H. Lim (1993): "the effects of Group, Task, Context, and Technology Variables on the Usefulness of Group Support Systems: A Meta- Analysis of Experimental Studies", *Small Group Research*, Vol. 24, N° 4, pp. 430-462.

[Benchimol 92]

Benchimol, G. & G. Jacob (1992) : *Décision de groupe assistée par ordinateur*, Hermès, Paris, 1992.

[Benchimol 93]

Benchimol, G. (1992) : *L'entreprise étendue*, Hermès, Paris, 1993.

[Biro 92]

Biro, M., E. Bodroghy, A. Bor, E. Knuth & L. Kovacs (1992): "The Design of DINE: A Distributed Negotiation Support Shell", In T. Jelassi, M.R. Klein and W.M. Mayon-White (Eds.): "Decision Support Systems: Experiences and Expectations", IFIP, pp. 103-113, Amsterdam (North-Holland).

[Bonczek 81]

Bonczek R., C. Holsapple & A. Whinston (1981): "Foundations of Decision Support System". Academic Press, New York.

[Borges 99]

Borges, M.R. J.A. Pino, D.A. Fuller and A.C. Salgado (1999). Key issues in the design of asynchronous system to support meeting preparation. *Decision Support Systems*, 27, pp. 269-287.

[Bostrom 93]

Bostrom, R.P., R. Anson & V.K. Clawson (1993): "Group facilitation and group support systems". In *Group Support Systems: New Perspectives*, McMillan, New York.

[Briggs 03]

Briggs, R., DeVreede, G., and Nunamaker, J., Collaboration Engineering with ThinkLets to Pursue Sustained Success with Group Support Systems, *Journal of Management Information Systems*, Spring2003, Vol. 19 Issue 4, pp31-65.

[Bubs 92]

Bubs, S. and S. Hayne (1992). Distributed facilitation: A concept whose time has come? Proc. of ACM CSCW'92 Conference on Computer-Supported Cooperative Work, Toronto, Canada, November.

[Buchanan 84]

Buchanan, B.G. & E.H. Shortliffe, (1984): "Rule-based expert systems: The MYCIN experiments of transferred heuristic programming project", Addison-Wesley publishing Company.

[Bui 86]

Bui, T.X. & M. Jarke (1986): "Communications Design for Co-op: A Group Decision Support System". *ACM Trans. Office Information Systems*, Vol. 4, N° 2, pp. 81-103.

[Bui 92]

Bui, T.X. (1992): "Evaluating Negotiation Support Systems: A Conceptualization", Proceedings of the 27th Hawaii International Conference on System Science, Maui.

[Camilleri 02]

Camilleri G. et Soubie J.L. (2002) : TMMT: Tool Supporting knowledge modelling. Rapport IRIT 2002-16-R.

[Cannolly 90]

Cannolly, T., L.M. Jessup & J.S. Valacich (1990): "Effects of Anonymity and Evaluative Tone on Idea Generation in Computer Mediated Groups", *Management Science*, Vol. 36, N° 6, pp. 689-703.

[Cantzler 96]

Cantzler O. Une architecture conceptuelle pour la pérennisation d'historique globaux de conception de produits industriels complexes. PhD thesis, Ecole Centrale Paris, Laboratoire productique logistique, Paris, 1996. [Cf. page : 46, 55, 75, 76, 107

[Castelfranchi 98]

Castelfranchi, C. (1998): "Modelling social action for AI agents", *Artificial Intelligence* Vol. 103, N° 1-2, pp. 157-182.

[Carlsson 02]

Carlsson, C. & E. Turban (2002): "DSS: directions for the next decade", *Decision Support Systems* 33(2): 105-220.

[Chalidabhongse 02]

Chalidabhongse, J., W. Chinnan, P. Wechasaethnon and A. Tantisirithanakorn (2002). Intelligent Facilitation Agent for Online Web-Based Group Discussion System. *Developments in Applied Artificial Intelligence: Proceedings of the 15th International Conference on Industrial and Engineering Applications of "Advancing the Theory of Adaptive Structuration: The Development of a Scale to Measure Faithfulness of Appropriation," Information Systems Research*, Vol. 8, No. 4, pp. 342-367.

[Chen 05]

Chen M., Y. Liou, C.W. Wang, Y.W Fan, & Y.P.J Chi (2005): "TeamSpirit: Design, implementation, and evaluation of Web-based group decision support system". Elsevier B.V., *Decision Support System*.

[Chidambaram 96]

Chidambaram, L. (1996): "Relational development in computer supported groups", *Management Information Systems Quarterly* Vol. 20, N° 2, pp. 143-166.

[Chiu 02] Cité dans [Laborie 06]

[Clarke 93]

Clarke A. & M. G. Smith (1993): "A cooperative computer based on the principles of humans cooperation", *International Journal of Man-Machine Studies (IJMMS)*.

[Clawson 93]

Clawson, V. & R. Bostrom (1993): "The facilitation role in group support systems", In *Proceedings of the 1993 Conference on Computer Personnel Research*, pp. 323-335.

[Coghlan 02]

Coghlan, D. (2002): "Facilitating learning and change: perspectives on the helping process", *Organization Development Journal*, vol. 20, no. 2, pp. 116-120.

[Cohen 97]

Cohen, S. G. & Bailey, D. E. (1997): "What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite", *Journal of Management*, vol. 23, no. 3, pp. 239-290.

[Courbon 94]

Courbon J-C, D. Dubois, J-C Pomerol & B. Roy (1994) – *Autour de l'Aide à la Décision et de l'Intelligence Artificielle* – Rapport de recherche Laforia/ IBP 1994/01, Institut Blaise Pascal, Université Paris 6, Paris, France.

[Courtney 01]

Courtney, J.F. (2001): "Decision making and knowledge management in inquiring organizations: towards a new decision making paradigm for DSS", *Decision Support Systems* Vol. 31, N° 1, pp. 17-38.

[Coutaz 98]

Coutaz, J., F. Bérard, E. Carraux & J. Crowley. "Early experience with the mediaspace CoMedi". In IFIP Working Conference on Engineering for Human- Computer Interaction, Heraklion, Crete, 1998.

[Daly 93]

Daly, B. (1993): "the influence of face-to-face versus computer mediated communication channels on collective induction", *Accounting, Management and Information Technology*, Vol. 3, N°1, pp. 1-22.

[David 04]

David, M. (2004) : « Définition d'un cadre pour l'organisation et l'évaluation des activités du travail coopératif », Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy-I (France).

[Davidson 95]

Davidson, R.M (1995): "Socio-psychological aspects of group processes", Working paper 95/03, Dept Information Systems, City University of Germany.

[Davis 00]

Davis, D.N. (2000): "Agents, Emergence, Emotion and Representation, Emergent Behaviour of Complex Human-Machine Interaction", *IEEE International Conference on Industrial Electronics, control and Instrumentation (IECON 2000)*, Nagoya (Japan).

[De Sanctis 87]

De Sanctis, G. & B. Galuppe (1987): "A foundation for the study of group decision support systems", *Management Science*, Vol. 33, N° 12, pp. 1589-1609.

[de Terssac 90]

de Terssac, G. & C. Chabaud (1990) : « Référentiel opératif commun et fiabilité, les facteurs humains et la fiabilité dans les systèmes complexes », Dans Leplat & de Terssac (Eds), *OCTARES Entreprises*.

[de Terssac 96]

de Terssac, G. & B. Maggi (1996) : « Autonomie et Conception ». Dans de Terssac G. et E. Friedberg (Eds) « Coopération et Conception », Octares Edition, ISBN : 2-906769-33-9.

[DeVreede 02]

De Vreede, G.-J., Niederman, F. & Paarlberg, I. (2002): "Towards an Instrument to Measure Participants' Perceptions on Facilitation in Group Support Systems Meetings", *Group Decision and Negotiation*, vol. 11, no. 2, pp. 127-144.

[Delbecq 86]

Delbecq, A.L., A.H. Van de Ven & D.H. Gustafson (1986): "Group Techniques for Programming Planning", Green Briar Press (Wisconsin USA).

[Denguier-Rekik 07]

Denguier-Rekik, A (2007): "Un cadre possibiliste pour l'aide à la décision multicritère et multi-décideurs. Application au marketing et au benchmarking de sites E-commerce. Thèse de doctorat de l'université de Savoie (France)

[Dennis 88]

Dennis, A. (1988): "Group Support Systems for Strategic Planning", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 14, N° 1, pp. 155-184.

[Dennis 02]

Dennis, A.R. & B.H. Wixom (2002): "Investigating the moderators of the group support systems use with Meta-analysis", *Journal of Management Information Systems*, winter, pp. 235-257.

[Dickson 92]

Dickson, G., Poole, S., DeSanctis, G. (1992). An overview of the GDSS research project and the SAMM system. *Computer Augmented Teamwork: A guided tour*. Van Nostrand Reinhold.

[Dickson 93]

Dickson, G.W., J.E. Partridge & L.H. Robinson (1993): "Exploring Modes of Facilitative Support for GDSS Technology", *MISQ*, Vol. 17, N° 2, pp. 173-194.

[Dickson 96]

Dickson, G., Partridge, J., Limayem, M., DeSanctis, G. (1996). Facilitating computer supported meetings: A cumulative analysis in a multiple-criteria task environment. *Group Decision and Negotiation*, 5, 51-72.

[Dillenbourg 96]

Dillembourg P., M. Baker & M. Blaye (1996): « L'évolution de la recherche sur l'apprentissage collectif ». Dans Spada E. & P. Reitman (Eds) "Learning in humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science". Oxford, Elsevier, traduit par A. Midenet, pp. 189-211.

[Drira 05]

Drira, K. (2005): "Contribution à la conception des architectures logicielles et des protocoles de coordination pour les systèmes distribués coopératifs", *Mémoire HDR*, Université Paul Sabatier, Toulouse III (France).

[Duda 84]

Duda, R.O. & R. Reboh (1984): "Artificial and Decision Making. The PROSPECTOR experience" in W. Reitman (ed.): "Artificial Intelligence Applications for business", Norwood, (N.J., USA).

[Easterbrook 91]

Easterbrook D. (1991): "CSCW: Co-operation or Conflict", Spring Verlag, New York (USA).

[Ellis 91]

Ellis, C.A., J. Gibbs & L. Rein (1991): "Groupware: some issues and experiences", *Communications of the ACM*, Vol. 34, N° 1, pp. 38-59

[Ermine 03]

Ermine, J.-L. (2003). *La gestion des connaissances*. Hermès, Lavoisier, Paris.

[Erschler 93]

Erschler J., G. Fontan et C. Mercé (1993) : « Approche par Contraintes en planification et ordonnancement de la production », *RAIRO-APII*, Vol. 27, N° 6, pp. 669-695.

[Favier 97]

Favier, M. & F. Coat (1997): "Comment gérer une équipe virtuelle. Une approche par les systèmes d'aide à la décision collective sur Internet », *Actes du 3^{ème} Colloque de l'A.I.M.*, p. 15, Strasbourg (France).

[Ferber 95]

Ferber, J. (1995) : « Les Systèmes Multi-Agents. Vers un intelligence collective », Inter-Editions/Masson, Paris (France).

[Fjermestad 01]

Fjermestad, J. & Hiltz, S. R. (2001): "Group support systems: a descriptive evaluation of case and field studies", *Journal of Management Information Systems*, vol. 17, no. 3, pp. 115-159.

[Flores 00]

Flores, L.G. & J. Fadden (2000): "How to have successful strategic planning meeting", *Training & Development*, 54, 31.

[Forgionne 02]

Forgionne G., M. Mora, F. Cervantes & O. Gerlman (2002): "I-DMSS: A Conceptual Architecture for the Next Generation of Decision Making Support Systems in the Internet Age", In Proceedings of International Conference on IFIP TC8/WG8.3, pp. 154-165, Cork (Ireland).

[Fraser 86]

Fraser, N.M. & K.W. Hipel (1986): "Conflict analysis for group decision and negotiation support systems", TIMS/ORSA Joint National Meeting, Miami (FL, USA).

[Gachet 03]

Gachet, A. (2003): "A Software Framework for Deloping Disributed Cooperative Decision Support Systems", Inaugural Dissertation. University of Fribourg (Switzerland).

[Gallupe 92]

Gallupe, R.B., W.H. Cooper, J.S. Valacich, L.M. Bastianutti & J.F. Nunamker (1992): "Electronic Brainstorming and Group Size", Academy of Management Journal, Vol. 35, N° 2, pp. 350-369

[Gleizes 04]

Gleizes, M.P. (2004) : « Vers la résolution de problèmes par émergence ». Habilitation à diriger des recherches de l'Université Paul Sabatier, Toulouse (France).

[Goglin 01]

Goglin, J.F. (2001): « Construction du datawarehouse », Hermès.

[Gregory 01]

Gregory, W. J. & Romm, N. R. A. (2001): "Critical facilitation: learning through intervention in group processes", Management Learning, vol. 32, no. 4, pp. 453-467

[Griffith 98]

Griffith, T.L., M.A. Fuller & G.B. Northcraft (1998): "Facilitator influence in group support systems", Information Systems Research, Vol. 9; N°1, pp. 20-36.

[Grudin 94]

Grudin, J. (1994): « Computer-Supported Cooperative Work: Its history and participation ». IEEE Computer, Vol. 27, N° 5, pp. 19-26.

[Guzzo 95]

Guzzo, R. & E. Salas (1995): "Team Effectiveness and decision making in organization", Josey Press, San Francisco (CA, USA).

[Hatchuel 96]

Hatchuel, A. (1996) : « Coopération et Conception collective », Dans G. de Terssac et E. Friedberg (Eds) Coopération et Conception. Octaves Edition.

[Haettenschwiler 98]

Haettenschwiler, P., M. Moresino & A. Schroff (1998): "Rapid prototyping of decision support systems", ICSC Symposium, Tenerife

[Hea 02] Cité dans [Laborie 06]

[Héron 99]

Heron, J. 1999, The complete facilitator's guide, Kogan Page, London.

[Hightower 95]

Hightower, R.T. & L. Sayeed (1995): "The impact of computer mediated communication systems on biased group discussion", Computers in Human Behaviour, Vol. 11, N° 1, pp. 33-44.

[Hoc 01]

Hoc, J.M., (2001): "Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations". International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 54, pp. 509-540.

[Holtzman 89]

Holtzman, S. (1989): Intelligent decision systems, Addison Wesley.

[Huber 84]

Huber, G. (1984): "Issues in the design of group decision support systems", MIS Quarterly, Vol. 8, No 3, pp. 195-204.

[Hunter 05]

Hunter, D. & Thorpe, S. (2005): "Facilitator values and ethics", in The IAF handbook of group facilitation: best practices from the leading organization in facilitation", (eds) S. Schuman, Jossey-Bass, San Francisco, pp. 545-562.

[Hwang 87]

Hwang, C. & M. Lin (1987): "Group decision making under multiple criteria", Springer-Verlag.

[Inmon 96]

Inmon W.H., Building the Data Warehouse, New York: John Wiley & Sons, 1996.

[Jabeur 05]

Jabeur K. et Martel J.M. (2005) : La décision de groupe : l'application de méthodes de surclassement de synthèse. Bulletin du Groupe de Travail Européen Aide Multicritère à la décision, série 3, numéro 11, pp 1-5.

[Jacob 92]

Jacob, V.S. & H. Pirkul (1992): "A Framework for Supporting Distributed group decision Making", Decision Support Systems, Vol. 8, N° 1, pp. 17-28.

[Jacquet-Lagreze 84]

Jacquet-Lagreze, E. & M.F. Shakun (1984): "Decision support systems for semi-structured buying decisions". European Journal of Operational Research, Vol. 16, pp. 48-58.

[Jarke 87]

Jarke, M., M.T. Jelassi & M.F. Shakun (1987): "MEDIATOR: Towards a negotiation support system", European Journal of Operational research, Vol. 31, pp. 314-334.

[Jarvenpaa 88]

Jarvenpaa, S.L., V.S. Rao & G.P. Huber (1988): "Computer Support for Meetings of Medium-Sized Groups Working on Unstructured Problems: A Field Experiment", MISQ, Vol. 12, N° 4, pp. 645-666.

[Jelassi 89]

Jelassi M. T. & A. Foroughi (1989): "Negotiation Support Systems: An Overview of Design Issues and Existing Software", Decision Support Systems, Vol. 5, N° 2, pp.167-181.

[Jessup 87]

Jessup, L. & J. Valacich (1987): "Future directions and challenges in the evolution of group support systems, Group support systems, new perspectives", L. Jessup and J. Valacich (Eds).

[Johansen 91]

Johansen, R., D. Sibbet, S. Benson, A. Martin, R. Mittelman & P. Saffo (1991): "Leading Business Teams", Addison-Wesley.

[Kahnemann 82]

Kahnemann, D. (1982): "Judgement under uncertainty: Heuristics and Biases", Cambridge University Press.

[Kaner 96]

Kaner, S. (1996): "Facilitator's guide to participatory decision making", New Society publishers.

[Karacapilidis 95]

Karacapilidis, N.I. & C.P. Pappis (1997): "A Framework for Group Decision support Systems: Combining AI Tools and OR techniques", European Journal of Operational research, Vol. 103, pp. 373-388.

[Karacapilidis 01]

Karacapilidis, N. and D. Papadias (2001). "Computer supported argumentation and collaborative decision making: the HERMES system." Information Systems 26(4): 259-277.

[Keen 78]

Keen, P., & M. Scott-Morton (1978): "Decision Support Systems: an organizational perspective", Addison-Wesley Publishing.

[Keen 81]

Keen P.G.W., "Value analysis: Justifying Decision Support Systems", *MIS Quarterly*, 5(1), 1981, p. 15-25.

[Keeney 01]

Keeney S, Hasson F, McKenna HP. A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. *Int J Nurs Stud* 2001; 38: 195-200.

[Kersten 85]

Kersten, G.E. (1985): "NEGO – Group decision support system", Information and Management, Vol. 8, Issue 5, pp. 237-246

[Kersten 86]

Kersten, G.E. & T. Szapiro (1986): "Generalized approach to modelling negotiations", European Journal of Operational Research, Vol. 26, pp. 124-142.

[Kersten 94]

Kersten G.E. & Szpakowicz, S., 1994, Decision Making and Decision Aiding. Defining the Process, Its Representations, and Support, Group Decision and Negotiation, Vol. 3, No. 2, pp. 237-261

[Kersten 99]

Kersten, G. & S. Noronha (1999): "WWW-based negotiation support: design, implementation, and use", decision Support Systems, Newport Beach, Vol. 25, N°2, pp. 135-154.

[Khalifa 02]

Khalifa, M., Davidson, R. and Kwork, R.C.W. (2002). The effects of process an content facilitation restrictiveness on GSS-mediated collaborative learning. Group decision and negotiations, Vol. 11, No. 5, pp. 345-361.

- [Kiser 98]**
Kiser, A. G. (1998): "Masterful facilitation: becoming a catalyst for meaningful change", Amacom, New York.
- [Klein 97]**
Klein M. Capturing Geometry Rationale for Collaborative Design. In Proceedings of the Sixth IEEE Workshop on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'97), MIT, Juin 1997. IEEE Computer Press. [Cf. pages: 92]
- [Kremer 88]**
Kraemer, K.L. & J.L. King (1988): "Computer-Based systems for cooperative work and group decision making", ACM Computing Surveys, Vol. 20, N° 2, pp. 115-146.
- [Kvan 00]** Cité dans [Laborie 06]
- [Kwok 03]**
Kwok, C.-W. R., Ma, J. & Vogel, D. R. 2003, 'Effects of group support systems and content facilitation on knowledge acquisition', Journal of Management Information Systems, vol. 19, no. 3, pp. 185-229.
- [Laborie 06]**
Laborie, F. (2006) : « Le concept de salle de décision collective et son application aux processus complexes EADS », Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse (France).
- [Le Moigne 90]**
Le Moigne J.-L. La modélisation des systèmes complexes. Afcet Systèmes. Paris, dunod édition, 1990. [Cf. pages: 65, 66, 68, 76, 106, 107, 108, 125, 218, 220, 234]
- [Lee 08]**
Lee, K.C. & S. Kwon (2008): "CAKES-NEGO: Causal Knowledge-based expert system for B2B negotiation", International Journal of Expert Systems with Applications, Vol. 35, Issue 1-2, pp. 459-471.
- [Lepperhoff 01]**
Lepperhoff, N. (2001): « SAM: Analysis of Negotiation in Groups : an agent-based simulation », In Informatics Department, University of Dortmund (Germany).
- [Lévine 89]**
Lévine P. & J. Pomerol (1989) : « Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts », Editions Hermès.
- [Limayem 00]**
Liamayem, M.; DeSanctis, G.; Providing Decisional Guidance for Multicriteria Decision Making in Groups. Information Systems Research, Dec2000, Vol. 11 Issue 4, p386-402.
- [Lindston 75]** Cité dans [Turoff 02]
- [Lipett 79]**
Lippert, G. (1979) : Changing Roles of a Consultant – A Case Example In Consultants and Consulting Styles (Ed. Sinha, D.P.) Vision Books, Bradford.
- [Longueville 03]**
Longueville, B. (2003) : « Capitalisation des processus de décision dans les projets d'innovation : Application à l'automobile », Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Paris, Décembre 2003.
- [Lyytinen 93]**
Lyytinen, K., P. Maaranen & J. Knuuttila (1993): "Unusual Business or Business as Usual: An Investigation of Meeting Support requirements in Multilateral Diplomacy", Accounting, Management & Information Technology, Vol. 3, N° 2, pp. 97-117.
- [Malone 99]**
Malone, T.W. & K. Crowston (1994): "The interdisciplinary study of coordination", ACM Computing Surveys, Vol. 26, N° 1, pp. 87-119.
- [McCartt 89]**
McCartt, A.T. & J. Rohrbaugh (1989): "Evaluating Group decision Support Effectiveness: A Performance Study on Decision Conferencing", Decision Support Systems, Vol. 5, N° 2, pp. 243-254.
- [McFadzean 02]**
McFadzean, E. (2002): "Developing and supporting creative problem solving teams: part 2 - facilitator competencies", Management Decision, vol. 40, no. 6, pp. 537-551.
- [McGrath 84]**
McGrath J. E. (1984): "Groups - Interaction and Performance", (1st Edition), Prentice-Hall, Englewood Cliffs (N.J, USA).
- [McGrath 94]**
McGrath, J.E. & A.B. Hollingshead (1994): "Groups Interacting with Technology: Ideas, Evidence, Issues and Agenda", Sage Publications.

[McQuaid 00]

McQuaid, M.J., R.O Briggs, D. Gillman & R. Hauck (2000). Tools for distributed facilitation. Proceedings of the 33rd HICSS, 4-7 January 2000.

[Marakas 99]

Marakas, G.M. (1999): "Decision Support Systems in the Twenty-First Century", Prentice Hall, Upper Saddle River, (N.J., USA).

[Marakas 03]

Marakas, G. (2003): "Decision Support Systems In the 21st Century", Second Edition, Prentice Hall.

[Margulies 72]

Margulies, N. & A.P. Raia (1972): "Organizational Development – Values, Process, and technology", McGraw-Hill, NY.

[McClernon 95]

McClernon, T.R. & R.A. Swanson (1995): "Team building: An experimental investigation of the effects", Human Resource Development Quarterly, 6, 39.

[Meister 05]

Meister, D.B. and N.M. Frase (2005): "Conflict analysis technologies for negotiation support", GDN, Springer, Vol. 3, N° 3, pp. 333-345.

[Menneke 98]

Menneke, B. E. & Valacich, J. (1998): "Information is what you make of it: the influence of group history and computer support on information sharing, decision quality, and member perceptions", Journal of Management Information Systems, vol. 15, no. 2, pp. 173-197.

[Minar 02]

Minar, N. (2002): "Distributed system topologies", O'Reilly & Associates Retrieval, Vol. 22.

[Mintzberg 79]

Mintzberg, H. (1979): "The structuring of Organization", Prentice Hall.

[Miranda 99]

Miranda, S. & R. Bostrom (1999): "Meeting facilitation: Process versus content interventions". Journal of Management Information Systems, Vol. 15, N° 4, pp. 89-114.

[Mittleman 00]

Mittleman, D. D., Briggs, R. O. & Nunamaker, J. F. (2000): "Best practices in facilitating virtual meetings: some notes from the initial experiences", Group Facilitation: A Research and Applications Journal, vol. 2, no. 2, pp. 5-14.

[Morge 01]

Morge, M. (2001): "Aide à la décision et à la négociation territoriales", Mémoire DEA Informatique, Communication et Coopération dans les Systèmes à Agents, Ecole des Mines, Saint-étienne (France).

[Navarro 01] Cité dans [David 04]

[Nelson 98]

Nelson, T. & McFadzean, E. (1998): "Facilitating problem-solving groups: facilitator competences", Leadership & Organization Development Journal, vol. 19, no. 2, pp. 72-82.

[NFES 06]

National Forum on Education Statistics. (2006). *Forum Guide to Decision Support Systems: A Resource for Educators* (NFES 2006–807). U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.

[Niederman 96]

Niederman, F., Beise, C. M. & Beranek, P. M. (1996): "Issues and concerns about computer-supported meetings: the facilitator's perspective", MIS Quarterly, vol. 20, pp. 1-22.

[Niederman 99]

Niederman, F. & Volkema, R. J. (1999): "The effects of facilitator characteristics on meeting preparation, set up and implementation", Small Group Research, vol. 30, no. 3, pp. 330-360.

[Nixon 94]

Nixon, B. (1994) : « Facilitating empowerment in organizations », Leadership & Organization Development Journal, 15, 3.

[Ngwenyama 96]

Ngwenyama, O., Bryson, N., Mobolurin, A. (1996). Supporting facilitation in group support systems: techniques for analyzing consensus relevant data. Decision Support Systems, 16.

[Nunamaker 91]

Nunamker, J.F., A.R. Dennis, J.S. Valacich & D.R. Vogel (1991): "Information Technology for Negotiating Groups: Generating Options for Mutual Gain", Management Science, Vol. 37, N° 10, pp. 1325- 1346.

[Nunamaker 97]

Nunamaker, J.F., R. Briggs, D. Mittleman, D.R. Vogel & D. Bakthzard (1997): "Lessons from a dozen years of group support systems research", *Journal of MIS*, Vol. 13, N° 3, pp. 163-207.

[Osborn 57] Cité dans [Davidson 95]

[Pareek 79]

Pareek, U. (1979): "Some ethnoautobiographical notes on consulting", in *Consultants and consulting styles*, (ed.) D. P. Sinha, MCB Publications, Bradford, pp. 129-147.

[Phillips 93]

Phillips, L. D. & Phillips, M. A. (1993): "Facilitated work groups: theory and practice", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 44, no. 6, pp. 533-549.

[Pinsonneault 90]

Pinsonneault, A. & K.L. Kraemer (1990): "The effects of Electronic Meetings on Group Processes and Outcomes : An Assessment of the Empirical Research", *European Journal of Operational research*, Vol. 46, N° 2, pp. 143-161.

[Pomerol 92]

Pomerol J.C. (1992) : « Aide à la décision et IA », *L'intelligence Artificielle une discipline et un carrefour interdisciplinaire*, AFIA-92, pp. 147-149.

[Pomerol 93]

Pomerol, J.C. & S. Barba-Romero (1993): "Choix multicritère dans l'entreprise », *Hermès Sciences Publications*.

[Pomerol 95]

Pomerol J.C. (1995). "The Role of the Decision Maker in DSSs and Representation Levels", *Proceedings of the 28th Annual Hawaii International Conference on System Science*, pp. 42-51.

[Pomerol 97]

Pomerol J.C. (1997). "Artificial Intelligence and Human Decision Making", *European Journal of Operational Research*, Vol. 99, pp. 3-25.

[Power 97]

Power, D.J. (1997): "What is DSS?", *The On-line Executive Journal for Data Intensive Decision Support*, Vol. 1, N° 3.

[Power 00]

Power, D. J. (2000): "Supporting Decision-Makers: An Expanded Framework", <http://dssresources.com/>, version 1.0.

[Power 02]

Power, D.J. (2002): "Decision support systems: concepts and resources for managers", Westport, Conn., Quorum Books.

[Power 04]

Power, D.J., (2004): "Specifying an expanded framework for classifying and describing decision support systems", *Communications of AIS*, Vol. 13.

[Quinn 93]

Quinn, J.B. (1993): "Managing the Intelligent Enterprise: Knowledge and Service-based strategies", *Planning review*, Vol. 21, N° 5, pp. 13-16.

[Rasmussen 91]

Rasmussen, J., B. Brehmer & J. Leplat (1991): "Distributed decision making", *Cognitive model for cooperative work*, John Wiley, England.

[Regli 00]

Regli W.C, Hu X., et Sun W. A survey of Design Rationale Systems : Approaches, Representation, Capture and Retrieval. *Engineering with Computers*, 16 :209_235, 2000. |Cf. pages: 59, 60, 63, 64

[Ringer 07]

Ringer, T. M. (2007): "Leadership for collective thinking in work place teams", *Team Performance Management*, vol. 13, no. 3/4, pp. 130-144.

[Romano 99]

Romano, N.C., J.F. Nunamker, R.O. Briggs & D.D. Mittleman (1999): "Distributed GSS facilitation and participation: field action research", *Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International conference on Systems Sciences*, January 5-8, p. 12, Maui (HI, USA).

[Rose 02]

Rose, B., L. Garza, M. Lombard, L. Lossent & G. Ris (2002) : « Vers un référentiel commun pour les connaissances collaboratives dans l'activité de conception des produits ». *Actes du 1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel du GDRMACS*, pp. 85-90.

[Roshelle 95]

Roshelle, J. & S. Teasley (1995): "The construction of shared knowledge in collaborative solving", In C.E. O'Malley (Ed): "Computer Supported Collaborative Learning", pp. 69-97, Springer-Verlag, Heidelberg.

[Roy 85]

Roy B. Méthodologie Multicritère d'aide à la Décision. Paris, Economica édition, 1985.

[Roy 93]

Roy, B. & D. Bouyssou (1993) : "Aide multicritère à la décision : méthodes et cas". Economica, Paris (France).

[Roy 00]

Roy B. (2000) "Réflexions sur le thème : quête de l'optimum et aide à la décision." In Decision, Prospective Auto6Organisation. Dunod (Eds.).

[Sauter 97]

Sauter, V.L. (1997): "Decision support systems: an applied managerial approach", John Wiley, New York (USA).

[Scharlig 85]

SCHARLIG, A. (1985). Décider sur plusieurs critères. Panorama de l'aide la décision multicritère. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

[Schein 99]

Schein, E. H. (1999): "Process consultation revisited: building the helping relationship", Addison-Wesley, Reading, MA.

[Schmidt 92]

Schmidt, K. & L. Bannon (1992): "Taking CSCW Seriously: Supporting Articulation Work. Computer Supported Cooperative Work (CSCW)", Vol. 1, N° 1.

[Schwarz 02]

Schwarz, R. (2002): "The skilled facilitator new & revised: a comprehensive resource for consultants, facilitators, managers, trainers, and coaches", New & Revised ed., Jossey-Bass, San Francisco.

[Scott-Morton 71]

Scott Morton M. (1971): "Management decision systems, computer based support for decision making", Harvard University, Boston (MA, USA).

[Shaw 98]

Shaw, G.J. (1998): "User satisfaction in group support systems research: a Meta analysis of experimental results", Proceedings of the 31st Annual Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 360-369.

[Shim 02]

Shim, J.P., M. Warkentin, J. Courtney, D. Power, R. Sharda & C. Carlsson (2002): "Past, Present and Future of decision support technology", Decision Support Systems, Elsevier, volume 33, pp. 111-126.

[Simon 77]

Simon H. (1977): "The New science of management decision", Prentice hall, Englewood-Cliffs.

[Simon 97]

Simon, H.A. (1997): "Administrative behaviour: a study of Decision-Making process in Administrative Organizations", Free Press, New York (USA).

[Sinha 79]

Sinha, D. P. 1979, 'Consulting for organization development', in Consultants and consulting styles, (ed.) D. P. Sinha, MCB Publications, Bradford, pp. 227-241.

[Smith 90]

Smith, J.Y. & M.T. Vanecek (1990): "Dispensed group decision making using a non-simultaneous computer conferencing: a report of research", Journal of Management Information Systems, Vol. 7, N° 2, pp. 71-92.

[Smoliar 02]

Smoliar S. & R. Sprague (2002): "Communication and Understanding for Decision Support", Proceedings of International Conference IFIP TC8/WG8.3, pp. 107-119, Cork (Ireland).

[Schneider 94]

Schneider, D. K. (1994). Modélisation de la démarche du décideur politique dans la perspective de l'intelligence artificielle. Thèse de l'Université de Genève, Suisse.

[Soubie 96]

Soubie J.L. (1996) : « Coopération et Systèmes à base de connaissances », Habilitation à diriger des recherches, Université Paul Sabatier, Toulouse (France).

[Soubie 98]

Soubie, J. L. (1998): "Modelling in cooperative based systems", Proceedings of COOP'98, Cannes (France).

[Sprague 82]

Sprague, R. & E. Carlson (1982): "Building Effective Decision Support Systems", Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs.

[Szykman 01]

Szykman S., Sriram R.D., et Regli W. C. The role of knowledge in next-generation product development systems. *Journal of computing and information Science in Engineering*, 1(1) :3_11, 2001.

[Taggart 81]

Taggart W. et Robey D. *Minds and Managers : On the Dual Nature Of Human Information Processing And Management*. *Academy of Management Review*, 6(2) :187_195, 1981.

[Taghezout 09a]

Taghezout, N. and A. Adla (2009): "A Multi-Agent Framework for Group Decision Support System: Application to a Boiler Combustion Management System", *international Journal of Software engineering and its Application*, SERSC, Vol. 3, N° 2, 2009.

[Taghezout 09b]

Taghezout, N. and A. Adla (2009): "Coordination in Multi-Agent Decision Support System: Application to a Boiler Combustion Management System". *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2009)*, Milan (Italy), May 6-10, 2009,

[Tarpin-Bernard 96]

Tarpin-Bernard, F & B.T. David (1996) : « Ergonomie du Travail Coopératif en conception ». *ERGO-IA* 96, Octobre, Biarritz (France).

[Toulmin 58]

Toulmin, S.E., (1958). *The use of argument*. Cambridge: University Press

[Trentesaux 96]

Trentesaux, D. (1996) : « Conception d'un système de pilotage distribué, supervisé et multicritère pour les systèmes automatisés de production », Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble (France).

[Turban 93]

Turban E. (1993): "Decision Support and Expert Systems", Macmillan, New York (USA).

[Turban 95]

Turban, E. (1995): "Decision Support and Expert Systems", Macmillan, New York (USA).

[Turban 98]

Turban, E. & J. Aronson (1998): "Decision Support and Intelligent systems", Prentice-Hall International, Upper Saddle River (N. J., USA)

[Turban 01]

Turban, E. & J. Aronson (2001): "Decision support systems and intelligent systems", Prentice-Hall International, Upper Saddle River (N. J., USA).

[Turoff 02]

Turoff, M., S.R. Hiltz, H.K. Cho, Z. Li, & Y. Wang (2002): "Social decision Support Systems (SDSS)", In *Proceedings of the 35th Hawaii international Conference on Sciences*.

[Valacich 92]

Valacich, J.S., A.R. Dennis & J.F. Nunamker (1992): "A Conceptual Framework of Anonymity in Group Support Systems", *Proceedings of the 25th Hawaii International Conference on Systems Sciences*, Vol. 3, pp. 101-112.

[Warkentin 97]

Warkentin, M.E., L. Sayeed, & R. Hightower (1997): "Virtual teams versus face-to-face teams: an explanatory study of a web-based conference system", *Decision Sciences*, Vol. 28, N° 4, pp. 975-996.

[Wheeler 96]

Wheeler, B.C. & J.S. Valacich (1996): "Facilitation, GSS, and training as sources of process restrictiveness and guidance for structured group decision making: An empirical assessment", *Information Systems Research*, Vol. 7, N° 4, pp. 429-450.

[Wilson 91]

Wilson, P. (1991): "Computer Supported Cooperative Work: an introduction", Oxford, England Norwell, MA, Intellect; Sold and Distributed in the USA and Canada by Kluwer Academic Publishers.

[Willamowski 92]

Willamowski, J., (1992) : « Modélisation de tâches pour la résolution de problèmes en coopération système-utilisateur », Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, Grenoble I (France).

[Wong 03]

Wong, Z. and Aiken, M., *Automated facilitation of electronic meetings*, *Information and Management*, 41:2 (2003) table of contents, pp.125 –134.

[Zaraté 91]

Zaraté P. (1991): « Conception et Mise en oeuvre de Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision : Application à l'élaboration des plannings de repos du personnel navigant », Thèse de doctorat de l'Université Paris Dauphine (France).

[Zaraté 05]

Zarate, P., (2005) : « Des systèmes interactifs d'aide à la décision aux systèmes coopératifs d'aide à la décision: Contributions conceptuelles et fonctionnelles », Mémoire HDR, INP de Toulouse (France).

[Zaraté 06]

Zaraté, P. & Adla A. (2006): "GDSS: Proposal of Architecture", 21st Euro Work Group on DSS Workshop (EWG XXI), July 2-5, Reykjavik (Iceland).

Abstract:

Decision Support Systems (DSS) were designed to resolve ill or non-structured decision problems. Problems where priorities, judgements, intuitions and experience of the decision-maker are essential, where the sequence of operations such as searching for a solution, formalization and structuring of problem is not beforehand known, when criteria for the decision making are numerous, in conflict or hard dependent on the perception of the user and where resolution must be acquired at restricted time. However, traditional DSS have been closed systems and are limited to the data and models contained within the system. In general, the type of support provided is relatively passive because decision makers are expected to scan internal and external data, and find discrepancies and deviations from expectations invoking ad hoc queries and reports that run on operational databases. In the other hand, Furthermore, many mission-critical, decision making situations happen in dynamic, rapidly changing, and often unpredictable distributed environments and require synchronous cooperative session. Unlike other decision making tools, decision support systems (DSS) designed for such situations are challenged by the need to access this decentralised information at time, from anywhere, under tight time constraints.

In this thesis we consider, the paradigm of distributed decision-support systems where several decision-makers must reach a common decision. As a solution we propose an integrated framework based on a distributed architecture based on two cooperation modes: (1) Man-machine cooperation (2) Mediated man-man cooperation.

According to the former cooperation mode, each decision-maker uses a specific cooperative intelligent decision support system allowing him to solve problem and to generate alternative solutions. The support system is viewed as a set of computer-based tools integrating expert knowledge and using collaboration technologies that help decision-makers and provide them with interactive capabilities to enhance their understanding and information base about options through use of models and data processing. By endowing the machine of additional capacities to intelligently guide the decision maker in its problem solving process, the system plays a collaborator's role with the decision-maker. This implies a human decision-maker and an automated system sharing dynamically the tasks and jointly working towards a decision. We assume that putting the human operator effectively in the loop of such decision support system represents the major guarantee of mastering efficiently the inherent complexity of the problems. Whilst considering the latter mode, The Group Decision Support (GDSS) tools allow the group of decision makers and the facilitator to make collective decision. This kind of cooperation uses a machine as an intermediate communication medium.

As many group facilitation tasks can be automated, at least partially to increase the bandwidth of group communication and the ability of the facilitator to monitor and control the meeting process, an automated process to aid even the most inexperienced facilitator. The support to facilitators is considered by incorporating a model of the decision making process. The selected model provides a detailed view of decision making process. Having a model of the decision making process built into the system should enable intelligent decisional guidance. It enables the facilitator to appropriately choose and use the framework's tools and techniques in the group decision-making processes, to monitor group's behaviour, to know when to employ particular tools and techniques to move the group towards congruence. and to provide cues and customized explanations accordingly.

We illustrate the applicability and relevance of this framework through a case study related to the management system of the boiler combustion which is one of the most critical systems for the good functioning of an oil plant. It has a high impact on the methods of thinking and apprehension of various problems related to maintenance. It is a multi-participant process with high level interactivity.

Key Words: *Decision Support Systems (DSS), Intelligent DSS, Cooperative DSS, Group DSS, Distributed DSS, Group Facilitation.*