



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

6151954

S1M3

99/25

Thèse

présentée par

Mickaël GARDONI

pour obtenir le titre de

Docteur de l'université de METZ

(arrêté ministériel du 30 Mars 1992)

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE - METZ	
N° inv.	13990655
Cote	S1M3 99/25
Loc	Mécanique

Spécialité : AUTOMATIQUE / PRODUCTIQUE**avec mention européenne**

**Maîtrise de l'information non structurée et
capitalisation de savoir et savoir-faire en Ingénierie Intégrée.
Cas d'étude Aérospatiale**

Date de soutenance : 27 juillet 1999

Composition du jury :

Président :	Jean-Paul KIEFFER,	Professeur à l'ENSAM
Rapporteurs :	Jean-Claude BOCQUET,	Professeur à l'ECP
	Gabriel RIS,	Professeur à l'Université de Nancy I
	Keith POPPLEWELL,	Professeur à l'Université de Loughborough (Angleterre)
	Hendrik VAN BRUSSEL,	Professeur à l'Université Catholique de Louvain (Belgique)
Examineurs :	Michel DUREIGNE,	Représentant AEROSPATIALE
	Pierre PADILLA,	Professeur à l'ENIMetz
	Michel SPADONI,	Maître de Conférences à l'ENIMetz
Directeur de thèse :	François VERNADAT,	Professeur à l'Université de Metz

Thèse préparée au sein du Laboratoire de Génie Industriel et de Production Mécanique
- Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz / Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers /
Université de Metz -

Thèse

présentée par

Mickaël GARDONI

pour obtenir le titre de

Docteur de l'université de METZ

(arrêté ministériel du 30 Mars 1992)

Spécialité : AUTOMATIQUE / PRODUCTIQUE

avec mention européenne

Maîtrise de l'information non structurée et capitalisation de savoir et savoir-faire en Ingénierie Intégrée. Cas d'étude Aérospatiale

Date de soutenance : 27 juillet 1999

Composition du jury :

Président :	Jean-Paul KIEFFER,	Professeur à l'ENSAM
Rapporteurs :	Jean-Claude BOCQUET,	Professeur à l'ECP
	Gabriel RIS,	Professeur à l'Université de Nancy I
	Keith POPPLEWELL,	Professeur à l'Université de Loughborough (Angleterre)
	Hendrik VAN BRUSSEL,	Professeur à l'Université Catholique de Louvain (Belgique)
Examineurs :	Michel DUREIGNE,	Représentant AEROSPATIALE
	Pierre PADILLA,	Professeur à l'ENIMetz
	Michel SPADONI,	Maître de Conférences à l'ENIMetz
Directeur de thèse :	François VERNADAT,	Professeur à l'Université de Metz

Thèse préparée au sein du Laboratoire de Génie Industriel et de Production Mécanique
- Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz / Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers /
Université de Metz -

Remerciements

Cette thèse est la concrétisation d'un projet mené par toute une équipe de chercheurs et d'industriels à l'occasion d'un contrat CIFRE n°96188. Ce travail a abouti grâce à la motivation et à la participation active de chacun.

Je suis sensible à l'honneur que me font les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail :

- J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur Jean-Paul KIEFFER, Professeur à L'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers d'Aix-Marseille pour avoir accepté d'être président du jury.
- Je suis très reconnaissant à Monsieur Jean-Claude BOCQUET, Professeur à l'Ecole Centrale Paris, pour l'intérêt qu'il a accordé à ce projet de thèse en acceptant d'être rapporteur.
- J'adresse mes respectueux remerciements à Monsieur Gabriel RIS, Professeur à l'Université de Nancy 1 pour avoir bien voulu se charger de la tâche difficile de rapporteur.
- Que Monsieur Keith POPPLEWELL, Professeur à l'Université de Loughborough (Angleterre), trouve ici ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de contribuer à l'évaluation de ce travail en assumant la lourde tâche d'être rapporteur.
- J'adresse mes profonds remerciements à Monsieur Hendrik VAN BRUSSEL, Professeur à l'Université de Louvain (Belgique), pour l'intérêt qu'il porte à ce travail et pour la disponibilité dont il fait preuve en acceptant de me faire l'honneur d'être rapporteur.

Je tiens à remercier tout particulièrement le Professeur Pierre PADILLA (Directeur de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz) pour sa confiance en m'acceptant dans son laboratoire. Je lui exprime toute ma reconnaissance, pour son dynamisme et ses encouragements sans limites qui m'ont permis de persévérer dans le domaine de la recherche. Je le remercie également d'avoir accepté de participer à ce jury.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance au Professeur François VERNADAT pour m'avoir accueilli au sein du Laboratoire de Génie Industriel et de Production Mécanique. Je le remercie pour le soutien et la confiance qu'il m'a accordé durant ces trois années. Il a toujours été très ouvert aux idées que j'ai proposées et m'a encouragé à les développer. Je le remercie également pour ses conseils, ses apports ainsi que pour le temps qu'il m'a consacré.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Michel SPADONI, Maître de Conférences, pour son aide pendant le projet. Ses conseils m'ont permis d'engager plus loin ma réflexion et m'ont encouragé à réaliser ce travail.

Je ne saurais oublier Jacques HETZEL (Responsable de la coordination des systèmes d'informations au sein de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux - Les Mureaux), qui a participé à la genèse et au lancement de ce projet. Il a apporté son aide constante et son recul vis à vis de ce projet.

J'exprime ma gratitude à Cédric GAUTIER et Christian VALADE (Responsables de la Production du site AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux – Les Mureaux) pour m'avoir accueilli au sein de la production des Mureaux afin de proposer un projet qui réponde à leurs besoins et pour m'avoir laissé explorer des domaines qui ne sont pas en liaison directe avec la production.

Je tiens à remercier Fabrice DUMAS et Philippe BRONNE (Responsables de l'Unité Micromécanique du site AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux - Les Mureaux)

pour leur suivi constant du projet. Dans ce cadre, ils se sont prêtés avec intérêt à des expérimentations, malgré les contraintes pressantes de délai et de coût.

J'exprime toute ma gratitude à Bernard BOIME et Michel DUREIGNE qui me font l'honneur d'être membre du jury, pour leur accueil dans leur équipe (Département Ingénierie Procédés et Productique) au sein du GIE AEROSPATIALE Centre Commun de Recherche – Suresnes et pour la confiance et le soutien qu'ils m'ont accordés dès le premier jour.

Je remercie aussi très vivement Christian TRINQUIER (Responsable d'un des cinq services constituant le Département Ingénierie Procédés et Productique, le service Productique des filières du GIE AEROSPATIALE Centre Commun de Recherche - Suresnes) qui m'a suivi avec une attention soutenue durant les derniers mois. Ses conseils ont contribué à favoriser grandement l'avancement du projet.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma gratitude à Pierre HUYGHE (informaticien de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux - Les Mureaux) avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler et sans qui l'expérimentation MICA n'aurait pas vu le jour.

Lors de l'opportunité qui m'a été offerte d'effectuer un stage à l'université de Loughborough (Angleterre), j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler avec Bob YOUNG et David WILLIAMS.

Je tiens également à remercier très vivement Corinne BRISON et Patrick DAIDONE (AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux) ainsi que Delphine THOMAS, Daniel COULON (Université de Metz), Sylvain ARTILLAN (AEROSPATIALE Centre Commun de Recherche), Michel TOLLENAERE (INPG) et Jean RENAUD (INPL).

Je tiens à remercier l'ensemble des membres du Laboratoire Génie Industriel et de Production Mécanique (LGIPM) de L'ENIM, de l'ENSAM et de l'Université de Metz et notamment Brigitte FINEL, qui m'ont apporté un soutien constant et solide.

Si le développement d'un produit est distribué, la recherche, elle aussi s'appuie sur un réseau d'acteurs. Ceci est d'autant plus vrai quand la connotation interdisciplinaire est forte et le lien avec l'industrie revendiqué. Aussi, l'ordre de mes remerciements n'a pas d'importance. Tous ceux que j'ai nommés m'ont apporté, à un moment ou un autre, un soutien décisif.

« L'univers complexe des rapports humains et de l'interaction sociale est toujours potentiellement instable et conflictuel. "... Mais la construction de cette coopération constitue bien le problème central et fondamental que doit résoudre toute organisation comme toute entreprise collective. » (Friedberg, E., 92)

Cadre de l'étude

Dans les années soixante, les entreprises évoluaient dans une économie de production de masse. Pour cela, elles appliquaient le modèle taylorien basé sur la standardisation pour satisfaire les besoins communs au plus grand nombre de clients. Actuellement, une économie de marché centrée sur le client, qui se caractérise par une évolution rapide et incertaine des marchés dans le temps et dans l'espace, incite les entreprises à appliquer les principes de l'Ingénierie Intégrée. Parmi les différentes définitions existantes du terme Ingénierie Intégrée, nous avons retenu les définitions de [Tichkiewitch 98], [Bocquet 98a], [Jagou 93], [Bourdichon 94] et [Chanchevrier 93] que nous synthétisons comme suit :

« L'Ingénierie Intégrée est une approche systématique pour la définition d'un produit consistant à prendre en compte, dès la phase initiale de conception, tous les éléments du cycle de vie du produit, de l'analyse de besoin à la fabrication et au soutien en utilisation, simultanément par tous les secteurs de l'entreprise. »

L'application de ce concept s'appuie sur un fonctionnement en Equipes-Intégrées. Celles-ci sont constituées de Responsables-Métiers, qui représentent les différents services impliqués dans le cycle de vie du produit et d'un Responsable-Produit qui coordonne les actions des Responsables-Métiers. Ces différentes personnes sont rassemblées sur un même lieu géographique afin d'aplanir les cloisons entre les services, ce qui facilite la circulation d'informations. Ainsi, un grand nombre de contraintes sont prises en compte au plus tôt du cycle de mise sur le marché du produit dans le but de « faire bien du premier coup » et d'atteindre les objectifs énoncés par le triptyque : diminution des délais, diminution des coûts et une augmentation de la qualité. L'Ingénierie Intégrée repose donc sur une bonne maîtrise des *Informations-Structurées* (plans, gammes, nomenclatures, etc.) qui sont largement informatisées. Cependant, ce fonctionnement génère quelques inconvénients puisque les *Informations-Non-Structurées* (informations informelles échangées entre les membres de l'Equipe-Intégrée), qui deviennent primordiales, ne sont pas maîtrisées. En effet, les moyens/outils de communication et leur agencement que nous nommons « Système d'Informations *Non-Structurées* » ne satisfont pas correctement aux caractéristiques suivantes :

- **La Structuration de l'information :** Les échanges d'*Informations-Non-Structurées* utilisent les moyens de communication oraux (face à face ou téléphone). Ces informations sont donc peu structurées au niveau rhétorique puisque le contexte est très peu explicité et au niveau linguistique car le langage naturel laisse parfois le champ à de nombreuses interprétations. De plus, la circulation des *Informations-Non-Structurées* n'est pas maîtrisée.
- **Le partage de l'information :** Avec la communication orale, le partage d'informations est synonyme de dérangement pour le destinataire puisqu'il ne choisit pas de recevoir l'information. De plus, il peut être délicat de donner la même information à plusieurs personnes simultanément.
- **L'accès à l'information :** Chaque membre de l'Equipe-Intégrée possède une parcelle d'informations concernant le produit. Faire un état d'avancement complet sur un projet supposerait de les interroger tous. Ce travail nécessite un investissement en temps important, il est donc rarement mené à son terme.
- **La Capitalisation du Savoir et du Savoir-Faire :** L'information orale est volatile. Elle n'est donc pas capitalisée systématiquement, il est alors relativement ardu d'effectuer ce travail a posteriori.

C'est pourquoi, nous avons étudié l'apport des « nouveaux » outils de communication ou outils du Groupware, que nous avons appréhendés en créant une grille d'analyse. Celle-ci a permis de mettre en évidence que ces outils ne remplissent pas les caractéristiques souhaitées du Système d'Informations *Non-Structurées*. Nous avons ainsi constaté que les moyens de communication actuels : oral, papier et Groupware ne constituent pas un support satisfaisant pour les *Informations-Non-Structurées*.

Contribution

Suite à ce constat, nous avons rédigé une expression de besoins puis un cahier des charges d'un Système d'Informations *Non-Structurées*, en adéquation avec les besoins d'une Equipe-Intégrée d'une vingtaine de personnes au sein de AEROSPATIALE Les Mureaux. Ce cahier des charges prend en compte :

- **La Structuration de l'information** : Pour modéliser la circulation des *Informations-Non-Structurées*, nous avons étudié la modélisation des dialogues, ce qui nous a conduit à baser le fonctionnement de notre Système sur des Fiches matérialisant des négociations. Pour faciliter la compréhension du sens des *Informations-Non-Structurées* contenues dans ces Fiches, nous leur associons leur contexte que nous décrivons grâce à des informations contextuelles issues de la modélisation en entreprise selon CIMOSA.
- **Le Partage de l'information** : Nous considérons que toutes les informations contenues dans l'application industrielle sont mises à disposition de tous les membres de l'Equipe-Intégrée.
- **L'accès à l'information** : Les membres de l'équipe pourront accéder à ces Fiches en les sélectionnant à partir des critères de recherche.
- **La Capitalisation du Savoir et du Savoir-Faire** : Nous avons réalisé une première capitalisation sous la forme de Fiches puisqu'une partie des *Informations-Non-Structurées* échangées lors d'une négociation est contenue dans une Fiche. En effet, lorsque le projet est mené à son terme, il est souhaitable de traiter la masse d'informations contenue dans les Fiches afin d'en extraire de la connaissance. Pour ce faire, nous nous sommes préoccupés d'établir des groupements de fiches qui soient humainement synthétisables.

A partir de ce cahier des charges, un outil de communication a pris la forme d'un logiciel nommé M.I.C.A. pour « Messagerie Interactive pour la Concourance Aerospatiale ». Une première expérimentation de l'utilisation de M.I.C.A. a été menée pendant plus de six mois au sein d'une Equipe-Intégrée de AEROSPATIALE Les Mureaux. Celle-ci nous a conforté quant au bien-fondé d'un tel outil de communication. Nous souhaitons cependant effectuer d'autres expérimentations afin de vérifier les hypothèses selon lesquelles M.I.C.A. peut s'adapter à tous les types de produits (bâtiment, juridique, etc.).

Les perspectives s'orientent vers le tissage de liens entre les *Informations-Non-Structurées* contenues dans M.I.C.A. et les *Informations-Structurées* constituant les Systèmes de Gestion des Données Techniques ou autres. De même, d'autres couplages avec des systèmes existants peuvent être envisagés : maquettes numériques, comptes-rendus de réunion, etc. De plus, nous nous sommes intéressés au fonctionnement d'une Equipe-Intégrée de petite taille (une vingtaine de personnes), l'application de M.I.C.A. à une Equipe-Intégrée de plus grande taille imposerait des contraintes supplémentaires que nous n'avons pas abordées.

Notre approche tend à favoriser le travail en Equipe-Intégrée en proposant un outil de communication qui apporte un support aux *Informations-Non-Structurées* : M.I.C.A. C'est ainsi

que nous proposons de capitaliser une partie du savoir et du savoir-faire. Ces perspectives et ces études complémentaires ont pour but de satisfaire les utilisateurs qui suite à une première expérimentation ont exprimé un besoin pour un outil de communication tel que M.I.C.A.

Plan de lecture

Dans le premier chapitre, nous étudions les besoins en terme d'informations qui découlent du concept d'Ingénierie Intégrée. Pour mieux appréhender la notion d'informations, nous revoyons la spécification des termes *donnée*, *information*, *connaissance tacite/explicite* et *théorie/expertise*. Nous nous appuyons sur ces bases pour spécifier trois types d'informations : *Informations-Structurées*, *Informations-Semi-Structurées* et *Informations-Non-Structurées*. Les moyens de circulation de ces informations informelles et leur agencement constituent le Système d'Informations « informel » que nous caractérisons à travers quatre propriétés : structuration, partage, accès et capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet. Le Système d'Informations des entreprises s'appuie sur les fondements du programme CALS qui nécessite la modélisation en entreprise telle que CIMOSA. De plus en plus, les « nouveaux » moyens de communication (Groupware) font partie du Système d'Informations de l'entreprise. Ce Système d'Informations est essentiel pour le fonctionnement de l'entreprise et il peut aussi être le support de la capitalisation du savoir et du savoir-faire.

Dans le deuxième chapitre, nous décrivons le contexte de notre étude. Nous montrons que les moyens de communication actuels (oral, papier et Groupware) n'offrent pas un support suffisant aux *Informations-Non-Structurées* transitant au sein d'une Equipe-Intégrée. A la suite de ce constat, nous proposons la description d'un Système d'Informations « informel » qui répond aux aspects de structuration, accès, partage et capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet.

Pour répondre aux spécifications du Système d'Informations « informel », nous décrivons dans le troisième chapitre un outil de communication que nous nommons « Messagerie Interactive pour la Concourance Aéronautique » M.I.C.A. Pour modéliser cet outil, nous utilisons la notation unifiée « Unified Modeling Language ». Nous explicitons l'utilisation de cet outil en déroulant un scénario avec une interface homme-machine type. Puis, nous faisons le bilan d'une expérimentation qui a été menée au sein d'AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux- Les Mureaux. Dans ce chapitre, nous abordons plus particulièrement les aspects de structuration, partage et accès à l'*Information-Non-Structurée*.

Dans le quatrième chapitre, nous proposons une approche pour aborder l'aspect de capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet. Dans un premier temps, nous étudions les outils de veille technologique avec un point de vue théorique. Parmi les outils existants, nous retenons SAMPLER et traitons les données contenues dans les Fiches de M.I.C.A. Puis, nous présentons les résultats.

Le cinquième chapitre indique les domaines couverts par l'approche M.I.C.A. (outil de communication M.I.C.A. associé à un outil de veille technologique), mettant ainsi en évidence les apports d'un tel outil de communication. Nous décrivons alors le Système d'Informations « informel » avec l'approche M.I.C.A. sous les aspects structuration, accès, partage et capitalisation du savoir et du savoir-faire. Puis nous concluons par des perspectives et les caractéristiques particulières de ce nouvel outil de communication.

Table des Matières

Résumé en Anglais	16
I. Evolution des Systèmes d'Informations en Ingénierie Intégrée	28
I.1. Introduction	28
I.2. Evolutions du contexte économique	28
I.3. L'Ingénierie Intégrée	30
I.3.1. Définitions	30
I.4. Différentes typologies de l'information	33
I.4.1. Une typologie de l'information associée aux niveaux de connaissances	33
I.4.1.1. Données	34
I.4.1.2. Informations	34
I.4.1.3. Connaissances	35
I.4.1.4. Théories/expertises	36
I.4.2. Une typologie de l'information associée à une structuration de l'information	37
I.4.3. Une typologie de l'information associée à l'aspect dynamique des échanges	39
I.4.4. Une caractéristique des échanges d'informations	39
I.5. Caractérisation des Systèmes d'Informations	40
I.5.1. Structuration de l'information	40
I.5.1.1. Modélisation des contraintes d'enchaînement séquentielles	40
I.5.1.2. Modélisation instructionnelle de la signification de l'information	41
I.5.2. Partage de l'information	44
I.5.3. Accès à l'information	44
I.5.4. Capitalisation du savoir et du savoir-faire	44
I.6. Technologies de support	47
I.6.1. Maîtrise des Informations-Structurées : CALS	47
I.6.1.1. « Programme » CALS dans l'entreprise	47
I.6.1.2. Domaines impliqués	48
I.6.1.3. Domaines couverts	48
I.6.1.4. Outils et méthodes	49
I.6.1.5. Conclusion	51
I.6.2. Maîtrise des Informations-Semi-Structurées et des Informations-Non-Structurées : le Groupware	51
I.6.2.1. Messagerie	51
I.6.2.2. Publication d'informations	52
I.6.2.3. Formulaire	53
I.6.2.4. Dossiers Partagés	54
I.6.2.5. Agendas Partagés	55
I.6.2.6. Forums	55
I.6.2.7. Workflow	57
I.6.2.8. Conclusion sur les outils du Groupware	58
I.7. Conclusion	58
II. Systèmes d'Informations Non-Structurées pour l'Ingénierie Intégrée	61
II.1. Introduction	61
II.2. Le contexte de l'étude	61
II.2.1. Equipe-Intégrée	63
II.2.2. Responsable-Produit	64
II.2.3. Responsable-Métier	66
II.3. Les Systèmes d'Informations Non-Structurées actuels	66
II.3.1. Structuration de l'information avec le Système d'Informations Non-Structurées actuel	67

II.3.2.	Partage de l'information avec le Système d'Informations <i>Non-Structurées</i> actuel	68
II.3.3.	Accès à l'information avec le Système d'Informations <i>Non-Structurées</i> actuel	69
II.3.4.	Capitalisation du savoir et du savoir-faire avec le Système d'Informations <i>Non-Structurées</i> actuel	69
II.4.	Expression de besoins pour un Système d'Informations <i>Non-Structurées</i>	70
II.4.1.	Structuration des <i>INS</i>	70
II.4.1.1.	Composants rhétoriques	71
II.4.1.1.1	Vue Coopération	71
II.4.1.1.2	Vue Ressource	73
II.4.1.1.3	Vue Produit	74
II.4.1.1.4	Vue Processus	76
II.4.1.2.	Composants linguistiques	77
II.4.1.3.	Proposition de structuration des <i>INS</i> par une Fiche	77
II.4.2.	Partage des <i>INS</i>	78
II.4.3.	Accès aux <i>INS</i>	79
II.4.4.	Capitalisation du savoir et du savoir-faire contenus dans les <i>INS</i>	79
II.4.4.1.	Repérer	79
II.4.4.2.	Préserver	79
II.4.4.3.	Exploiter et Actualiser	80
II.5.	Conclusion	81
III.	Le logiciel M.I.C.A. "Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale"	83
III.1.	Introduction	83
III.2.	Architecture Générale du logiciel M.I.C.A.	83
III.3.	Description fonctionnelle avec U.M.L.	86
III.4.	Spécification des types d'utilisateurs	88
III.5.	Description des modes d'utilisation	89
III.6.	Description des classes	89
III.6.1.	Classe Acteur	90
III.6.2.	Classe Etat_initial	92
III.6.3.	Classe Etat_de_négociation	94
III.6.4.	Classe Etat_final	95
III.6.5.	Classe Contexte	96
III.6.6.	Classe Dictionnaire	98
III.6.7.	Classe Liste_acteurs	99
III.7.	Diagramme de l'ensemble des classes	99
III.8.	Cas d'utilisation	100
III.8.1.	Créer Fiche	100
III.8.2.	Dialoguer	101
III.8.3.	Clore Fiche	103
III.8.4.	Lire Fiche	104
III.8.5.	Rechercher information	104
III.9.	Scénario d'utilisation	105
III.10.	Retour d'expériences sur l'expérimentation de M.I.C.A. et paradoxes soulevés	109
III.10.1.	L'écrit / L'oral	110
III.10.2.	L'implicite / L'explicite	110
III.10.3.	Le commun / Le singulier	111
III.10.4.	Conclusion sur les paradoxes de M.I.C.A.	112
III.10.5.	M.I.C.A. : extraction du savoir ?	112
III.10.6.	La structuration du travail collectif	113
III.10.7.	Le pouvoir individuel	113
III.10.8.	Le souci de l'autre	113
III.10.9.	Conclusion	114

IV. Aspects de capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir de M.I.C.A	116
IV.1. Introduction	116
IV.2. Choix des outils de fouilles de données textuelles	116
IV.3. Fonctionnement des outils de fouilles de données textuelles	117
IV.3.1. Indexation automatique	118
IV.3.2. Classification automatique	120
IV.3.2.1. Remarque préliminaire sur la notion de valeur	120
IV.3.2.2. Algorithme général de classification automatique	121
IV.4. Expérimentations	122
IV.4.1. Description de SAMPLER	122
IV.4.2. Applications à M.I.C.A.	122
IV.4.2.1. Constitution d'un corpus	123
IV.4.2.2. Extraction du vocabulaire présent dans le corpus sous forme de lexique de groupes nominaux	123
IV.4.2.3. Constitution de lexiques orientés (spécifique, point de vue, etc.) à partir de ce premier lexique	123
IV.4.2.4. Calcul de classification automatique basé sur les lexiques orientés	124
IV.4.2.5. Principe d'extraction des règles	124
IV.4.2.6. Application du principe d'extraction des règles	126
IV.4.2.6.1 Cas d'expérimentation avec la grappe ayant pour thème le Matériau 1	126
IV.4.2.6.2 Grappe ayant pour thème la Pièce5	129
IV.4.2.6.3 Grappe ayant pour thème le processus	132
IV.5. Perspectives	132
V. Synthèse et Perspectives – Exploitation des Connaissances	136
V.1. Introduction	136
V.2. Grille d'analyse du Système d'Informations avec l'approche M.I.C.A. et les outils du Groupware	136
V.3. Caractérisation du Système d'Informations <i>Non-Structurées</i> incluant l'approche M.I.C.A.	138
V.4. Autres aspects	139
V.5. Retour d'expériences	140
V.6. Perspectives	140
V.7. Conclusion	143
VI. Conclusion Générale	144
BIBLIOGRAPHIE	147

Tables des figures

Figures du chapitre I :

Figure I-1 : Evolution des modèles de production	29
Figure I-2 : Tableau des variations de l'importance des classes de caractéristiques en fonction des phases d'exploitation des produits techniques.....	30
Figure I-3 : Différence des connaissances acquises sur le produit entre un fonctionnement en Ingénierie Intégrée et un fonctionnement séquentiel.....	32
Figure I-4 : Typologie de l'information associée aux niveaux de connaissances	33
Figure I-5 : Connaissances explicites et tacites, source 3iA.....	35
Figure I-6 : Cycle d'acquisition des <i>connaissances</i>	36
Figure I-7 : Echange d'informations dans un fonctionnement séquentiel.....	37
Figure I-8 : Echange d'informations dans un fonctionnement en Ingénierie Intégrée.....	38
Figure I-9 : Différences et complémentarités entre les échanges d'informations « poussés » et « tirés »	39
Figure I-10 : Matrice de Johansen modifiée.....	40
Figure I-11 : Application du parcours complet de MAIS de relation indirecte et directe.....	40
Figure I-12 : Théorie sémantique instructionnelle	42
Figure I-13 : Cycle de « Capitalisation des connaissances de l'entreprise », source 3iA	46
Figure I-14 : Représentation simplifiée du Système de Gestion de Données Techniques : P.D.M.	49
Figure I-15 : Modélisation de l'entreprise selon CIMOSA.....	50
Figure I-16 : Représentation schématique du fonctionnement de la messagerie	52
Figure I-17 : Représentation schématique du fonctionnement de la publication	53
Figure I-18 : Représentation schématique du fonctionnement des formulaires	54
Figure I-19 : Représentation schématique du fonctionnement des dossiers partagés	54
Figure I-20 : Représentation schématique du fonctionnement des agendas partagés	55
Figure I-21 : Représentation schématique du fonctionnement de la messagerie	56
Figure I-22 : Représentation schématique du fonctionnement du Workflow	57
Figure I-23 : Caractéristiques des outils du Groupware.....	58
Figure I-24 : Evolution des quantités d' <i>IS</i> , d' <i>ISS</i> et d' <i>INS</i> entre le fonctionnement séquentiel et le fonctionnement en Ingénierie Intégrée.....	59

Figures du chapitre II :

Figure II-1 : Photo d'un produit spatial (Vanne Bi-ergol).....	62
Figure II-2 : Structure en Equipe-Intégrée	63
Figure II-3 : Rôles du Responsable-Produit	65
Figure II-4 : Domaines couverts par les outils du Groupware dans la grille d'analyse du Système d'Informations	67
Figure II-5 : Schéma général du modèle de la négociation de Baker.....	72
Figure II-6 : Schéma de principe d'une Fiche	73
Figure II-7 : Métamodèle de la <i>Vue Ressource</i>	74
Figure II-8 : Métamodèle de la <i>Sous-Vue Physique</i>	74
Figure II-9 : Métamodèle de la <i>Sous-Vue Fonction</i>	75
Figure II-10 : Métamodèle de la <i>Sous-Vue Géométrie</i>	76
Figure II-11 : Métamodèle de la <i>Sous-Vue Dynamique</i>	76
Figure II-12 : Les contraintes d'enchaînements de MOESCHLER	77
Figure II-13 : Exemple d'interface d'une Fiche	78

Figure II-14 : Représentation des actes d'argumentation.....	80
Figure II-15 : Principales fonctionnalités de l'approche M.I.C.A.....	81

Figures du chapitre III :

Figure III-1 : Premier objectif de l'approche M.I.C.A.	83
Figure III-2 : Représentation schématique du fonctionnement du logiciel M.I.C.A.....	84
Figure III-3 : Architecture du logiciel M.I.C.A.	85
Figure III-4 : Représentation d'une classe en U.M.L.	86
Figure III-5 : Représentation d'un diagramme de classes en U.M.L.	86
Figure III-6 : Représentation d'associations entre des classes	87
Figure III-7 : Représentation d'un acteur de type humain ou matériel en U.M.L.	87
Figure III-8 : Représentation d'un diagramme de cas d'utilisation en U.M.L.	87
Figure III-9 : Représentation d'un diagramme de séquences en U.M.L.	87
Figure III-10 : Représentation d'un diagramme états-transitions en U.M.L.	88
Figure III-11 : Représentation des types d'utilisateurs.....	88
Figure III-12 : Diagramme du mode d'utilisation principal Emission d'informations.....	89
Figure III-13 : Diagramme du mode d'utilisation Réception d'informations	89
Figure III-14 : Représentation de la classe Acteur	90
Figure III-15 : Diagramme états-transitions de l'attribut état de la classe Acteur.....	91
Figure III-16 : Diagramme de classes représentant les associations de la classe Acteur	92
Figure III-17 : Représentation de la classe Etat_initial	93
Figure III-18 : Diagramme états-transition de l'attribut état de la classe Etat_initial	93
Figure III-19 : Diagramme de classes représentant les associations de la classe Etat_initial ..	94
Figure III-20 : Représentation de la classe Etat_de_négociation	95
Figure III-21 : Diagramme de classes représentant l'association relative à la classe Etat_de_négociation	95
Figure III-22 : Représentation de la classe Etat_final.....	96
Figure III-23 : Diagramme de classes représentant l'association relative à la classe Etat_final	96
Figure III-24 : Représentation graphique de la classe Contexte.....	97
Figure III-25 : Diagramme de classes représentant les associations relatives à la classe Contexte	98
Figure III-26 : Représentation graphique de la classe Dictionnaire.....	99
Figure III-27 : Représentation graphique de la classe Liste_acteurs.....	99
Figure III-28 : Diagramme de classes de l'outil de communication M.I.C.A.....	100
Figure III-29 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation créer Fiche	101
Figure III-30 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation créer Fiche.....	101
Figure III-31 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation dialoguer	102
Figure III-32 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation dialoguer	102
Figure III-33 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation clore Fiche.....	103
Figure III-34 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation clore Fiche	103
Figure III-35 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation lire Fiche	104
Figure III-36 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation lire Fiche :	104
Figure III-37 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation rechercher information	105
Figure III-38 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation rechercher information	105
Figure III-39 : Exemple de paragraphes « état initial » et « contexte »	106
Figure III-40a : Exemple de paragraphe « Dialogues ».....	107

Figure	III-40b : Exemple de paragraphe « Dialogues »	107
Figure	III-40c : Exemple de paragraphe « Dialogues ».....	108
Figure	III-41 : Exemple de paragraphe « état final »	109
Figure	III-42 : Evolution de la désignation de la pièce	112

Figures du chapitre IV :

Figure	IV-1 : Deuxième objectif de l'approche M.I.C.A.	116
Figure	IV-2 : Système automatique d'extraction terminologique	118
Figure	IV-3 : Les étapes de l'analyse linguistique	119
Figure	IV-4 : Exemples de valeurs de similarité	121
Figure	IV-5 : Exemple d'algorithme général de classification automatique.....	121
Figure	IV-6 : Exemple schématique de cartographie à partir d'un point de vue technique ...	125
Figure	IV-7 : Exemple de champs sémantiques pouvant aider à la compréhension des graphes	125
Figure	IV-8 : Exemple de règles issues des graphes	126
Figure	IV-9 : Grappe ayant pour thème le Matériau 1	126
Figure	IV-10 : Grappe ayant pour thème le Matériau 1 avec des significations complémentaires	128
Figure	IV-11 : Grappe ayant pour thème la Pièce 5	129
Figure	IV-12 : Grappe avec ajout de signification par des champs sémantiques attachés aux liaisons	131
Figure	IV-13 : Grappe ayant pour thème le processus	132
Figure	IV-14 : Schéma de principe de notre proposition pour capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet.....	134

Figure du chapitre V :

Figure	V-1 : Domaines couverts par les outils de Groupware et l'approche M.I.C.A.	136
--------	---	-----

Résumé en Anglais

HARNESSING OF NON STRUCTURED INFORMATION AND KNOWLEDGE AND KNOW-HOW CAPITALISATION IN INTEGRATED ENGINEERING

CASE STUDY AT AEROSPATIALE MATRA

ABSTRACT

Concurrent Engineering (CE) approaches heavily rely on reliable and efficient communications among people involved in the design, engineering, industrialisation and even manufacturing of products. One important aspect of Concurrent Engineering concerns common resolution of product design problems within the CE integrated team. This involves exchange of technical messages (information) and capitalisation of relevant knowledge. The aim in this case is to keep track of problem solving steps and solutions, to learn from past experience and to avoid doing the same mistakes twice. In this thesis, we propose an approach and describe a simple groupware tool working on a network of PC's. The tool supports description of technical problems, message exchange among users, monitoring of the problem solving process and documentation of technical solutions. It also provides facilities to structure and archive knowledge learned during this process. The tool has been developed and evaluated at Aerospatiale Matra, especially to feed back design teams with manufacturing knowledge in the context of product change requests. Then we propose a method to capitalise knowledge and know-how contents in relation with the tool.

KEYWORDS

Concurrent Engineering, Non structured information, Information structuring, Groupware, MICA tool

1. Evolution of Engineering Information Requirements

Traditionally, engineering activities were performed in a sequential order. Over the last ten years, strong market pressures have forced manufacturing companies to drastically reduce the time-to-market of their products. This is why companies tend to apply the Concurrent Engineering approach [4, 9, 13, 16, 17, 18, 21, 22], which is opposed to sequential engineering approach in Table 1.

At Aerospatiale Matra, to favour the exchange of Non-Structured Information (NSI) and Semi-Structured Information (SSI) within design teams, Concurrent Engineering relies on so-called Integrated Teams made of:

- a Project Leader, who has the responsibility for the project for achieving the quality, cost and delay objectives,
- Department Representatives, who are people released from their originating department (with which they keep a hierarchical link). They have a functional relationship with the Project Leader.

The operation in Integrated Teams facilitates the exchange of information between the various services. This brings more flexibility and more reactivity to the project. This result in reduction of cycle times, development costs and product costs. Within the Integrated Teams, communication support for NSI is mainly performed verbally in face-to-face talks or on the phone. This information is therefore poorly controlled. This term "control" can be characterised in terms of four criteria: structuring, sharing, access and capitalisation. These criteria are the topic of section 2. Section 3 deals with groupware while section 4 introduces a tool to support non structured information in CE context.

2. Characterisation of Current Engineering Information Systems

To convey information, whatever the kind of information is, available means are either natural language (words), paper forms, icons or electronic means. Altogether, information and its exchange media form an Information System. An Engineering Information System can be characterised by four fundamental aspects:

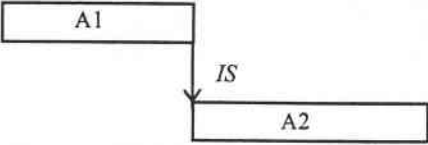
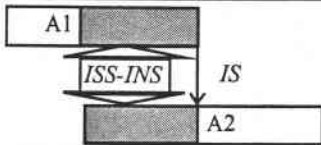
	Sequential Engineering	Concurrent Engineering
Sequencing of two activities A1 and A2 in sequential and concurrent engineering environments	 <i>SI : Structured Information</i> Information exchange in Sequential Engineering	 <i>SI : Structured Information</i> <i>SSI : Semi-Structured Information</i> <i>NSI : Non-Structured Information</i> Information exchange in Concurrent Engineering
Taxonomy of Exchanged Information	• <i>Structured Information (SI)</i> is formalised information, i.e. the documents containing this information are structured (drawings, process plans, etc.) and the flow of these documents is formalised. These are primarily stable information items over time and 100% valid. <i>Structured Information (SI)</i> contains all necessary and sufficient information for the implementation of the activities they support.	• <i>Semi-Structured Information (SSI)</i> is less formalised, i.e. it is generally written in documents weakly structured such as a letter, an office automation document (word processor, spreadsheet, graph, etc.). The information flows are diverse and diversified. • <i>Non-Structured Information (NSI)</i> is non formalised and non stable information. It is primarily oral. Its flow is completely unpredictable, and procedures are informal: meetings, discussions on the phone or in the corridors, etc., • <i>Structured Information (SI)</i> in sequential operations is stored in databases.
Characteristics of sequential and concurrent engineering	• Activity A2 starts only after having received all the necessary and sufficient information from activity A1. • Activity A1 is no longer active when activity A2 starts. • The total duration $A_{\text{sequential}} = A1 + A2$.	• Activity A2 can begin if activity A1 is started and if certain A1 information is available. • Exchanges of NSI information exist between activities A1 and A2 until A1 is finished. • The total duration $A_{\text{concurrent}} = A1 + A2 - (A1 \cap A2)$, so $A_{\text{concurrent}} < A_{\text{sequential}}$

Table 1. Comparison between Sequential Engineering and Concurrent Engineering

Information Structuring: An Information System is structured if it relies on a formal conceptual schema to organise information on appropriate media. Conversely, it is non structured if neither the structure nor the content are formatted. The evaluation criteria are the ease of organising information in an intuitive and logical way and the capabilities of information management at separate locations.

Information Sharing: Information is shared when it can be accessed by several persons or applications at the same time. The evaluation criterion is the ability to easily access information.

Information Access: An Information System may offer several ways for accessing information. The evaluation criteria are the ease and speed for accessing information.

Information Capitalisation: Capitalisation is the ability to store and process information for later re-use [7, 15]. The evaluation criterion is the ease of storing, processing and re-using information.

In a Concurrent Engineering context, the QCD (Quality-Cost-Delay) targets could be better achieved if Semi-Structured Information (SSI) and Non-Structured Information (NSI) exchanges were better supported. These types of information are not mastered because of a lack of computer support. Conventional means of communication (oral and paper forms) do not fulfil the need for data exchanges in a Concurrent Engineering context. To this aim, it appeared interesting to the authors to study modern ways of communication to phase a CE project, i.e. to use Groupware tools [3].

3. Groupware and Characterisation of Modern Engineering Information Systems

Groupware tools are computer support tools for collaborative work. They have one important particularity in common: they enable asynchronous exchanges (i.e. people do not have to be simultaneously present to communicate) [10]. The terminology concerning Groupware has not been stabilised yet because it is a very recent technology. Nevertheless, it is usually admitted that Groupware comprises seven types of tools, namely: e-mail, public files, electronic forms, shared files, shared agendas, forums and workflow [11].

E-mail: Electronic mail is a broadcasting tool. It enables to asynchronously send messages from a computer to other ones using electronic addresses. In CE environments, the underlying principle is that an e-mail message should be timely and kept short and concise for efficiency reasons. E-mail must be used to send messages to one or

more selected recipients when Non-Structured Information (NSI) (e.g. non-formatted messages) or Semi-Structured Information (SSI) (e.g. with attached documents) is concerned.

Public files: Making available public information is the main activity on Internet and Intranets. This concerns multi-media information in the form of internal journals, serials or short information notices. The need for sending general information to employees can therefore easily be fulfilled. In CE, public files (for instance, in HTML format) mainly enable to make Structured Information (SI) (i.e. validated information) available to large groups of employees in a form easily accessible (e.g., using any commercial web browser).

Forms: Forms or data screens or electronic sheets are widely used in industry to carry out administrative procedures. To date, in most industrial companies, paper forms tend to be replaced by electronics forms. In CE, electronic forms mainly enable to send Structured Information (SI) (forms containing validated information) to one or more persons.

Shared files: As opposed to public files which can be accessed by everyone, shared files are restricted to a limited number of persons. In CE, shared files are mainly used to place Structured Information (SI) and Semi-Structured Information (SSI) at users' disposal.

Shared agendas: Sharing agendas is used to manage people's availability and organise meetings. For efficiency reasons, each individual agenda should be kept up to-date by the respective owner. In CE, shared agendas mainly enable to place Structured Information (SI) at disposal of one person (the owner of an agenda) or of a group (members of the team).

Forums: Forums are dedicated to specific themes and people who want to be involved have to write a message with a headline and to send it to a specified address (for instance, by e-mail) where it is stored. All participants are allowed to choose and read a message thanks to its headline and then could reply to the sender. All messages remain at free disposal of forum participants. Forums mainly enable to send Non-Structured Information (NSI) (e.g. textual messages) and Semi-Structured Information (SSI) (e.g. messages with attached documents) to groups of people. However, they are not good tools to place information at group disposal because sorting and choosing a piece of information in a forum could be a waste of time in a design department. Team members could be overwhelmed with a huge number of possibly redundant items of information.

Workflow: Forms make possible to automate simple procedures with structured flow. Workflow enables to process several document flows simultaneously. In CE, workflow technology mainly enables to send Structured Information (SI) and Semi-Structured Information (SSI) among activities and to one or several persons.

To assess relevance of Groupware tools to CE information system requirements, an evaluation matrix has been proposed[8]. This matrix intends to highlight three of the axes of a firm's information requirements:

- Dynamics axis: Static versus dynamic information
- Destination axis: - 1 to 0: Information is stored on one computer and is only used by its owner
 - 1 to 1: Information is send to a selected person
 - 1 to n: Information is send to several selected persons
 - n to n: Information is send to a group of people
- Characterisation axis: Structured Information, Semi-Structured Information, Non-Structured Information

Using the matrix, relevance of each Groupware tool has been evaluated for each CE information requirement as summarised by Fig. 1.

The matrix shows that no single tool can fulfil all information requirements. Especially, Non-Structured Information (NSI), which plays an important role in Concurrent Engineering, can hardly be memorised. Consequently, history of the project as well as knowledge and know-how deployed during the project can hardly be capitalised. Also, the fact that events occurring during the design projects are not memorised is detrimental on the long term, especially for future projects because it is not possible to learn from past experience and recent developments.

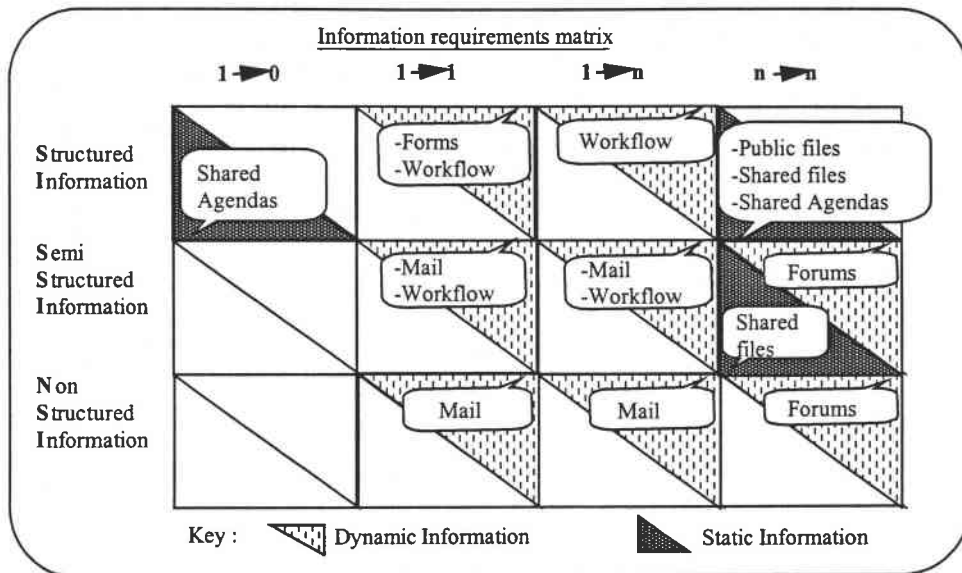


Figure 1. Information Requirements Fulfilled by each Groupware Tool

3. Interactive Messaging System for Aerospatiale Matra Concurrency (M.I.C.A.)

As argued earlier, on one hand the current means of communication (oral and paper) do not make it possible to support the *NSI* flowing within an Integrated Team. On the other hand, no groupware tool fully answers the specifications of CE communication requirements described in section 2. It was therefore decided to develop at Aerospatiale Matra a tool for "Interactive Messaging System for Aerospatiale Matra Concurrency" called "M.I.C.A." The purpose of M.I.C.A. is to provide a computerised assistance for engineering problem monitoring and to support capitalisation of the trade knowledge from manufacturing backwards to design (Fig. 2).

At the beginning of the design cycle and product development, M.I.C.A. is used to build a common reference framework using sheets (Forms) containing the exchanged *NSI* between the various Department Representatives (Fig. 3). These exchanges are made easy by the asynchronous character of the communications and by the possibility of "pulling" and/or "pushing" information. The geographical remoteness is therefore less penalising, making it possible to work on several projects simultaneously. Moreover, M.I.C.A. handles evolutionary and valid information for all the Department Representatives. To this end, it crystallises the efforts of the Department Representatives within an Integrated Team and thus facilitates work in Concurrent Engineering. In the final phases of product design and development, the common reference framework based on the *SI* is built gradually. It then supplants the one made of the *NSI*. In this context, M.I.C.A. intervenes as a communication tool which makes available a product history materialised by the forms containing the *NSI* (Fig. 3). A processing work of these forms should then be carried out to extract trade knowledge. M.I.C.A. allows therefore to capitalise the knowledge and the know-how deployed during the project.

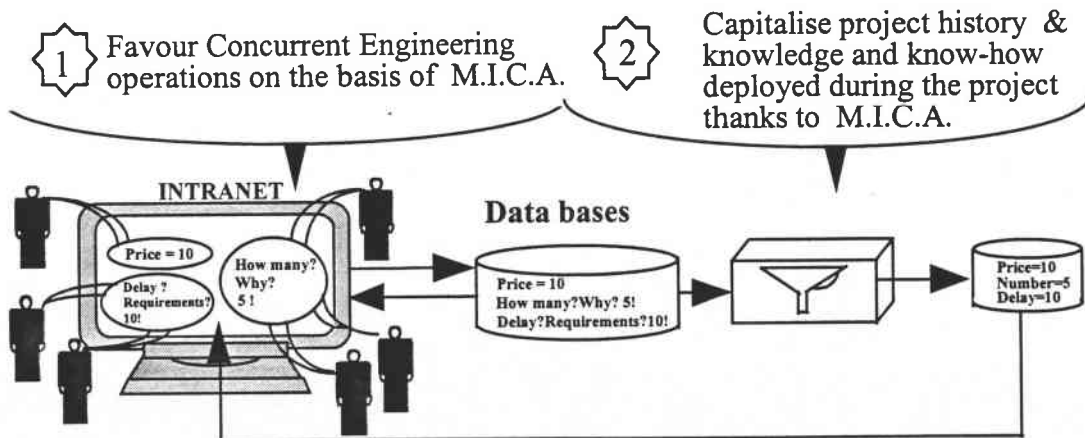


Figure 2. Principles of M.I.C.A. Tool

Form No. 100

Initial state

State of current negotiation

Final state

Key:

Pre-defined fields

Free fields

Figure 3. Schematic Example of a M.I.C.A. Form

3.1 M.I.C.A. Information Structuring

To formalise non structured information aspects in M.I.C.A. (at the rhetoric and linguistics levels), we have considered various enterprise modelling methods such as CIMOSA [19, 20]. CIMOSA is concerned more particularly with the activities of a company and does not focus on products. In the context of design and product development, the concept of product must be at the foreground. Therefore, we had to adapt CIMOSA to the problem at hand. Especially, we preserved various concepts, for instance the concept of modelling views and the generation principle which describes the behaviour and the functionality of a system from various modelling views [19]. These modelling views can be represented by a meta-model. The objective of this meta-model is to be at the same time generic, exhaustive and representative in a certain context. A modelling language based on the oriented object concepts of UML (Unified Modelling Language) is used. Four principal views have been defined:

- the *Resource View* to describe the means required to design and develop a product
- the *Product View* itself is broken up into different sub-views in order to describe the product from various angles: physical, geometrical, functional and dynamic
- the *Process View* in order to describe the state of progress of the product design and development activities
- the *Co-operative View* makes possible to take into account interactions between the various resources, in particular the *NSI*. This *View* is essential in Concurrent Engineering environments

All these *Views* can be related to the description of a design "context". Within this framework, various *Views* of the characteristic elements of this context can be extracted from the meta-models. They are part of the contextual information which should be associated with the *NSI* to facilitate the comprehension of their meaning.

Because our goal is to use a computer-based application as a support to the *NSI*, the contextual information will take the practical form of pre-defined data fields in the M.I.C.A. forms containing the characteristic elements of the context. This application having to be used as a communication tool, only the contextual information which seems relevant to us will be stored. This choice results from a compromise between the concern for completeness and the ability to take into account the ergonomics of the computer interface, which turns out here to be the workload for the users who will have to assign values to these pre-defined data fields.

Resource View

To characterise this context associated with the *NSI* flowing within an Integrated Team, we have chosen to extract from the meta-model of the *Resource View* (Fig. 4), the contextual information concerning the instantiations of the identification attribute of the 'Person' class and of the 'Machinery' class. They will take the form of one or more pre-defined fields with headings concerning the identification of persons and of the machines.

Product View

The *Product View* is described with most attention, because the product is the topic of most of the *NSI*. We therefore use the following *Sub-Views*: physical, function, geometry and dynamics.

For the meta-model of the *Physical Sub-View* (Fig. 5), we have chosen to keep in our computer application the instantiations of the 'Identification' class. The computer application will therefore contain one or more pre-defined fields with the identification of the product and/or of the sub-assemblies and/or of the components.

For the meta-model of the *Function Sub-View* (Fig. 6), we keep the instantiations of the 'identification' attribute of the 'Function' class.

For the meta-model of the *Geometry Sub-View* (Fig. 7), we have chosen to keep only the contextual information referring to the “Location” and the “Geometry” of the entity, i.e. the instantiations of the identification attribute of the “Location” class and of the “Geometry” class.

For the meta-model of the *Dynamics Sub-View* (Fig. 8), we keep the instantiations of the ‘identification’ attribute of the ‘State’ class. A pre-defined field will characterise the state of the dynamic facet of the product model.

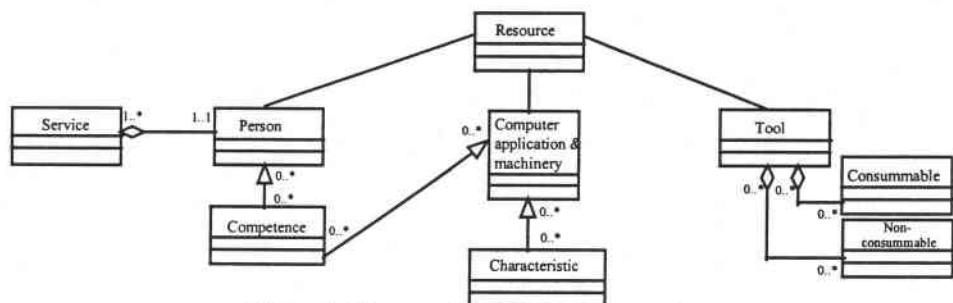


Figure 4. Meta-model of the Resource View

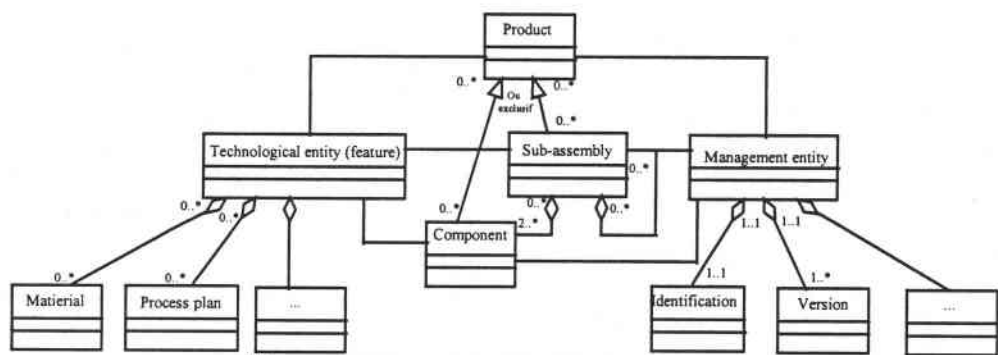


Figure 5. Meta-model of the Physical Sub-View

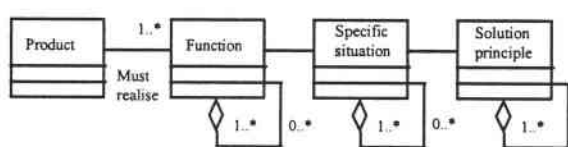


Figure 6. Meta-model of the Function Sub-View

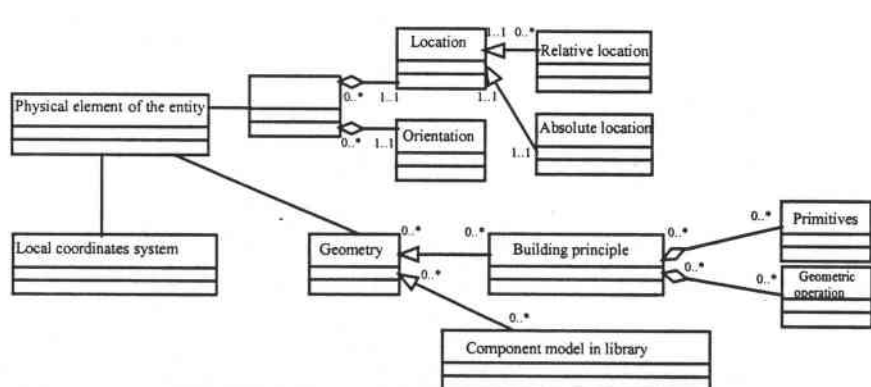


Figure 7. Meta-model of the Geometry Sub-View

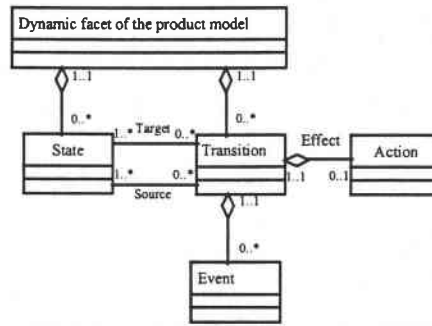


Figure 8. Meta-model of the Dynamics Sub-View

Process View

This view allows to locate the *NSI* with respect to the phases of product design and development. In the case of *Aerospatiale Matra Les Mureaux*, there exist five major phases (Feasibility, Design, Development, Qualification, Pre-production/Series) which are split into sub-phases, etc. It is up to the designer of the computer application to identify the number of the contextual information types according to the desired granularity level desired.

Co-operation View

The co-operation view attempts to model interactions between the members of the Integrated Team. We model the rhetoric aspects and the linguistic aspects separately. For the rhetoric aspects, we make use of the general outline of the Baker's negotiation model (Fig. 9) [7].

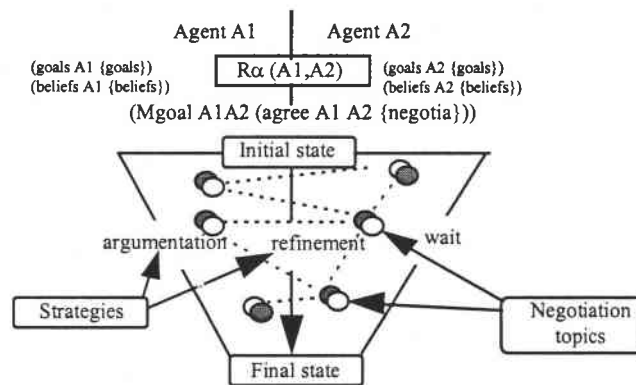


Figure 9. General Schema of Baker's Negotiation Model

This modelling enabled us to choose a grouping of the *NSI* involved in a negotiation for problem solving in product design. It was decided to gather all the *NSI* concerning the same negotiation in the same form (Fig. 9). A form is composed of three paragraphs symbolising “the initial state”, “the final state” and “the state of current negotiation” (Fig. 3). These paragraphs are made of:

- pre-defined fields containing contextual information resulting from the *Resource*, *Product* and *Process Views*,
- free field containing the *NSI*, these fields are neither binding with regard to the concerned topic and nor restrictive in terms of number of characters.

3.2 Other M.I.C.A. Functionalities

Information sharing: All the Department Representatives can have access to all *INS* of the computer application but they cannot delete or update what another Department Representative has written.

Information access: Various means of access can be used: search from the words contained in the pre-defined fields, use of a search engine for specified fields, etc.

Knowledge and know-how capitalisation: The computer application allows to collect a part of the *INS* flowing through the Integrated Team. The capitalisation phase is currently under investigation at *Aerospatiale Matra Suresnes* and research work is performed as part of this project.

4. Capitalization of knowledge and of know-how from M.I.C.A.

Thanks to the M.I.C.A. software, Non-Structured-Information exchanged between the members of the team are tracked. The quantity of information is too large to be correctly treated by a human being. So software packages capable of treating of large quantity of linguistic data by applying data analysis [2] are tested. Objective is to supply, from a large number of data, summary according to a precise criterion, with the aim of an action. The analysis of linguistic data or data-mining is established of a sort of techniques that can be divided into two main families : factorial analysis and hierarchical classifications [6]. Hierarchical classifications techniques are chosen because they are mastered at Aerospatiale Matra. The first objective is to use a computer application to suggest rules. Afterwards an expert will validate them.

Three main methodological phases are identified to perform a data mining search [1]

- Constitution of the corpus : Phase of elaboration of a group of samples of documents of the linguistic data which will be supplied in the application for analysis. In our case, we use the forms of M.I.C.A.
- Automatic indexation : automatic phase of constitution of a lexical index. It is a list of terms having a sense, linguistically speaking. They are representative of the corpus.
- Automatic classification : automatic phase ending in the creation of groups or clusters of terms of the lexical index or in the creation of groups or classes of documents according to the similarity of their contents.

There are two kinds of hierarchical classification algorithms :

- The first supplies a series of more and more fine partitions ending in the creation of groups or classes of documents according to the similarity of their contents. They are called algorithms of downward hierarchical classification,
- The second supplies a series of partitions less and less fine ending in the creation of groups or clusters of terms of the lexical index. They are called algorithms of ascending hierarchical classification.

A comparative study was led on a tool based on ascending classification and a tool based on downward classification [5]. It was concluded that :

- The tools based on downward classification improve the characterization of the corpus and its logical reading thanks to the creation of classes,
- The tools based on ascending classification tool allow to go into the detail of the association of terms in the form of graphs and clarifies so the specific orientations of the corpus with notably the registration of weak signals.

A tool based on ascending classification is chosen because this kind of tool goes into the detail of the associations of terms constituting the text, so we supposed that it can suggest rules. Several attempts are made on data contained in M.I.C.A. with a technical point of view. After several iterations, we obtained four graphs of terms called clusters. We reproduced a part of one of them (Fig. 10) to propose a principle of solution to build rules from the corpus of M.I.C.A. based on the suggestions of the software tool. Because of the confidentiality, specific terms in the aerospace industry are replaced by generic terms. In this cluster, we can identify a rather temporal aspect for the right side and a rather technical aspect for the left part. This cluster had to be cut into two parts, nevertheless it shows that temporal terms didn't mixed up with technical terms.

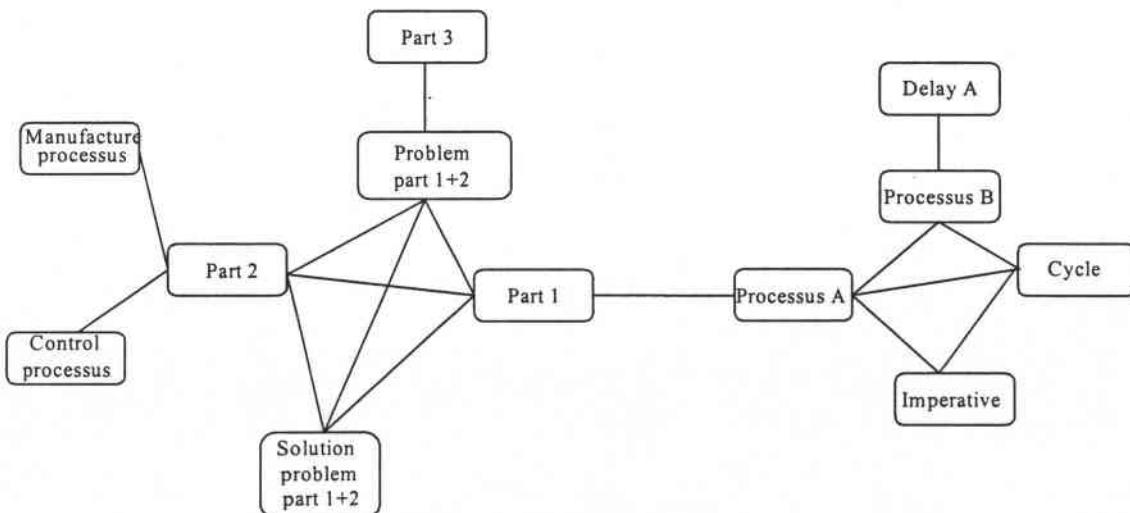


Figure 10. Example of a cluster

These clusters propose terms and connections between these terms, these suggestions are supposed to be relevant and representative of the text of the corpus. These graphs can be completed by giving a meaning to connections with semantic terms. So two terms associated by a semantic term could be similar to an act of argumentation or to a rule. These rules can be validated by an expert who uses its knowledge of the project or its expertise. He could also refer to the original text.

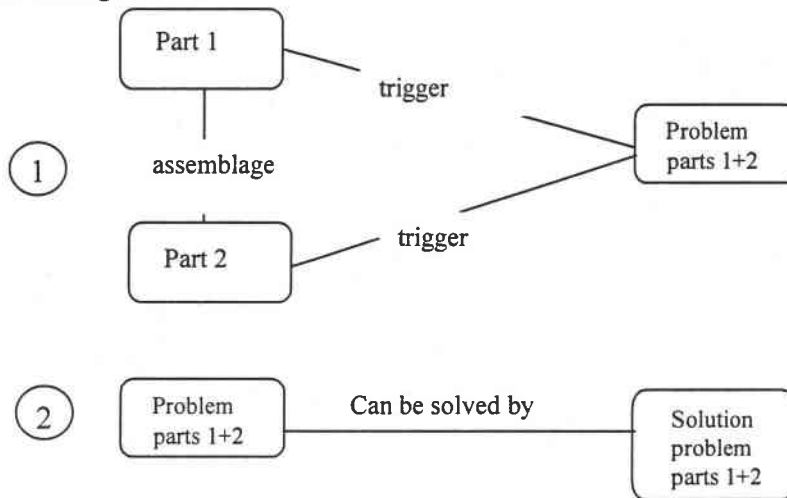


Figure 11. Example of semantic terms which are able to help in the understanding of graphs

Furthermore, these graphs can be translated in the form of rules. For instance, examples 1 and 2 (Fig. 11) can be translated into (Fig. 12):

IF (Assembly) of [part1] and [part2]
 THEN [Problem parts 1+2]

And

IF [Problem parts 1+2]
 THEN (can be resolved by) [Solution problem parts 1+2]

Figure 12. Example of rules

The objective seems to have been reached because we express a principle of origin of rules from the suggestions of a data mining tool.

4.1 Perspectives

By means of a data mining tool, it was possible to elaborate new knowledge rules. Nevertheless, to be more exhaustive in terms of proposition of rules, it would be advisable to follow recommendations expressed by Delooze [5] and to use a tool based on downward hierarchical classification to edit more significant classes. As such, aerospace industry should endow, in a close future, of a tool of downward classification. So, we should do attempts in this way. We suggest the following procedure based on four main stages :

- Setting up the corpus which consists of a collection of M.I.C.A. index cards.
- Definition of the classes, which can be made from fields by collecting index cards relating to a product, a detail, etc., using a tool based on downward hierarchical classification.
- Visualization of the classes in the form of graphs, using a tool based on ascending hierarchical classification.
- Construction of rules, by an expert, from the suggestions of data mining tool and of M.I.C.A. index cards.

We made this test a posteriori, but we think that it would be useful to regularly perform this type of study during the cycle of time to market of the product. Indeed, if we set a postulate that problems are sources of dialogues, then by studying these dialogues, we are capable of putting in light problems, including that make reference that some dialogues (detection of weak signals).

5. Conclusion

Requirements for information support have been discussed. The paper argues that traditional means of communication used in engineering (essentially oral and paper forms) can hardly support Non-Structured Information as a fundamental source of knowledge and know-how in Concurrent Engineering. This is the reason why a tool called M.I.C.A. (Interactive Messaging System for the Aerospatiale Matra Concurrency) has been implemented within Aerospatiale Matra. M.I.C.A. is a groupware tool used to track all interactions and information exchanges between members of Integrated Teams in solving an engineering problem. This tool is able to structure, share, have access and capitalise information through an Intranet. It has been implemented and put into operation in an engineering team of twenty people in May 1998. Some experience has already been extracted. The usefulness to build a bridge between M.I.C.A. and a modelling approach such as CIMOSA [19, 20] to both master Non-Structured Information (NSI) through MICA and supply the enterprise models through CIMOSA has been identified. This way, it is intended to capitalise knowledge and know-how deployed during a product design project. Moreover, the data mining tool seem to be useful in the context of a System of Non-Strutured Information (NSI).

References

- [1] Aitchison, J., Gilchrist, Has., Bawden, D. (1997) *Thesaurus construction and uses : has practical manual*, Aslib - the Association for Information Management, London
- [2] Benzécri, J.P. (1973) *L'Analyse de données : L'analyse des correspondances*, Tome 2, Editions Dunod
- [3] Blomberg, J.L. (1998) Variable impact of computer technologies on the organization of work activities, In *Computer-Supported Cooperative Work* (I. Greif ed.).
- [4] Bourdichon, P. (1994) *L'ingénierie simultanée et la gestion d'informations*, Hermès, Paris.
- [5] De Looze, M.A., Roy, Has., Reinert, Mr., Jouve, O., Copronini, R. (1998) Analyse de données et analyse de mots associés, comparaison d'algorithmes différents sur un corpus concernant la prise en compte du risque dans le développement des OGM dans le domaine des végétaux, Veille Stratégique Scientifique et Technologique, Toulouse, 19 au 23 octobre, pp.241-255
- [6] Diday, E., Simon, J.C. (1976) *Cluster Analysis*, Digital Pattern Recognition, (K.S. fu ed.), Publish Springer-Verlag, Berlin
- [7] Ermine, J.L. (1997) *Les systèmes de connaissances*, Hermès, Paris.
- [8] Gardoni, M., Spadoni, M., Vernadat, F.B. (1999) Requirements analysis for enhanced information support in Concurrent Engineering Environments. 5th Int. Conf. on Industrial Engineering and Production Management, Glasgow, Scotland, July 12-15.
- [9] Garro, O. (1995) Distributed design theory and methodology, *Concurrent Engineering : Research and Applications*, Vol. 3, No. 1, March.
- [10] Johansen, R., Charles, J., Mittman, R., Saffo, P. (1988) Groupware, computer for business teams, *series in Communication Technology and Society*, free press, Callier MacMillon.
- [11] Marca, D. and Bock, G. (1992) *Groupware: Software for Computer Supported Cooperative Work*, IEEE Computer Society, New-York.
- [12] Medhat, A. (1994) *Proceedings of the 2nd International Conference on Concurrent Engineering and Electronic Design Automation*, April 7-8. Bournemouth, UK.
- [13] Parsaei, H.R. and Sullivan, W.G., eds. (1993). *Concurrent Engineering: Contemporary Issues and Modern Design Tools*. Chapman & Hall, London.
- [14] Petitdemange C. (1991) *La gestion de projet et l'Ingénierie Simultanée - La maîtrise de la valeur*, Edition AFNOR Gestion, Paris.
- [15] Poitou, J.P. (1995) Documentation is Knowledge, An anthropological approach to corporate knowledge management, Proc. ISMICK 95, Compiègne, France, Oct. 26-27.
- [16] Prasad, B. (1996) *Concurrent Engineering Fundamentals - Integrated product and process organisation*, Vol. 1, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ..
- [17] Sharples, S. (1993) Concurrent Engineering - Why do it at all ?, The institution of Electrical Engineers, Colloquium IEE, Manufacturing Division, Professional Group 14, Manufacturing Systems Engineering, Concurrent Engineering, Digest number 1993/068, seminar, 24 March.
- [18] Sohlenius, G. (1992) Concurrent Engineering, Keynote Paper. *Annals of the CIRP*, 41/2, 645-655.
- [19] Vernadat, F.B. (1996) *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*, Chapman & Hall, London.
- [20] Vernadat, F. (1996) Enterprise Integration: On business process and enterprise activity modelling, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, Vol. 4, No. 3, September.
- [21] Wallace, S. (1994) Accelerating Engineering Design, Solutions Focus: Cutting Time to Market, Byte, 62-76, July.
- [22] Winner, R.I, J.P. Pennel, H.E. Bertrend, M.M.G. Slusarczuck, (1988) *The role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition*, IDA report R-338, Alexandria, VA: Institute for Defence Analyses.

Chapitre I

Evolution des Systèmes d'Informations en Ingénierie Intégrée

I. Evolution des Systèmes d'Informations en Ingénierie Intégrée

I.1. Introduction

Ce premier chapitre décrit les différentes stratégies organisationnelles employées par les entreprises pour s'adapter aux différents contextes économiques qui se sont succédés depuis les années 1900. Actuellement, pour faire face à une économie de marché les entreprises tendent à appliquer les principes de l'Ingénierie Intégrée. Pour améliorer leur réactivité et leur flexibilité, elles favorisent les échanges d'informations entre les services. Afin de mieux cerner la notion d'informations, nous en explorons quelques facettes à travers des typologies de l'information associées respectivement aux niveaux de connaissances (*données, informations, connaissances et théories/expertises*), à la structuration de l'information (*Informations-Structurées, Informations-Semi-Structurées et Informations-Non-Structurées*) et à l'aspect dynamique des échanges (information « poussée » ou « tirée »). Nous complétons cette approche par une caractérisation des échanges d'informations. Ensuite, nous appréhendons la notion de Systèmes d'Informations de l'entreprise en définissant leurs caractéristiques, qui peuvent se décliner en Structuration de l'information, Partage de l'information, Accès à l'information et Capitalisation du savoir et du savoir-faire. Ces Systèmes d'Informations utilisent des moyens technologiques en vue de prendre en compte :

- Les *Informations-Structurées (IS)* : qui sont gérées par des Systèmes de Gestion de Données Techniques (S.G.D.T.) ou Product Data Management (P.D.M.),
- Les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* et les *Informations-Non-Structurées (INS)* : qui peuvent être échangées par les outils du Groupware : la Messagerie, les Publications, les Agendas Partagés, les Dossiers Partagés, les Formulaire, le Workflow et les Forums.

Nous avons donc identifié trois types de Systèmes d'Informations qui cohabitent dans l'entreprise : le Système d'Informations *Structurées*, le Système d'Informations *Semi-Structurées* et le Système d'Informations *Non-Structurées*. Ce dernier devient de plus en plus primordial dans un contexte d'Ingénierie Intégrée. C'est pourquoi, il fait l'objet de nos travaux de recherches.

I.2. Evolutions du contexte économique

L'entreprise est une organisation de production de biens ou de services à caractère commercial composée d'entités interdépendantes. Elle fait partie d'un système plus vaste : son environnement. L'évolution de celui-ci impose à l'entreprise des efforts d'adaptation et l'oblige à être constamment à la recherche d'une position d'équilibre dynamique vis à vis de son environnement. Nous pouvons distinguer trois types d'environnements associés à trois types de modèles de production (Figure I-1) :

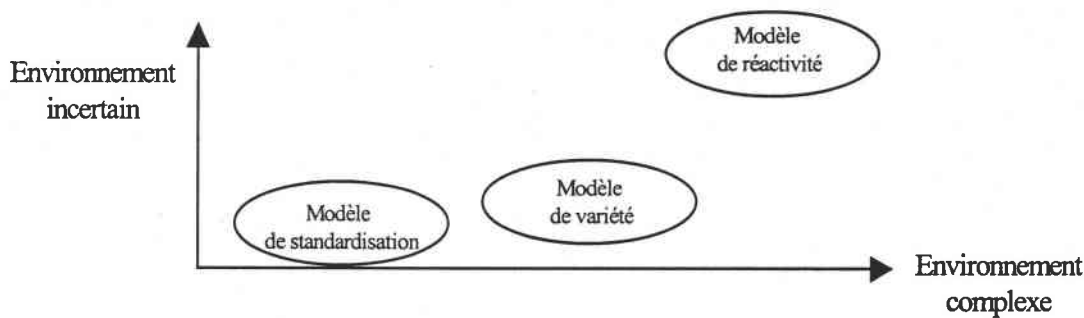


Figure I-1 : Evolution des modèles de production

- **Modèle de standardisation** ou économie d'échelle : de 1900 à 1960. Taylor l'illustre par les quatre principes suivants :
 - La demande est supérieure à l'offre,
 - Le savoir et le savoir-faire utilisés sont stables, ce qui confère une grande stabilité aux produits,
 - L'organisation de l'entreprise est pyramidale, avec une forte hiérarchisation. L'information est diffusée en faible quantité et elle est « certaine »,
 - Le coût représente la somme des ressources consommées.
- **Modèle de variété** ou économie de distribution : de 1960 à 1970, l'offre et la demande s'équilibrent. Désormais, les objectifs des entreprises tendent vers le développement de produits de plus en plus variés en insistant sur les aspects commerciaux.
- **Modèle de réactivité** ou économie de marché centrée sur le client : à partir de 1970, la concurrence s'est accrue et se mondialise. Le client exige des produits personnalisés, variés et de qualité. Cette période peut être illustrée en prenant le contrario des quatre principes de Taylor :
 - L'offre est supérieure à la demande,
 - Le savoir et le savoir-faire sont constamment remis en cause,
 - L'information croît en quantité et en diversité, elle est désormais partagée,
 - Le coût intègre la prestation de service, les frais commerciaux voire le coût du recyclage, etc.

Actuellement, les entreprises évoluent dans un espace de plus en plus complexe et réglementé, résultat de l'évolution des technologies et des systèmes d'informations. A cela, s'ajoute l'incertitude engendrée par la versatilité des marchés et des produits dans l'espace et dans le temps.

Avec le modèle de réactivité, le cycle de vie du produit ne cesse de diminuer. Le cycle de vie est « une représentation de l'évolution des attributs du produit et des caractéristiques du marché dans le temps » [Polli 88]. Le produit, quelle que soit sa nature, suit une succession de phases rappelant les principales étapes de la vie [Tarandeau 93] : l'introduction du produit sur le marché, sa croissance, sa maturité et son déclin. Cette représentation quelque peu réductrice peut être complétée par six classes de caractéristiques associées aux quatre phases d'exploitation des produits techniques (planification, réalisation, utilisation et recyclage) (Figure I-2). Ces classes de caractéristiques sont d'ordre :

- Techniques, telles que la masse, les dimensions, etc.
- Conditionnelles, elles décrivent les conditions nécessaires à l'exploitation optimale du produit dans un contexte donné.
- L'exploitation, pendant la période d'utilisation des caractéristiques techniques. Elles conditionnent le comportement du produit au cours de sa phase d'utilisation en terme de disponibilité, d'usure, etc.

- Sociales, elles deviennent de plus en plus importantes notamment en phase de mise au rebut car les entreprises ne veulent pas être considérées comme polluées.
- Esthétiques, elles sont liées aux notions de style, de couleur et de présentation.
- Commerciales, elles sont garantes de la valeur économique du produit. On distingue le prix sur le marché, le coût de la livraison, les coûts d'exploitation, l'amortissement, les conditions de paiement et de financement, etc.

L'importance de ces classes de caractéristiques varie en fonction de la phase du cycle d'exploitation des produits (Figure I-2).

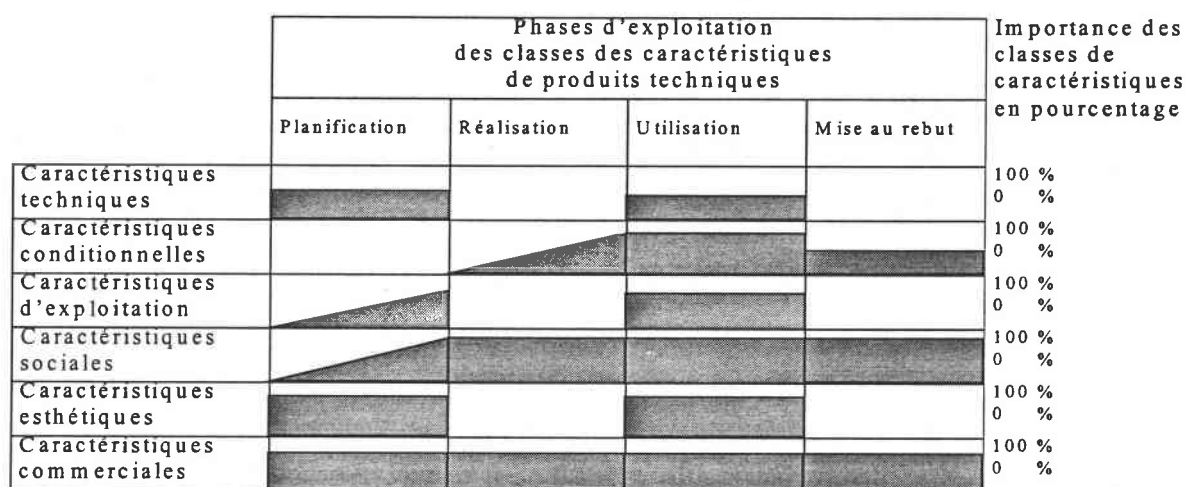


Figure I-2 : Tableau des variations de l'importance des classes de caractéristiques en fonction des phases d'exploitation des produits techniques

Medhat [Medhat 93] souligne que lancer un modèle avec 6 mois de retard dans le secteur automobile, équivaut à une perte de profit de près de 35%, alors qu'un dépassement du coût de développement de 50% du produit, ce qui est considérable, n'entraîne qu'une chute de profit de 6%. On prend alors conscience de l'importance de la réduction des cycles, importance qui s'est accrue depuis 1993. C'est pourquoi, nous souhaitons nous appuyer sur la notion de « cycle de mise sur le marché » du produit, qui inclut toute la genèse du produit, sa conception, son développement, sa phase de pré-série jusqu'à la commercialisation du premier exemplaire de série. La réduction du cycle de vie du produit et plus encore la réduction du cycle de mise sur le marché incitent les entreprises à appliquer au mieux le concept d'Ingénierie Intégrée [Tichkiewitch *et coll.* 95] [Wallace 94].

I.3. L'Ingénierie Intégrée

I.3.1. Définitions

Le terme Ingénierie Intégrée regroupe les termes Ingénierie Simultanée et Ingénierie Concourante. Il est défini par l'AFNOR (Association Française de NORMalisation) sous la référence norme NFX 50415. Cette approche intègre les grands objectifs de l'entreprise qui sont résumés par le triptyque : réduction des délais, amélioration de la rentabilité associée à une réduction des coûts et une amélioration globale de la qualité [Winner *et coll.* 88]. Dans ce cadre, l'essor de l'Ingénierie Intégrée est principalement dû à la volonté de [Sharples *et coll.* 93] :

- Réduire au minimum le cycle de mise sur le marché du produit afin de se placer en premier sur des marchés devenus très versatiles. L'Ingénierie Intégrée apporte une espérance de réduction d'environ 25% du cycle de mise sur le marché du produit par rapport à une approche séquentielle [Salmon 91],
- Ne pas réinventer ce qui existe déjà ou faire appel à des experts. La recherche d'informations pose de tels problèmes que les personnes de l'entreprise ont tendance et trouvent parfois plus gratifiant de recréer certaines données plutôt que de réutiliser l'existant. Cette duplication entraîne une variété qui freine la standardisation [Petitdemange 91],
- Diminuer le coût des modifications en ayant pour objectif de « faire bien du premier coup ». Cet objectif peut être atteint en réalisant les modifications au plus tôt du cycle de mise sur le marché du produit pour qu'elles engendrent peu de conséquences (il est plus facile de modifier une maquette virtuelle plutôt qu'un produit en cours de fabrication),
- Accélérer les flux d'informations pour que chaque personne de l'entreprise ait des informations actualisées en temps utile.

Parmi les différentes définitions existantes du terme Ingénierie Intégrée, nous avons retenu les définitions de [Tichkiewitch 98], [Bocquet 98a], [Jagou 93], [Bourdichon 94] et [Chanchevri 93] que nous synthétisons comme suit :

« L'Ingénierie Intégrée est une approche systématique pour la définition d'un produit consistant à prendre en compte, dès la phase initiale de conception, tous les éléments du cycle de vie du produit, de l'analyse des besoins à la fabrication et au soutien en utilisation, simultanément par tous les secteurs de l'entreprise. »

L'Ingénierie Intégrée élargit le concept d'Ingénierie Simultanée (Concurrent Engineering) dont les définitions de [Sohlenius 92], [Parsaei *et coll.* 93], [Lu 91], [Kimura *et coll.* 92] et [Prasad 96] sont synthétisées ci-après :

« Concurrent Engineering (CE) aims at engineering products and their processes better, faster, and cheaper. CE concerns integration of complementary engineering expertises, communication of upstream and downstream product life-cycle development activities, and coordination of group problem-solving teams in order to reduce cost and time-to-market of new products for a better customer satisfaction. »

Cette approche implique la Direction, les partenaires et les clients dans une vision commune du projet et de son organisation. De nombreux travaux, depuis plus de dix ans, participent aux conditions du succès de l'application de l'Ingénierie Intégrée à travers deux pôles majeurs [Ris *et coll.* 96] [Dommartin 93] :

- Une forte parallélisation des activités de l'entreprise (conception, préparation, fabrication, etc.) grâce à la gestion des informations formelles (technologie de l'information),
- Une organisation centrée sur des équipes multidisciplinaires (appelées Equipes-Intégrées) constituées des représentants des différents services impliqués dans le cycle de vie du produit (nommés Responsables-Métiers) et de responsables du projet (nommés Responsables-Produits). Ces Equipes-Intégrées jouent un rôle accru dans la

communication entre les métiers par la définition d'objectifs précis et communs, la standardisation du vocabulaire, etc.

Ces deux pôles majeurs reposent en partie sur l'échange d'informations ce qui conduit à harmoniser les connaissances que chacun a du produit. Celle-ci se complète au cours du cycle de mise sur le marché, elle est issue d'une succession de décisions concernant les solutions technologiques, les procédés de fabrication, etc.

- Dans le mode séquentiel, les décisions sont prises localement car isolées dans le temps du fait de la séquentialité, dans l'espace pluridisciplinaire du fait de la sectorisation et dans la fonctionnalité du cycle de mise sur le marché du fait du cloisonnement des métiers [Bocquet 98a]. En conséquence, certaines décisions sont prises dans une mauvaise localisation temporelle et ne prennent pas en compte leurs conséquences sur les autres activités du processus. Si bien qu'au fur et à mesure des décisions, la définition du produit limite de manière irréversible les choix futurs.
- En Ingénierie Intégrée, il s'agit d'anticiper les décisions sur le futur produit à concevoir en intégrant davantage et au plus tôt du cycle de mise sur le marché les savoir et savoir-faire. Cet apport d'informations améliore la cohérence des décisions et augmente la connaissance acquise sur le produit. Cette façon de procéder améliore le « processus d'apprentissage » [Everaere et coll. 97] sur le futur produit par rapport à une organisation séquentielle (zone hachurée sur la Figure I-3).

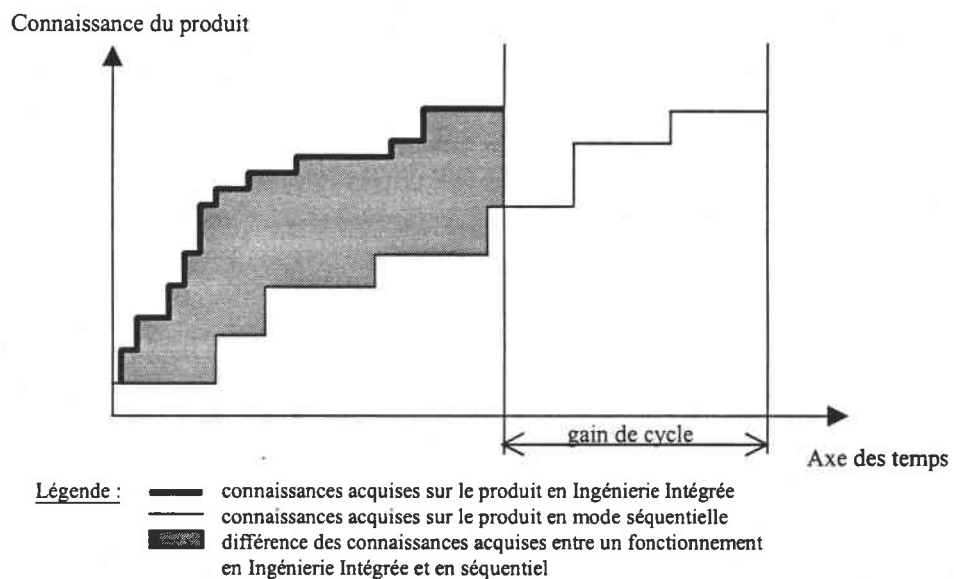


Figure I-3 : Différence des connaissances acquises sur le produit entre un fonctionnement en Ingénierie Intégrée et un fonctionnement séquentiel

Cette connaissance accrue du produit permet de choisir une stratégie de décision adaptée, « au plus tôt » ou « au plus tard ». La stratégie de décision au plus tôt prend en compte au plus tôt les contraintes inhérentes à chaque activité de l'entreprise pour quantifier les valeurs des paramètres qui influent sur les coûts, les délais, etc. Mais décider au plus tôt peut impliquer contraindre « trop » tôt les actions ultérieures. Ceci peut limiter la marge de compromis pour atteindre les objectifs du tryptique Qualité-Coût-Délai. Une alternative à la stratégie de décision au plus tôt est la stratégie de décision au plus tard. Elle quantifie au plus tard la valeur des paramètres en définissant leurs valeurs admissibles avec un maximum de degrés de liberté. Au fur et à mesure du cycle de mise sur le marché du produit, ces espaces admissibles diminuent en

fonction des contraintes inhérentes aux autres activités. A la fin du développement (au plus tard), la valeur est fixée en prenant en compte l'ensemble des contraintes introduites par les différentes activités. Cette stratégie a l'avantage de ne pas prendre de décisions arbitraires a priori et de ne pas anticiper sur les contraintes. Elle ouvre ainsi un large espace de négociation pour l'émergence de compromis [Bocquet 98a].

Ces négociations et les principes de l'Ingénierie Intégrée sont en partie basées sur des échanges d'informations informelles ou non structurées (cf. définition dans la section 1.4.2). Dans nos travaux, nous nous focalisons sur les échanges des informations non structurées au sein des Equipes-Intégrées. Le terme « information » recouvre des domaines très différents, il peut cependant être appréhendé par différentes typologies.

1.4. Différentes typologies de l'information

La notion d'information recouvre des concepts variables. Parmi les différentes typologies de l'information, nous en distinguons trois, associées respectivement aux niveaux de connaissances, à une structuration de l'information et à l'aspect dynamique des échanges d'informations. Nous complétons cette approche par une caractéristique des échanges d'informations.

1.4.1. Une typologie de l'information associée aux niveaux de connaissances

En référence à une expérience européenne sur une période couvrant près de quinze années [Degoul 93], quatre niveaux d'informations ont été identifiés (Figure I-4) : *information brute*, *information organisée*, *information traitée* et *information avancée*.

Position dans la filière Information	Matières premières	Transformation en produits Niveau 1	Transformation en produits Niveau 2	Transformation en produits Niveau 3
Type	<i>INFORMATION BRUTE</i>	<i>INFORMATION ORGANISÉE</i>	<i>INFORMATION TRAITÉE</i>	<i>INFORMATION AVANCÉE</i>
Objectif	Se renseigner	Connaître	Comprendre	Piloter
Problématique	Comment rechercher l'information?	Comment organiser l'information?	Comment traiter l'information ?	Comment répondre au besoin réel ?

Figure I-4 : Typologie de l'information associée aux niveaux de connaissances

Afin de nous rapprocher du contexte industriel, nous considérons que ces quatre niveaux d'informations sont des vecteurs de communication représentant les quatre niveaux de connaissances qui caractérisent le savoir et le savoir-faire [Tsuchiya 95] [Van Engers et coll. 95] :

Nous associons donc

- *L'information brute* à la représentation des *données*,
- *L'information organisée* à la représentation de l'*information*,
- *L'information traitée* à la représentation de la *connaissance*,
- *L'information avancée* à la représentation de la *théorie/expertise*.

1.4.1.1. Données

Les *données* sont matérialisées par des *informations brutes* ou faits de base. Elles sont constituées de symboles et de chiffres et elles reflètent une partie du monde concret. A chaque événement ou chose peuvent être associées des données, qu'il est alors possible de collecter et de stocker sous forme de « matière blanche » (documentation sous forme papier ou électronique). Ce qui rend ces *données* stratégiques, ce sont en particulier :

- La prolifération des réseaux (internes aux entreprises avec les intranets/extranets et externes avec internet), ainsi que la baisse continue des coûts de communication qui facilitent la recherche d'informations.
- La nécessité de faire circuler l'information dans les entreprises pour accélérer leur réactivité. En effet, pour qu'une entreprise soit réactive, il faut que les flux qui la traversent soient rapides : les flux financiers, les flux de matière mais aussi les flux de données ou de décisions.
- Les puissances des machines informatiques permettent maintenant la réalisation de maquettes virtuelles qui tendent à supplanter les maquettes physiques du fait des faibles coûts de transport, de la gestion aisée des différentes versions des prototypes, etc. [Chedmail et coll. 99].
- La "révolution" du multimédia pousse les personnes de l'entreprise à communiquer de façon différente en incorporant dans leurs documents numériques, d'autres documents, des images (fixes ou animées) et du son. Mais compte tenu de notre culture papier importante, la maîtrise du multimédia risque de prendre du temps.

Il ne faut pas espérer trouver dans cette matière blanche toutes les *données* (quelle que soit la quantité de ces données) relatives à « toute » la connaissance d'un domaine, car tout ne peut pas être retranscrit sous forme de symboles ou de chiffres (exemple : une opération manuelle délicate).

1.4.1.2. Informations

Les *informations* constituent la base de la communication. Dans notre contexte, elles sont représentées par les *informations organisées*. Elles sont le résultat d'une activité significative de sélection et d'agrégation des *données* les plus utiles. La nature de la sélection est déterminée à partir de plusieurs facteurs et plusieurs combinaisons de facteurs. La sélection dépend donc de l'individu qui traite les données, celui-ci est influencé par son système social, sa culture, son service dans l'entreprise, etc. Généralement, une *information* est conçue dans le but de prendre une décision. Elle peut être constituée par une structuration multidisciplinaire d'*informations brutes*, telle que :

- Le regroupement d'une partie des *données* concernant un produit (exemple : le plan d'une pièce avec son cartouche accompagné d'une fiche d'anomalie, etc.).
- Les « packs intelligents » d'informations : ce concept, né en Grande-Bretagne [Degoul 93], est le résultat des efforts entrepris par les grandes bibliothèques et les centres de documentation pour élaborer des réponses adaptées aux besoins (recensés par enquête) des utilisateurs. Chaque « pack intelligent » présente, d'une façon organisée, une information variée sur un thème donné. Tout comme les veilles documentaires : Diffusion Sélective de l'Information (D.S.I.), centrées sur un thème donné, ces « packs intelligents » sont matérialisés par la fourniture de bulletins bibliographiques ou fiches signalétiques. Ces prestations utilisent les capacités de l'informatique, qui permettent d'automatiser les recherches de *données* en fonction de centres d'intérêts. Elle constitue une alternative à la logique de la demande, par l'adoption de la logique de l'offre. En contrepartie, cette démarche n'apporte qu'une faible adéquation à la

spécificité d'une demande particulière.

L'*information organisée* est une somme d'*informations brutes*, elle n'est véritablement utile qu'après traitement par un individu qui est en mesure de la « comprendre ».

I.4.1.3. Connaissances

Les *connaissances* sont matérialisées par les *informations traitées*. Elles peuvent être considérées comme un raffinement des *informations*. Lors de ce raffinement, les informations qui sont supposées être réutilisées sont souvent synthétisées et systématisées. C'est pourquoi, la vie d'une *connaissance* est plus longue que celle d'une *information*. Il existe deux types de *connaissances* (Figure I-5) [Barthès et coll. 95] :

- *explicite*, qui fait référence à des connaissances constituées d'éléments formels (données, fonctions, algorithmes, modèles, informations) qui peuvent être représentés soit sous forme de modèles, soit à travers des mots, des graphiques, etc.
- *tacite*, qui ne peut pas être exprimée dans un langage (ou tout autre symbole) car elle est formée d'éléments plus informels (expérience, habileté, etc.).

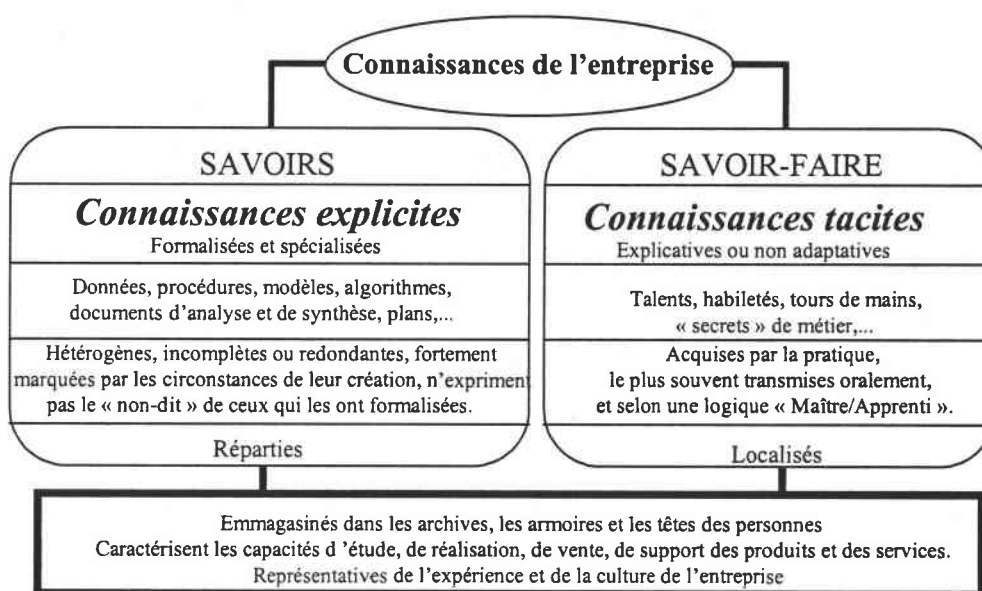


Figure I-5 : Connaissances explicites et tacites, source 3iA

La *connaissance tacite* demanderait un raffinement dans lequel la connaissance elle-même serait directement générée sans prendre la forme d'une *information traitée*. La *connaissance tacite* est très importante pour l'entreprise mais nous nous confinons à l'étude de la *connaissance explicite*.

Les *informations brutes et organisées* ne « valent rien » si on ne dispose pas d'une personne ou d'une organisation capable de les traiter et de les exploiter. Ce traitement ou cycle d'acquisition des *connaissances* (Figure I-6) s'appuie sur des consolidations, des recoupements avec d'autres sources d'informations et des validations auprès d'experts du domaine [Andrei 97]. Les *informations brutes et organisées* deviennent alors des *informations élaborées* et acquièrent ainsi de la valeur ajoutée.

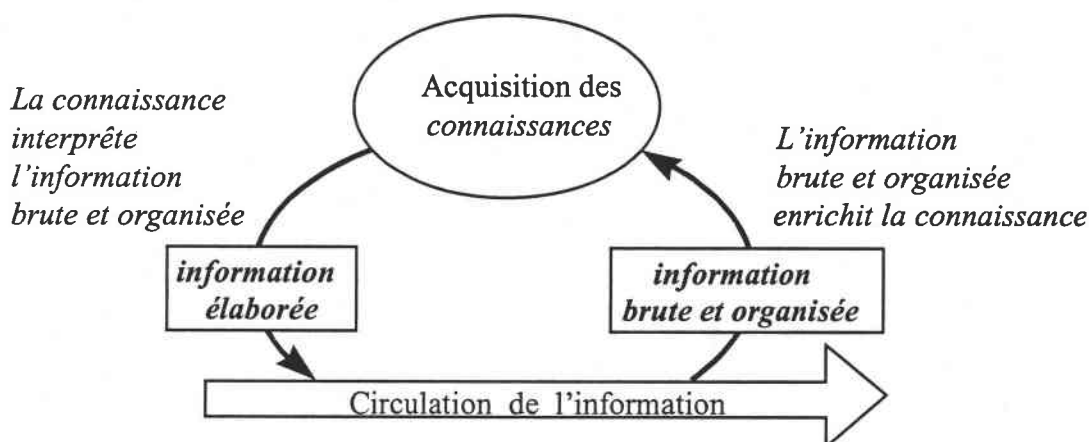


Figure I-6 : Cycle d'acquisition des connaissances

Ce cycle d'acquisition des *connaissances* est dynamique. Les connaissances ne sont donc pas statiques mais dynamiques, elles sont en constante remise en cause (ce qui est « vrai » à l'instant "t" ne le sera peut-être plus à l'instant "t+1"). L'*information élaborée* est une synthèse avec des niveaux de traitements différents, incluant plus ou moins de disciplines et offrant une approche plus ou moins globale du thème traité. Un état de l'art peut prendre la forme de :

- Recueils théoriques s'appuyant sur des méthodes qui permettent de rationaliser, systématiser et structurer.
- Présentations des conditions de mise en oeuvre technique où l'avis de l'expert, prime. Celui-ci est basé sur le bon sens, l'intuition et l'expérience.

Cette synthèse correspond de fait à une monographie présentant l'état de l'art des connaissances, et éventuellement, les perspectives d'évolution. Elle est souvent peu opérationnelle et donc difficilement utilisable directement par les décideurs. Ainsi est apparue l'*information avancée*.

I.4.1.4. Théories/expertises

Les *théories/expertises* sont représentées par l'*information avancée*. La *théorie* est une généralisation de la connaissance, cela affecte le ressenti de nos expériences et l'activité qui consiste à donner une signification à une chose. L'*expertise*, quant à elle, est la recherche et la détection de l'information pertinente dans un flot important de *données*. Ces tâches de généralisation et de recherche vont permettre de mettre en valeur l'information. Elles nécessitent à la fois une capacité d'extraction à partir de documents et une capacité d'élaboration d'*informations avancées* dans des contextes d'analyse qui peuvent être complexes. Ce concept d'*informations avancées* apparaît à la suite de l'augmentation de deux paramètres :

- **La complexité** : la concurrence devenant mondiale, les facteurs susceptibles d'influencer la vie de l'entreprise s'élargissent eux aussi. De plus, ces facteurs ne cessent de se diversifier : macro-économiques, technologiques, scientifiques, financiers, politiques, sociologiques, démographiques, etc. Cependant, ils restent accessibles via un nombre croissant de sources d'informations. Si bien que le volume de données à repérer, traiter, puis à intégrer, ne cesse corrélativement d'augmenter : ce que certains imagent par l'expression consacrée « trop d'informations tue l'information ». De plus, les interrelations entre ces données, d'origines et de natures si variées, ne cessent de se multiplier et influencent leurs évolutions respectives.

- **La vitesse** : le cycle de vie des produits raccourcit, ce qui impose des moyens de production plus souples, des performances logistiques accrues etc. Ainsi, le rythme d'évolution de beaucoup de ces données s'accélère. Les décideurs doivent d'une part traiter des volumes d'informations de plus en plus importants et variés et d'autre part, ils doivent réduire le cycle information-décision.

Pour satisfaire les exigences de ces décideurs, il ne s'agit plus seulement de fournir la bonne information, à la bonne personne, au bon moment ce qui constitue déjà en soi une gageure, il faut le faire avec le niveau de "valeur ajoutée" propre à une utilisation immédiate :

- Face à la complexité, il faut agréger d'une façon cohérente des données variées en nature et d'origines très dispersées, en regard du thème traité,
- Face à la vitesse, il faut fournir une réponse à valeur ajoutée adéquate qui, au-delà des faits agrégés, indique les conséquences pour la conduite des activités.

L'*information avancée* est plus qu'une simple synthèse, elle doit tenir compte des potentiels de l'entreprise et de son environnement. Elle présente une information directement utilisable et non plus une information à retravailler par l'utilisateur avant de pouvoir en faire usage. Elle répond aux besoins des décideurs qui cherchent à trouver des solutions opérationnelles aux problèmes pratiques rencontrés dans la conduite quotidienne de leurs activités. Elle répond aussi aux besoins plus stratégiques de l'entreprise en proposant des éléments de décision sur le long terme : développement, diversification, lancement de produits nouveaux, attaques de nouveaux marchés, veille stratégique, etc.

La gestion de ces quatre types d'informations (*brute, organisée, traitée et avancée*) peut s'apparenter à la gestion du capital intellectuel industriel. En effet, la transformation d'une *donnée* en *information* puis en *connaissance* et en *théorie/expertise* représente un coût. Lorsqu'une personne résout un problème, elle acquiert de la *connaissance*, voire même de la *théorie/expertise*. Si ce problème survient de nouveau, il serait judicieux de réutiliser la *connaissance* ou *théorie /expertise* produites précédemment plutôt que de recommencer le cycle d'acquisition des *connaissances* d'où l'intérêt croissant des entreprises pour la « Capitalisation du savoir et du savoir-faire ».

1.4.2. Une typologie de l'information associée à une structuration de l'information

Auparavant, les entreprises fonctionnaient sur la base d'une structure séquentielle (Figure I-7), elles s'appuyaient principalement sur les *Informations-Structurées (IS)*.

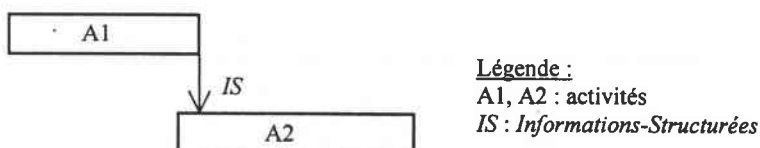


Figure I-7 : Echange d'informations dans un fonctionnement séquentiel

Les propriétés principales du fonctionnement en séquentiel sont :

- L'activité A2 ne commence que lorsque l'activité A1 fournit à l'activité A2 des informations avec un niveau de validité proche de 100%,
- L'activité A1 n'est plus remise en cause peu après le début de l'activité A2.,
- La durée_totale_Aséquentielle = durée_A1 + durée_A2 – durée_(A1 ∩ A2)
avec durée_(A1 ∩ A2) faible par rapport à durée_A1 ou durée_A2.

Les échanges entre activités dans un fonctionnement séquentiel reposent presque uniquement sur des *Informations-Structurées (IS)*, puisqu'il existe un fort cloisonnement entre les services.

Définition des Informations-Structurées (IS) :

Les *Informations-Structurées (IS)* sont des informations formalisées voire normalisées : le contenant de ces documents est formalisé (par exemple, un plan avec son cartouche, une gamme avec une présentation définie, etc.), le contenu de ces documents est structuré voire codifié (formalisme employé du dessin industriel, termes employés dans une gamme, etc.) et la circulation de ces documents est aussi formalisée (la circulation des plans et des gammes est définie). Ce sont essentiellement des informations stables dans le temps et validées à 100%.

Pour répondre à la demande du marché, il a fallu diminuer le cycle de mise sur le marché des produits et donc appliquer le concept d'Ingénierie Intégrée, dont l'un des piliers est la parallélisation des activités (Figure I-8). Cette exécution des activités en parallèle implique le fonctionnement suivant :

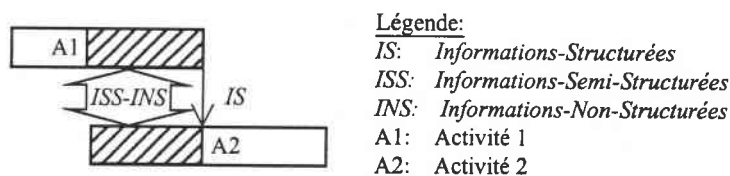


Figure I-8 : Echange d'informations dans un fonctionnement en Ingénierie Intégrée

Les propriétés principales du fonctionnement en Ingénierie Intégrée sont :

- L'activité A2 peut commencer si l'activité A1 est commencée et dès lors que certaines informations pertinentes de A1 sont disponibles, même si celles-ci ne sont pas validées à 100%.
- Des échanges d'informations existent grâce aux échanges d'*Informations-Semi-Structurées (ISS)* et d'*Informations-Non-Structurées (INS)* entre les activités A1 et A2, tant que A1 n'est pas terminée. Celles-ci consolident l'activité A1,
- La durée_totale_A_{intégrée} = durée_A1 + durée_A2 – durée_(A1 ∩ A2),
 avec durée_(A1 ∩ A2)_{intégrée} > durée_(A1 ∩ A2)_{séquentielle},
 si bien que durée_totale_A_{intégrée} << durée_totale_A_{séquentielle}.

Lors du fonctionnement en Ingénierie Intégrée, il n'est plus concevable d'attendre les diffusions des *Informations-Structurées (IS)* validées à 100% (diffusion du plan, de la gamme, etc.) sans anticiper sur les actions qui en découlent. Or les *IS* ne sont pas suffisamment évolutives pour permettre l'échange d'informations dont la validité n'est pas stable dans le temps, car ceci nécessiterait une très grosse consommation en temps pour éditer, mettre à jour et supprimer ces documents formalisés. Il est donc nécessaire d'échanger des informations qui ne sont ni formalisées ni validées à 100% : les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* et les *Informations-Non-Structurées (INS)*. Il appartient donc aux émetteurs des *IS* de fournir des *ISS* et des *INS* en avance de phase afin que les récepteurs des *IS* puissent anticiper en se basant sur des *ISS* et *INS* dont la validité peut évoluer positivement ou négativement.

Définition des Informations-Semi-Structurées (ISS) :

Les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* sont partiellement formalisées. Elles sont généralement écrites dans des documents peu structurants tels qu'une lettre, un document bureautique (traitement de texte, tableur, graphique, etc.), etc. Les flux de ces données sont divers et variés.

Définition des Informations-Non-Structurées (INS) :

Les *Informations-Non-Structurées (INS)* sont des informations non formalisées et d'une validité non-stable, elles sont essentiellement verbales. Le flux de ces informations est totalement imprévisible, et les procédures sont informelles : réunions, discussions téléphoniques ou dans les couloirs, etc.

L'application du concept d'Ingénierie Intégrée s'appuie essentiellement sur les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* et les *Informations-Non-Structurées (INS)*, les rendant ainsi primordiales pour mener à bien un projet.

1.4.3. Une typologie de l'information associée à l'aspect dynamique des échanges

Une information peut être dynamique ou statique (Figure I-9). En effet, dans le premier cas, l'information est envoyée ou « poussée » vers son destinataire (exemple : courrier papier ou électronique, etc.). Dans le deuxième cas, l'information est mise à disposition dans un espace collectif et les destinataires potentiels doivent faire un acte volontaire pour y accéder, ils doivent « tirer » l'information (exemple : bibliothèque ou forum électronique, etc.).

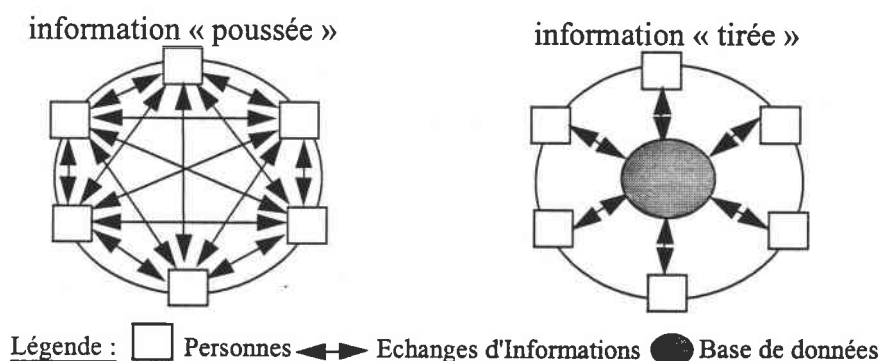


Figure I-9 : Différences et complémentarités entre les échanges d'informations « poussés » et « tirés »

1.4.4. Une caractéristique des échanges d'informations

Les échanges d'informations peuvent être synchrones ce qui nécessite la présence au même moment des différents interlocuteurs ou asynchrones si cette contrainte n'est pas satisfaite. De plus, les échanges d'informations peuvent être co-localisés si les interlocuteurs sont dans un même lieu géographique ou dé-localisés si ce n'est pas le cas. Nous nous sommes inspirés de la matrice de Johansen pour donner des exemples d'outils de communication qui répondent à ces différentes contraintes et à leurs combinaisons [Johansen *et coll.* 88] (Figure I-10).

	Echanges co-localisés	Echanges Dé-localisés
échanges synchrones	Réunion	Téléphone
échanges asynchrones	Messagerie	Messagerie (courrier-fax)

Figure I-10 : Matrice de Johansen modifiée

I.5. Caractérisation des Systèmes d'Informations

Pour véhiculer les informations, quels que soient leurs types, les outils de communication actuels utilisent principalement trois moyens de communication : le son, le papier ou des bits informatiques. L'ensemble de ces moyens, outils et leurs agencements, peut être appelé Système d'Informations. Nous considérons que le Système d'Informations de l'entreprise est composé d'un Système d'Informations *Structurées*, d'un Système d'Informations *Semi-Structurées* et d'un Système d'Informations *Non-Structurées* qui gèrent respectivement les *Informations-Structurées (IS)*, les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* et les *Informations-Non-Structurées (INS)*. Un Système d'Informations peut être décrit par les quatre caractéristiques que nous définissons dans les sections suivantes : Structuration de l'information, Partage de l'information, Accès à l'information, et Capitalisation du savoir et du savoir-faire.

I.5.1. Structuration de l'information

Les échanges d'informations les plus communément et les plus naturellement usités au sein des entreprises utilisent la communication orale basée sur les dialogues en langage naturel. Dans ce cadre, nous avons étudié les travaux de recherche sur la modélisation des dialogues [Moeschler 85] pour déterminer quelles caractéristiques doit posséder un Système d'Informations pour structurer les informations.

I.5.1.1. Modélisation des contraintes d'enchaînement séquentielles

La modélisation peut s'attacher à définir la structure interne des phrases. Un moyen de modéliser les dialogues consiste à décomposer les phrases autour des contraintes d'enchaînement séquentielles qui sont rendus perceptibles dans le langage naturel par des connecteurs qui peuvent s'apparenter à des connecteurs logiques tels que MAIS ou PARCE QUE. Afin d'appréhender cette méthode de modélisation, nous décomposons ci-dessous des exemples de phrases :

- Essais de modélisation avec le connecteur logique MAIS :

Il est possible d'étudier une phrase à partir de carré argumentatif comme le démontre Jacques Moeschler avec le MAIS argumentatif.

Exemple : la phrase « Il fait beau mais je ne sors pas » peut être modélisée par la Figure I-11 :

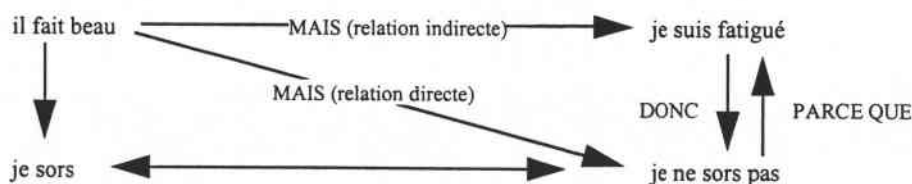


Figure I-11 : Application du parcours complet de MAIS de relation indirecte et directe

Outre la pluralité d'emploi du MAIS argumentatif, il existe aussi le MAIS réfutatif qui ne convient pas à ce genre de modélisation, exemple : « la balle n'est pas bleue mais rouge ».

- Essais de modélisation avec le connecteur logique PARCE QUE
A partir des phrases suivantes utilisant PARCE QUE :

- a. Marie est malade parce qu'elle a trop mangé.
- b. Est-ce que Marie est malade ? Parce qu'elle a trop mangé ?
- c. Jacques est tombé de mobylette, parce qu'il a le bras dans le plâtre.
- d. Il y a du poulet dans le réfrigérateur, parce que je n'ai pas envie de faire à manger.

Il est possible de les modéliser de la façon suivante :

- a. CAUSE (Marie a trop mangé, Marie est malade)
- b. CAUSE (Marie a trop mangé, QUESTION (Marie est malade))
- c. CAUSE (Jacques est tombé de mobylette, Jacques a le bras dans le plâtre)
- d. CAUSE (DIRE (il y a du poulet dans le réfrigérateur), je n'ai pas envie de faire à manger)

Cette modélisation met en évidence les quatre opérateurs correspondant respectivement aux emplois de PARCE QUE :

- a. opérateur
- b. d'enchaînement sur l'acte illocutoire
- c. d'inférence invitée
- d. de retour sur l'énonciation

Ces deux exemples montrent la difficulté de modéliser le langage naturel à partir des connecteurs, même si ceux-ci ont des significations dans le langage logique. De plus, le langage naturel utilise aussi beaucoup de connecteurs qui n'ont pas de correspondants dans les langages logiques tels que QUAND MEME, BIEN QUE, etc. Le langage naturel n'est donc pas régi par des règles : les contraintes d'enchaînement séquentielles ne sont ni des conditions nécessaires ni des conditions suffisantes pour l'interprétation. « La signification d'une phrase n'est pas basée sur l'interprétation vériconditionnelle et les valeurs pragmatiques dérivées des sens littéraux des informations constituant la phrase » [Moeschler 89], autrement dit, en fonction du contexte et du récepteur la compréhension du message peut évoluer. Il n'y a donc a priori aucune garantie de compréhension totale. Ceci n'est pas rédhibitoire, car les conversations quotidiennes tolèrent une certaine dose d'ambiguïtés qui sont résolues par différentes stratégies.

Cependant, notre objectif est de proposer une structuration de l'information qui satisfasse les critères de rigueur du contexte industriel sans pour autant modéliser chaque phrase de chaque dialogue. C'est pourquoi, nous avons étudié une modélisation moins fine des dialogues dans la section suivante.

1.5.1.2. Modélisation instructionnelle de la signification de l'information

Afin de répondre aux besoins de rigueur des entreprises sans pour autant descendre à un niveau de granularité trop fin, nous avons opté pour une conception instructionnelle de la signification de l'information. Nous considérons donc que la construction d'une phrase correspond à un ensemble d'instructions formulées en terme de variables, qui fournissent un

sens à l'énoncé. Pour reprendre les termes de Ducrot « Ce que nous entendons par significations (du mot ou de la phrase) est tout autre chose que le 'sens littéral' (...). Car elle n'est pas un constituant du sens de l'énoncé, mais lui est au contraire complètement hétérogène. Elle contient surtout (...) des instructions données à ceux qui devront interpréter un énoncé de la phrase, leur demandant de chercher dans la situation de discours tel ou tel type d'informations et de l'utiliser de telle ou telle manière pour reconstruire le sens visé par le locuteur » [Ducrot 82]. « L'information échangée est alors une entité abstraite, un objet théorique, un objet empirique, résultat de l'activité énonciative, elle est constituée de composants linguistiques et de composants rhétoriques » [Moeschler 85] :

- **Les composants linguistiques** construisent la signification de l'information à partir d'instructions. Ils se caractérisent par la clarté de leur formalisme plus ou moins structurant qui laisse la possibilité d'avoir ou pas différentes interprétations possibles. Par exemple, un dessin industriel composé de droites, hachures, de vues, etc., décrit formellement la forme géométrique d'une pièce et laisse peu d'interprétations possibles. Contrairement au discours qui peut être interprété de plusieurs façons en fonction des récepteurs.
- **Les composants rhétoriques** apportent un sens à l'information par ajout d'informations contextuelles. Cette construction se caractérise par la facilité de resituer l'information dans son contexte. Par exemple, un plan constitué d'un dessin industriel associé à un cartouche doit, en théorie, se suffire à lui-même, il ne nécessite pas la possession d'autres informations pour sa compréhension.

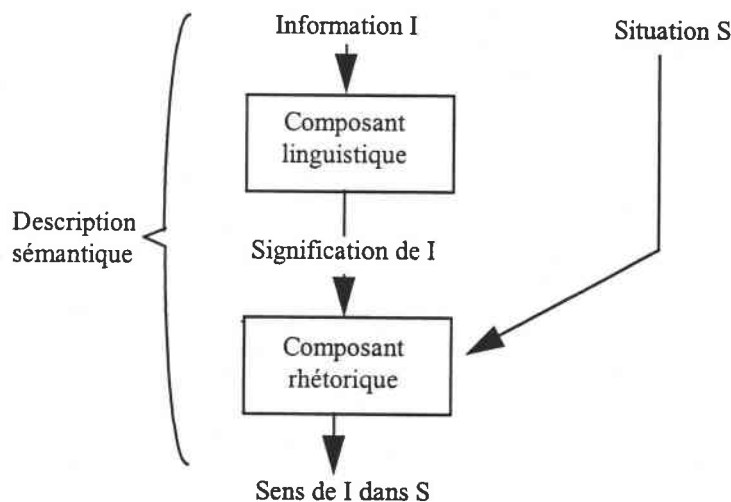


Figure I-12 : Théorie sémantique instructionnelle

D'après la description sémantique instructionnelle (Figure I-12), nous convenons qu'un Système d'Informations est structurant lorsqu'une information a une et une seule signification (avec des composants linguistiques stricts) et un sens bien défini (avec des composants rhétoriques précis).

Les propriétés de cette structuration nous permettent de définir plus précisément les *IS*, les *ISS* et les *INS*.

- Caractéristiques des *IS* :
 - Les composants linguistiques des *IS* sont le plus souvent imposés. Les formalismes précis et logiques qui sont employés laissent peu de place à l'interprétation (exemple : un dessin industriel avec des droites, des hachures, etc.),

- Les composants rhétoriques des *IS* sont eux aussi imposés. Ils sont clairement définis et doivent être renseignés pour valider l'information. Ces *IS* ont des valeurs contractuelles, ce fait est accentué par la mise en place des Normes ISO. (exemple : un dessin industriel est associé à un cartouche qui énonce toutes les informations nécessaires pour resituer le dessin dans son contexte : produit et sous-ensemble concernés, concepteur, etc.).

L'émission d'une *IS*, fait en général partie intégrante du travail de l'émetteur. Il n'a pas le choix du type *IS* employé (plan, gamme, etc.). Il est contraint de respecter le contenant, le contenu et la circulation de l'*IS*. Ces contraintes ont été élaborées de manière à ce que tous les destinataires aient, grâce aux *IS*, les informations nécessaires et suffisantes pour effectuer leurs tâches (soit elles sont contenues dans l'*IS*, soit l'*IS* indique les autres *IS* qui contiennent ces informations). Ainsi l'envoi d'une *IS* ne présuppose pas la connaissance nominative du destinataire mais les compétences/aptitudes du destinataire. Ceci engendre une certaine uniformité des *IS* au sein d'un groupe (service, entreprise ou groupe d'entreprises).

- Caractéristiques des *ISS* :

- Les composants linguistiques des *ISS* sont peu formalisés, ils peuvent revêtir l'aspect de textes, de tableaux, de graphes, etc. Ils peuvent ne pas être interprétables par tous car seuls les destinataires directs sont visés (exemple : des graphes sans légende, des croquis ne respectant pas le formalisme industriel, etc.).
- Les composants rhétoriques peuvent être parcimonieux. En effet, l'émetteur connaît le récepteur et adapte le niveau de granularité des composants rhétoriques en fonction de la connaissance supposée que le récepteur a, du contexte (exemple : un compte-rendu de réunion n'est pas toujours facilement interprétable par une personne qui n'a pas participé à la réunion).

Les *ISS* se conservent moins longtemps que les *IS* car le contexte n'est pas toujours associé à l'information, elles peuvent donc devenir rapidement inexploitable.

- Caractéristiques des *INS* :

- Les *INS* sont très peu formalisées. La formalisation des composants linguistiques employés dépend du degré de connivence des émetteurs et des récepteurs, ce qui peut laisser une très large part à une multitude d'interprétations.
- Les composants rhétoriques peuvent eux aussi être très restreints en conservant un degré de pertinence suffisant pour la compréhension de l'information par le récepteur (exemple d'un message oral qui peut être pertinent en fonction de l'émetteur et du récepteur : 'on fait comme on a dit').

Les *INS* sont très volatiles par essence, car même s'il est possible de conserver une bribe d'informations d'une conversation ('on fait comme on a dit'), il est parfois plus ardu de se remémorer le contexte.

Les critères d'appréciation de la structuration apportée par un Système d'Informations sont :

- La rigueur, si le Système d'Informations incite l'émetteur à utiliser des composants linguistiques stricts et à associer à l'information des composants rhétoriques précis,
- La facilité d'associer des composants linguistiques et rhétoriques à l'information. Dans ce cas, la facilité s'apparente à l'intuitivité,
- La possibilité de structurer suffisamment l'information pour pouvoir la différencier,
- L'unicité, elle est relative au nombre d'emplacements dans lesquels une personne est susceptible de trouver une même information. Les entreprises essaient de ne conserver qu'un original des *IS* pour répondre à un souci de cohérence et d'intégrité.

1.5.2. Partage de l'information

Le partage de l'information est défini par la capacité du Système d'Informations à donner une information, en la mettant à disposition ou en la « poussant », à toutes les entités qui pourraient en avoir besoin.

Par exemple, pour certains processus industriels, les *IS* sont partagées par l'intermédiaire de deux types de bases de données :

- Les bases de données privées ou de spécialités (qui peuvent avoir trait avec l'élaboration de l'arborescence produit, la Conception Assistée par Ordinateur, etc.) où les *IS*, soit n'ont pas vocation à être utilisées par d'autres spécialités soit sont en cours de validation avant basculement dans la base de données publique.
- Une base de données publique, au sens de partageable par des personnes habilitées, est caractérisée par le fait qu'elle est à tout instant dans un état cohérent. Toute donnée est créée à sa source dans une base de données privée et fait l'objet d'une validation de cohérence avant d'être admise dans la base de données publique. Dans ce contexte, la communication entre spécialités différentes s'effectue nécessairement par le biais de la base de données publique.

Le critère d'appréciation est la facilité avec laquelle une information peut être partagée.

1.5.3. Accès à l'information

L'accès à l'information, qu'offre un Système d'Informations, se définit par la possibilité qu'a une entité à prendre connaissance d'une information, en la « tirant ». Dans l'industrie, l'accès à certaines informations peut être sélectif via un système d'habilitation couplé à un processus de protection des données validées (notions de bases de données privées/publiques). D'autre part, dans un souci de traçabilité, certaines informations restent accessibles pendant tout le cycle de vie du produit.

Les critères d'appréciation sont :

- La simplicité d'accès aux informations du projet et aux informations valides pour tous les projets.
- La possibilité d'accéder à des informations émises antérieurement (cinq années peuvent représenter une période très importante pour une entreprise).

1.5.4. Capitalisation du savoir et du savoir-faire

Parmi les différentes approches pour définir le savoir et le savoir-faire, nous optons pour la définition issue des travaux de l'Institut International pour l'Intelligence Artificielle (3iA). C'est une association de type loi 1901, fondée en 1989 par AEROSPATIALE, FRAMATOME, RHÔNE-POULENC, SGN, SHELL-RECHERCHE, SOLVAY et l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). Les activités de 3iA se traduisent par une veille technologique permanente, un lieu de réflexion et de travail en coopération entre industriels et universitaires, dans le domaine de la maîtrise des connaissances en milieu industriel. Dans ce cadre, le savoir et le savoir-faire ont été définis par rapport à la (Figure I-5) comme suit [Barthes 97] :

- Le savoir est relatif à la *connaissance explicite*, il est formalisé, spécialisé et matérialisé par des données, des procédures, des plans, des algorithmes, etc. Il peut donc être facilement diffusé et partagé par un large nombre de personnes.
- Le savoir-faire est relatif à la *connaissance tacite*, il peut être expliqué ou montré mais ne peut pas être formalisé, il est matérialisé par une habileté, un « secret » de métier. Le savoir-faire ne se transmet pas facilement, il s'acquiert par la pratique et s'appuie

sur une logique « maître/apprenti ».

La capitalisation du savoir et du savoir-faire devient de plus en plus stratégique car pour faire face à la concurrence internationale de plus en plus forte, deux stratégies peuvent être appliquées :

- Moderniser et optimiser les productions actuelles ou les abandonner.
- Développer de nouvelles activités et de nouveaux produits-procédés à forte valeur ajoutée.

Pour chacun de ces deux mouvements, la capitalisation du savoir et du savoir-faire permet de transformer l'expérience acquise en *connaissances* réutilisables [Fouet 97]. Nous considérons que l'entreprise doit gérer quatre principaux types de *connaissances* :

- **La connaissance technologique**, cherche à maîtriser une opération (la fabrication de produits, l'utilisation de machines ou de technologies, etc.) qui est considérée comme stratégique par l'entreprise. La maîtrise de cette opération s'attache à définir les paramètres influants, le périmètre de validité, etc. Cette opération est étudiée à un niveau de granularité fin, dans le but de revendre la *connaissance technologique* en fabriquant un produit ou en apportant un conseil. Les méthodes KADS (Knowledge Acquisition and Design Support), DFM (Design For Manufacturing) [Mony 94], MKSM (Methodology for knowledge Systems Management) [Ermine 96] etc., aident les entreprises à formaliser leurs *connaissances* sur des opérations précises.
- **La connaissance organisationnelle**, permet de définir au sein de l'entreprise quels sont les rôles et les compétences de tous ses membres. Par exemple, la méthode CIMOSA [Vernadat 96] propose une démarche et des principes qui conduisent à formaliser cette *connaissance organisationnelle* pour améliorer le fonctionnement global de l'entreprise.
- **La connaissance stratégique**. La maîtrise des informations tend à devenir un facteur essentiel dans les prises de décisions. Les systèmes d'aide à la décision florissent, ils traitent les données numériques afin de fournir aux décideurs des tableaux de bord contenant des informations synthétiques. Actuellement, ces systèmes tendent aussi à traiter les données linguistiques (cf. chapitre IV).
- **La connaissance projet**. L'expérience acquise à partir des événements heureux ou malheureux des projets antérieurs devrait être réutilisée par d'autres projets. Dans tout projet, la première opération devrait être d'identifier les difficultés pour commencer à étudier les connaissances capitalisées lors des expériences passées. De plus, il serait aussi souhaitable de développer un Système d'Informations capable de capitaliser une *connaissance projet* tout au long du projet en mémorisant les événements marquants (heureux et malheureux) que l'on souhaite transformer en connaissance. La philosophie n'étant pas de couvrir la *connaissance technique* d'un domaine mais plutôt de conserver une information dans un certain contexte (une solution répondant à un problème, un problème découlant d'une erreur, etc.). Si on considère la capitalisation du savoir et du savoir-faire comme un océan, la *connaissance technique* s'intéresse au volume d'un verre d'eau et cherche à identifier et à maîtriser quelques gouttes, alors que la *connaissance projet* identifie quelques gouttes dans cet océan. Des travaux ont été menés en ce sens, au sein du laboratoire de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz et de l'Université de Metz. Ils ont fait l'objet de deux thèses [Quencez 94] et [Harani 97], [Harani et coll. 96a]. Ces thèses ont porté sur la capitalisation du savoir et du savoir-faire dans le domaine de la conception à partir des *Informations-Structurées (IS)* et des *Informations-Semi-Structurées (ISS)*. L'approche que nous développons ici est différente dans la mesure où nous nous intéressons aux *Informations-Non-Structurées (INS)*. Or, à notre connaissance, il n'existe pas de

méthodes ou d'outils permettant de capitaliser suffisamment les *connaissances projets* contenues dans les *INS*, bien que celles-ci renferment des informations qui ne transitent pas dans les *IS* ou dans les *INS*, comme certains problèmes rencontrés, certaines erreurs commises, certaines améliorations apportées, etc. Autant d'informations qui peuvent être utiles pour les projets futurs. C'est pourquoi, nous proposons d'appliquer l'approche nommée M.I.C.A. « Messagerie Interactive pour la Concorance Aérospatiale » (cf. chapitre II) dont l'un des objectifs est la capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet à partir d'*INS* (cf. chapitre IV). A plus long terme, nous pensons qu'il peut être possible de récolter suffisamment de *connaissances projets* pour alimenter les *connaissances techniques* et *organisationnelles*.

Pour définir les propriétés requises par un Système d'Informations pour qu'il permette la capitalisation du savoir et du savoir-faire, nous considérons qu'il doit posséder les composants du cycle de « capitalisation des connaissances de l'entreprise » proposé par 3iA (Figure I-13).

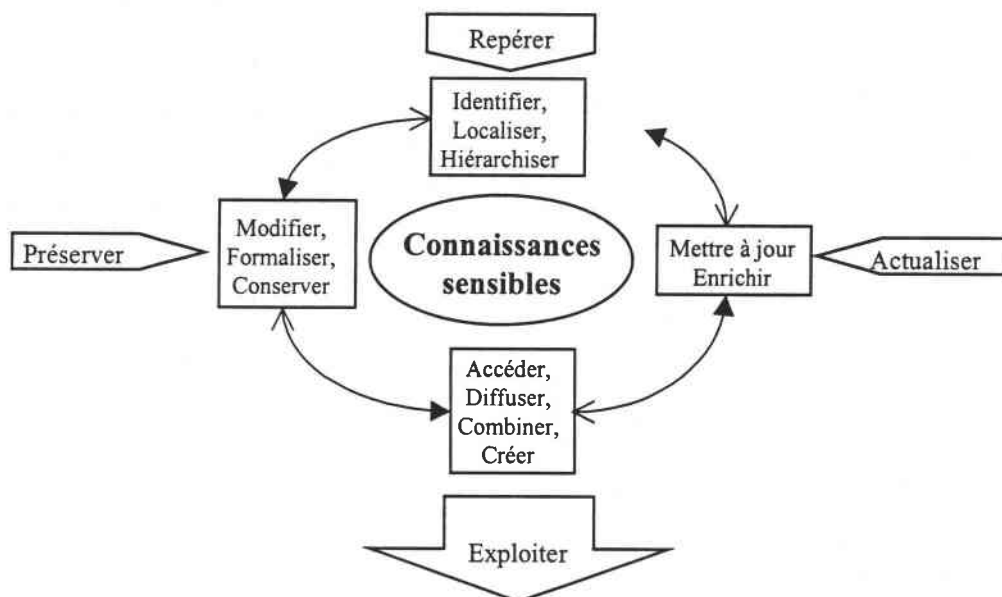


Figure I-13 : Cycle de « Capitalisation des connaissances de l'entreprise », source 3iA

Ce cycle « de capitalisation des connaissances de l'entreprise » (Figure I-13) ou cycle de capitalisation du savoir et du savoir-faire a été construit à la suite de réflexions issues de l'expérience de chacun des membres dans les groupes de travail de 3iA [Barthès *et coll.* 95]. Les composants de ce cycle sont :

- Les connaissances sensibles, qui sont celles qui seront retenues lors de la démarche de capitalisation parmi toutes les connaissances de l'entreprise.
- Repérer les connaissances que l'on souhaite capitaliser.
- Préserver les connaissances afin de constituer le patrimoine de l'entreprise.
- Valoriser les connaissances, autrement dit donner une *information* à une personne suffisamment qualifiée, au moment où elle en a besoin, pour qu'elle la transforme en *connaissance*.
- Actualiser les connaissances, consiste à appliquer le cycle d'acquisition des connaissances décrit à la Figure I-6 dans la section 1.4.1.3-*Connaissances*.

Pour structurer, partager, accéder et capitaliser les *IS*, les *ISS* et les *INS*, l'entreprise utilise différentes technologies que nous étudions dans la section suivante.

I.6. Technologies de support

De nos jours, l'information devient déterminante dans le fonctionnement des entreprises au même titre que les moyens de production, les finances, etc. Elle est donc considérée comme une ressource stratégique. Les progrès considérables des techniques de communication ont modifié nos habitudes de travail. Les moyens de transmission, de stockage et de traitement de l'information permettent d'accéder de plus en plus rapidement à des quantités de données de plus en plus importantes si bien que la quantité d'informations disponible pour les entreprises a tendance à augmenter. Autant de facteurs qui placent l'entreprise dans un environnement informationnel vaste, complexe et « turbulent ». C'est pourquoi, le programme CALS pour les *Informations-Structurées (IS)* et les outils du Groupware pour les *Informations-Semi-Structurées (ISS)* et les *Informations-Non-Structurées (INS)* ont été expérimentés.

I.6.1. Maîtrise des Informations-Structurées : CALS

A l'origine (1985), CALS n'était que l'informatisation des tâches relatives à la logistique dans le domaine militaire [Dunaud *et coll.* 93][Smith 94]. La volonté principale était de supprimer le papier. Il s'agissait principalement de réduire les documents papiers échangés entre le Pentagone et ses fournisseurs. Or l'informatisation d'un processus qui n'est pas clairement défini n'est pas possible. L'application de CALS devait donc s'accompagner d'une étude des performances, des délais et des coûts. C'est pourquoi dans la dernière appellation de CALS toute allusion à l'informatique est évitée : Continuous Acquisition and Life-cycle Support ou Acquisition et Soutien continu (tout au long du cycle de vie du produit). CALS devient alors un symbole de changement, un acronyme qui représente les efforts pour reconstruire l'entreprise, une stratégie pour réaliser l'intégration multi-entreprises.

I.6.1.1. « Programme » CALS dans l'entreprise

Les entreprises doivent concrétiser cette approche sous la forme d'un programme. L'objectif de ce "programme", initié par le DoD (Department of Defense) aux Etats-Unis, est de réduire le coût global de possession des données techniques en rationalisant leurs échanges, leurs stockages/archivages et leurs consultations (mise à disposition et partage) en interne, avec les clients et entre coopérants. En conséquence, les domaines privilégiés d'application sont :

- La productique qui vise à améliorer la performance industrielle par une plus grande intégration de ses fonctions [Waldner 90] [Martin 89].
- La gestion de configuration, qui gère la description d'un produit et de ses éléments (caractérisations fonctionnelles et physiques définies et obtenues par ce produit) et leurs relations dans des situations déterminées.
- Le Soutien Logistique Intégré (SLI), c'est une méthodologie qui permet d'intégrer à la conception du produit, dès l'identification du besoin utilisateur, les éléments nécessaires au maintien de la disponibilité du produit, en fonction des caractéristiques qui le conditionnent (fiabilité, maintenabilité, etc.) dans les conditions d'utilisation. En recherchant un optimum économique pour le coût global de possession également appelé coût de cycle de vie (coût d'acquisition + coût de soutien + coût de retrait), cette méthodologie prend en compte également la mise en place des éléments ainsi définis, leur maintien en condition pendant toute la durée de vie du système et leur évaluation constante pour vérifier qu'ils satisfont aux exigences (source DGA/AQ 6007).

Les thèmes principalement abordés sont :

- L'intégration des informations,
- La transmission des données,
- L'amélioration de la communication interne et externe à l'entreprise,
- L'unicité et le partage des données depuis la conception jusqu'au retrait du service.

Le dernier thème cité induit la mise en place d'un concept « facilitateur » qui va de pair avec la démarche CALS, il s'agit de l'Ingénierie Intégrée.

I.6.1.2. Domaines impliqués

L'aboutissement de la démarche CALS est de gérer et mettre à la disposition du client un serveur d'informations techniques (CITIS dans la terminologie CALS) contenant :

- Les documents de management, spécifications des programmes, des normes applicables, des jalons programmes, des documents liés aux revues de projet, etc.
- Les documents relatifs à la Configuration :
 - Documentation de développement (Spécifications Techniques de Besoin (STB), Dossiers de Définition (DD), Dossiers d'Interfaces, Dossier de Fabrication et de Contrôle (DFC), etc.).
 - Gestion Electronique de Documents (G.E.D.). L'ensemble des documents " texte " édités au cours du cycle de vie d'un produit peut être stocké sous forme numérique et géré par un système de G.E.D.
 - Faits techniques, suivant la norme NFL 00.007B un fait technique est un « événement marquant, prévu ou imprévu, intervenant dans le cycle de vie du produit ». Les faits techniques ont une incidence sur la configuration des produits en service. Leur exploitation se concrétise souvent par l'émission de demandes d'évolutions techniques qui alimentent le domaine de la Sécurité de fonctionnement.
- Les documents relatifs au Soutien Logistique Intégré (S.L.I.).

I.6.1.3. Domaines couverts

Un Système de Gestion de Données Techniques (S.G.D.T.) assure la gestion des informations et des produits et de leurs processus de l'entreprise [Tollenaere 98]. Il concourt à la définition du produit et facilite son industrialisation et son support.

Les informations techniques traitées se rapportent à trois domaines d'activités :

- La Gestion Technique Programme, qui comprend les activités telles que : la gestion des arborescences produits, la gestion de la documentation et de la configuration.
- La Gestion de la Définition, qui recouvre les activités liées à la définition des pièces et des produits. Les activités de gestion prises en compte sont : la gestion des nomenclatures de définition, des assemblages, des évolutions et des documents de définition.
- La Production/Contrôle/Intégration, qui correspond aux activités de fabrication, contrôle et intégration. Les activités de gestion sont la gestion des nomenclatures et gammes de production, de contrôle (gestion des anomalies, des dérogations, des relevés des paramètres de contrôle et de l'édition des registres ou procès-verbaux de contrôle) et la gestion des outillages.

Le S.G.D.T. peut gérer des interfaces étroites et multiples avec d'autres systèmes d'informations ou avec des « outils métiers » périphériques, ainsi :

- Le S.G.D.T. peut être couplé avec un progiciel de Conception Assistée par Ordinateur (C.A.O.). Le mécanisme de couplage est complexe car il doit assurer à tout instant la

cohérence entre les données (référence des modèles et des dessins de pièces).

- Le S.G.D.T. peut alimenter automatiquement la Gestion de Production Assistée par Ordinateur (G.P.A.O.) en données techniques de production (gammes et nomenclatures de production).
- Le S.G.D.T. peut fournir les gammes et nomenclatures à un E.R.P. (Enterprise Resources Planning).

I.6.1.4. Outils et méthodes

Un Système de Gestion de Données Techniques tel que « Product Data Management » (P.D.M.) (Figure I-14) s'appuie sur des bases de données qui communiquent entre elles en utilisant des standards d'échanges et de format tels que I.G.E.S. (Initial Graphics Exchange Specification), SET (Standard d'Echange et de Transfert) et maintenant STEP (Standard for Exchange of Product (Model Data)) [Vernadat 96], [Anderl *et coll.* 95] et [ISO 92].

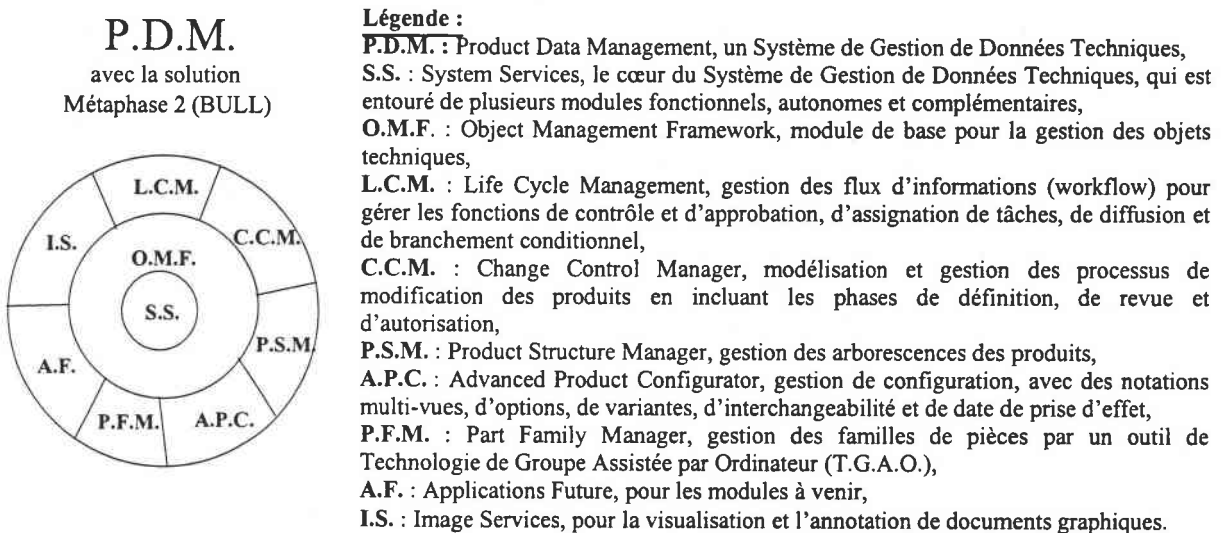


Figure I-14 : Représentation simplifiée du Système de Gestion de Données Techniques :

P.D.M.

Ce mode de fonctionnement suppose que les données techniques et leurs circulations soient formalisées. C'est pourquoi, il est conseillé avant toute informatisation d'effectuer une analyse de Rengineering ou un Business Process Engineering dont le but est de mettre à plat toute l'infrastructure relative aux IS. Cette opération peut s'appuyer sur :

- La méthode GRAI (Graphe à Résultats et Activités Inter-reliées) qui est à l'origine de GIM (GRAI-Integrated-Method). Une méthode qui aborde les aspects décisionnels et informationnels dans un système de production [Roboam 93],
- La méthode ARIS (Architecture of Integrated information System) qui est dédiée à la réalisation d'un système d'informations intégré pour le pilotage d'ateliers [Scheer *et coll.* 94],
- L'architecture PERA (Purdue Reference Architecture) [Williams 94] concerne le contrôle d'application industrielle et se base sur deux analyses, l'une au niveau des besoins de l'entreprise pour la gestion de données, la planification, l'ordonnancement et le contrôle et l'autre au niveau de l'analyse des besoins du système physique de production,
- Le cadre de modélisation GERAM (Generic Enterprise Reference Architecture and

Methodology) [Bernus *et coll.* 94] issu d'une généralisation des approches de modélisation d'entreprise intégrée,

- Le cadre de modélisation CIMOSA [Vernadat 96] (Figure I-15) :

L'architecture CIMOSA est basée sur trois principes fondamentaux de modélisation :

- Le principe de dérivation qui préconise de modéliser selon trois principaux niveaux :
 - Niveau d'expression des besoins, qui exprime les besoins des utilisateurs,
 - Niveau des spécifications de conception, qui transforme les besoins de l'utilisateur en modèle conceptuel, formel et exécutable par l'entreprise,
 - Niveau de description détaillée, en terme de documentations, ressources, opérations, etc.
- Le principe d'instantiation qui est basé sur trois niveaux génériques :
 - Modèle générique, qui décrit le formalisme de modélisation employé,
 - Modèle partiel, qui contient des bibliothèques de modèles qui peuvent être réemployés pour construire les modèles particuliers,
 - Modèle particulier, qui décrit l'entreprise au niveau de détails requis.
- Le principe de génération qui recommande de modéliser l'entreprise selon quatre points de vue principaux :
 - Vue Organisation, qui représente la structure d'organisation, les niveaux hiérarchiques et de responsabilités,
 - Vue Ressources, qui représente tous les moyens de l'entreprise (matériels ou humains), ainsi que leurs capacités et leurs gestions,
 - Vue Information, qui représente les informations nécessaires au fonctionnement de l'entreprise,
 - Vue Fonction, qui représente la fonctionnalité et le comportement de l'entreprise en termes d'événements, activités, procédés et processus.

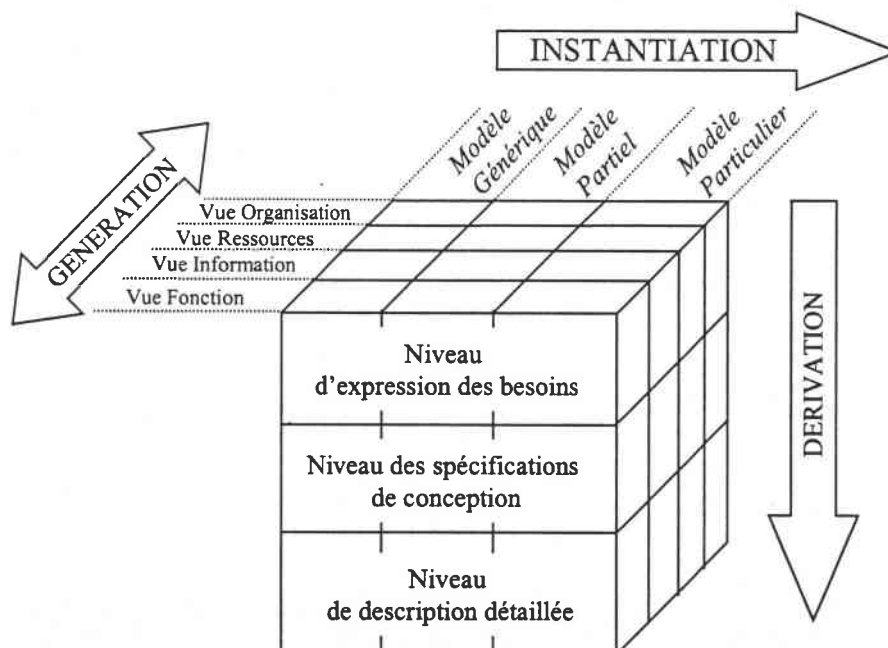


Figure I-15 : Modélisation de l'entreprise selon CIMOSA

1.6.1.5. Conclusion

La stratégie CALS énonce les conditions pour évoluer méthodiquement d'un environnement dominé par le papier à un environnement automatisé utilisant des informations sous forme électronique [Mase 96]. Cette stratégie tend à augmenter l'efficacité opérationnelle à moindre coût ce qui intéresse les entreprises. Cependant, les *ISS* et les *INS* sont peu prises en compte dans cette approche.

1.6.2. Maîtrise des Informations-Semi-Structurées et des Informations-Non-Structurées : le Groupware

Auparavant, l'informatisation s'apparentait à l'automatisation des tâches de bureau. Mais le concept du World-Wide-Web (www ou w3), qui fut proposé par Tim Berners Lee à la fin de l'année 1989 pour échanger des documents comprenant des parties textuelles, des images, de la vidéo, du son, etc., a ouvert de nouveaux horizons. La circulation de ces documents est maintenant possible grâce à un réseau mondial « Internet », qui se caractérise par :

- Un protocole unique de transfert entre les clients et les serveurs (TCP/IP),
- Une coordination et une administration par un consensus technique et opérationnel (pas d'organisme officiel garantissant le service et la sécurité),
- Un accès public à tout type d'utilisateurs en accès permanent ou temporaire.

L'Intranet est la transposition technologique d'Internet à l'échelle de l'entreprise. L'Extranet est le concept de l'Intranet étendu aux partenaires de l'entreprise (clients, fournisseurs, sous traitants, etc.), ce qui permet à différents sites éloignés géographiquement d'échanger des informations sur un réseau non ouvert au public. Par exemple, le réseau d'AIRBUS et de ses partenaires peut être considéré comme un Extranet.

Le Groupware est souvent présenté comme l'ensemble des types d'outils de communication permettant ou favorisant le travail de groupe ou d'équipes devant collaborer dans des conditions d'Ingénierie Intégrée (L'Académie Française a choisi le mot collectif ou collecticiel). Les outils du Groupware ont tous la particularité de supporter des échanges d'informations asynchrones. Dans ce contexte, nous ne considérons pas la visio-conférence comme un outil de Groupware mais comme une extension du téléphone. Le vocabulaire concernant le Groupware n'est pas encore stabilisé cependant nous pouvons convenir que le Groupware est constitué de sept types d'outils : la Messagerie, les Publications, les Agendas Partagés, les Dossiers Partagés, les Formulaire, le Workflow et les Forums [Levan 92].

1.6.2.1. Messagerie

La messagerie permet d'envoyer de manière asynchrone des messages entre machines informatiques avec la possibilité d'« attacher » à ces messages des documents bureautiques (Figure I-16).

Il est tentant et facile de faire véhiculer, par la messagerie, toutes les informations que l'on veut « publier » (nouveaux contrats, vie de l'entreprise, projets en cours, etc.). Si bien que les destinataires peuvent avoir à gérer un nombre important de messages. Il est souhaitable de faire attention à ne pas détourner la messagerie de sa vocation première : interpeller. Afin de limiter le nombre de documents reçus, il est possible d'instaurer un filtrage automatique des messages personnalisé en fonction des récepteurs. Mais ce 'remède' est susceptible d'empêcher la réception de messages sans que le récepteur le sache (le récepteur a toujours la liberté de ne pas lire un message, mais il est préférable que ce soit en toute connaissance de cause).

Il est aussi préférable que la messagerie ne soit pas un lieu de stockage. Si le même message doit être conservé par un groupe, cela signifie qu'il est souhaitable de mettre en place des dossiers partagés (cf. section I.6.2.4. Dossiers Partagés). Pour faire réagir rapidement des personnes par rapport à un document contenu dans les dossiers partagés, il est possible de les interpeller via la messagerie. Ce message peut ensuite être détruit par son destinataire.

Une règle d'utilisation de la messagerie, est qu'un message doit de préférence être opportun, court et concis.

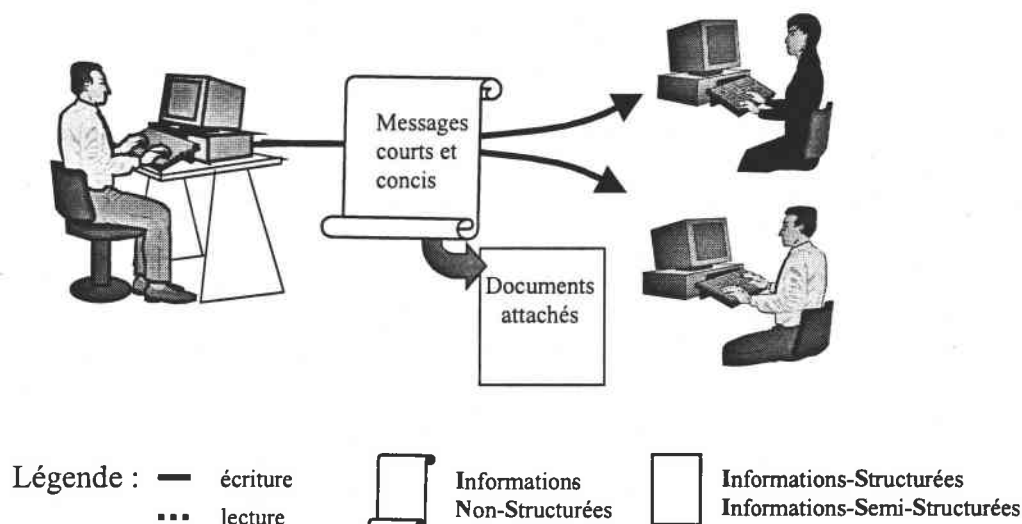


Figure I-16 : Représentation schématique du fonctionnement de la messagerie

En résumé, la messagerie permet principalement d'envoyer des *INS* (les messages) et des *ISS* (les documents bureautiques attachés) à un ou plusieurs destinataires choisis individuellement.

I.6.2.2. Publication d'informations

La publication d'informations est l'activité principale d'internet et des intranets (Figure I-17). Ce besoin est général et évident dans toutes les entreprises dans lesquelles on retrouve des journaux internes, des revues de presse, des communiqués internes sur des événements majeurs de la vie de l'entreprise, etc. Les exemples de ce besoin qu'a l'entreprise de communiquer vers ses employés, sont nombreux. Il est souhaitable de pouvoir gérer la confidentialité d'accès aux bases de données, les différents rôles (lecteur et gestionnaire) ainsi que tous les moyens de mise à jour des informations.

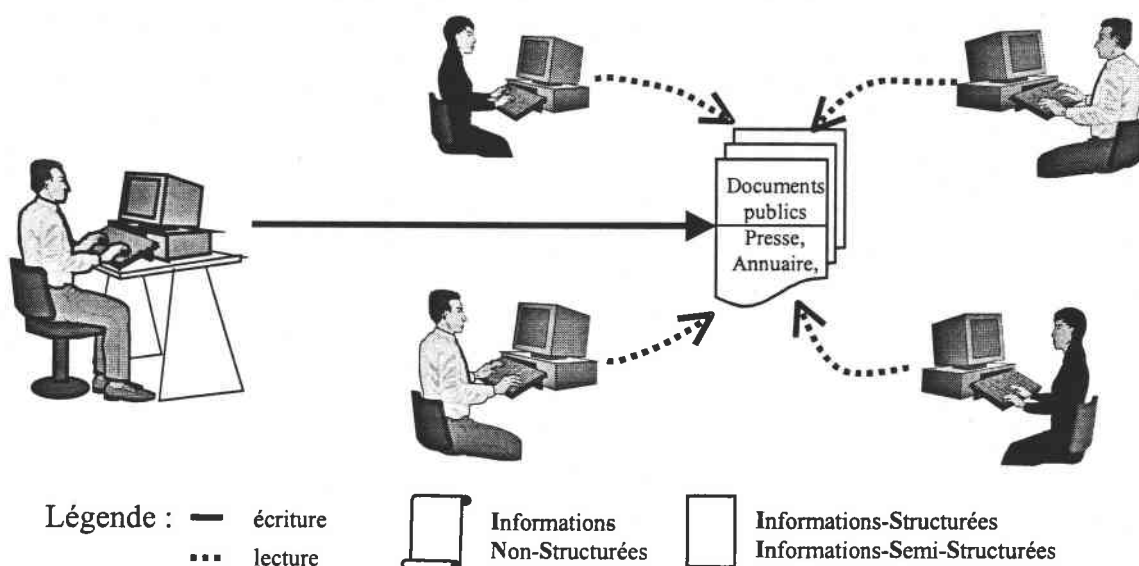


Figure I-17 : Représentation schématique du fonctionnement de la publication

En résumé, la publication permet principalement de mettre à disposition des *IS* (validées à 100%) à l'usage d'un groupe de personnes.

I.6.2.3. Formulaires

La mise en place des formulaires répond à un besoin de simplification des principales procédures de l'entreprise et s'adresse souvent à la totalité du personnel ou à de larges ensembles (Figure I-18). Cependant, il est souhaitable de s'assurer que ces formulaires électroniques ne sont pas imprimés inutilement sous forme papier par les différents individus impliqués dans le traitement du formulaire. Un formulaire papier est destiné en général à recevoir des signatures d'approbation au cours d'un circuit spécifique. La mise en place d'un formulaire électronique s'accompagne donc de la gestion de ce circuit et de la mise en place de signatures, elles aussi, électroniques pour matérialiser les différentes autorisations qui jalonnent le parcours du formulaire. Les freins liés à l'utilisation des signatures électroniques sont souvent plus culturels que techniques. Une autre difficulté de la mise en place de formulaires sont les documents justificatifs, qui ne peuvent pas tous être mis sous format électronique. Cependant, après aplanissement de ces difficultés, les formulaires électroniques offrent de nombreux avantages en terme d'accès au formulaire, de rapidité d'envoi et de traitement des données qui sont dès leur création sous format électronique.

1.6.2.5. Agendas Partagés

Le partage des agendas permet à chacun de « publier » ses plages de disponibilités (Figure I-20). Cette première fonctionnalité facilite l'organisation des réunions car la comparaison des différents agendas à partir d'une machine informatique facilite l'identification des plages horaires qui conviennent a priori à tous (chacun restant maître des modifications à apporter à son agenda). Ces agendas partagés peuvent aussi être employés pour gérer les disponibilités des ressources partageables de l'entreprise, comme les salles de réunion, le matériel empruntable, les voitures, etc. Pour assurer l'efficacité de ce moyen, il est nécessaire que ces agendas soient accessibles par tous et régulièrement remis à jour.

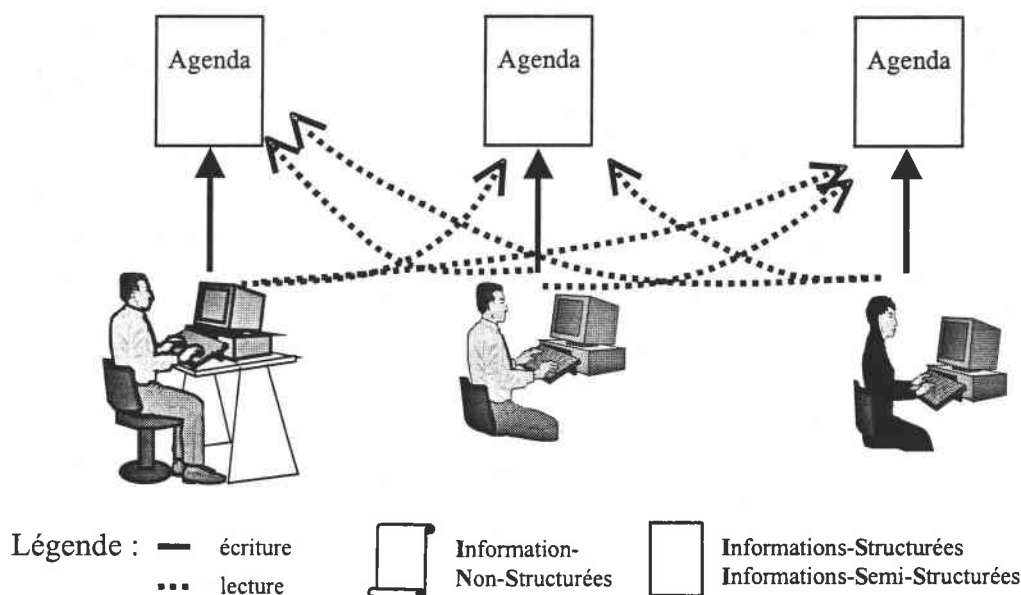


Figure I-20 : Représentation schématique du fonctionnement des agendas partagés

En résumé, les agendas partagés mettent principalement des *IS* à disposition de l'émetteur et du groupe intéressé par la gestion des rendez-vous, des réunions, etc.

1.6.2.6. Forums

Un Forum est un outil de communication avec un mode de fonctionnement présentant des similitudes avec une « discussion orale » (Figure I-21). Dans le cas du Forum, la discussion électronique est asynchrone, c'est un espace collectif dans lequel les participants partagent des informations sous forme de message. Pour accéder à ces informations, une liste de titres des messages est mise à disposition, celle-ci permet d'avoir une vision approximative des sujets abordés, elle est aussi un moyen de sélectionner les messages consultés. Ensuite, les participants peuvent répondre à des messages de la liste. Ce mode d'échange est appelé la « réponse à réponse ». Pour que la discussion s'engage, il faut qu'une personne partage des informations sans être assurée d'avoir la contribution d'un autre participant en échange. Ce mode de fonctionnement est basé sur la valeur du partage, celle-ci n'étant pas toujours assimilée par tous les participants potentiels, un « facilitateur » ou animateur est parfois requis pour démarrer une discussion électronique.

Les modes d'expressions entre la discussion électronique et la discussion orale diffèrent et ne font pas appel aux mêmes 'mécanismes' : hormis le passage à l'écrit qui peut être

pénalisant pour certains, dans un forum tous les participants ont les mêmes privilèges et tous ont le même espace d'expression, ce qui n'est pas systématiquement le cas lors d'une discussion orale. La monopolisation du temps de parole lors d'une discussion peut conduire à imposer une idée. Par contre avec le forum, les messages longs sont parfois lus avec une attention moins soutenue que les messages courts, car avec cet outil de communication l'on a la possibilité de choisir ce que l'on lit. La discussion électronique permet une contribution collective des idées, chacun pouvant rebondir sur les interventions de tous les autres, ceci peut permettre l'émergence d'une idée collective obtenant ainsi un consensus. Par contre l'interface graphique est (parfois) moins conviviale que la présence de l'interlocuteur, et l'aspect asynchrone apporte des contributions plus synthétiques mais moins réactives que des contributions non construites mais basées sur la 'tempête de cerveaux' (en anglais, brainstorming) lors d'une réunion. La liste des différences entre le forum et la discussion peut être longue, non exhaustive et peu générique, car chacun doit apprendre à maîtriser cet outil, en fonction de ses préférences d'expressions, de son ressenti, etc. De plus, il existe encore peu de « règles » d'utilisation partagées par tous.

Au cours des discussions, les messages alimentent le forum, constituant ainsi une base de données. Pour être acteur au sein de l'équipe composée des participants, il faut être actif pour « tirer » l'information. De plus, pour que le forum contienne des informations qui le rendent attractif, il faut que tous les participants apportent leur contribution.

Ces forums sont florissants sur internet, par contre ils sont pratiquement inexistantes sur les intranets/extranets des entreprises. L'intégration de cette notion de forum à l'intérieur des entreprises peut impliquer des modifications d'organisations voire du mode de travail...

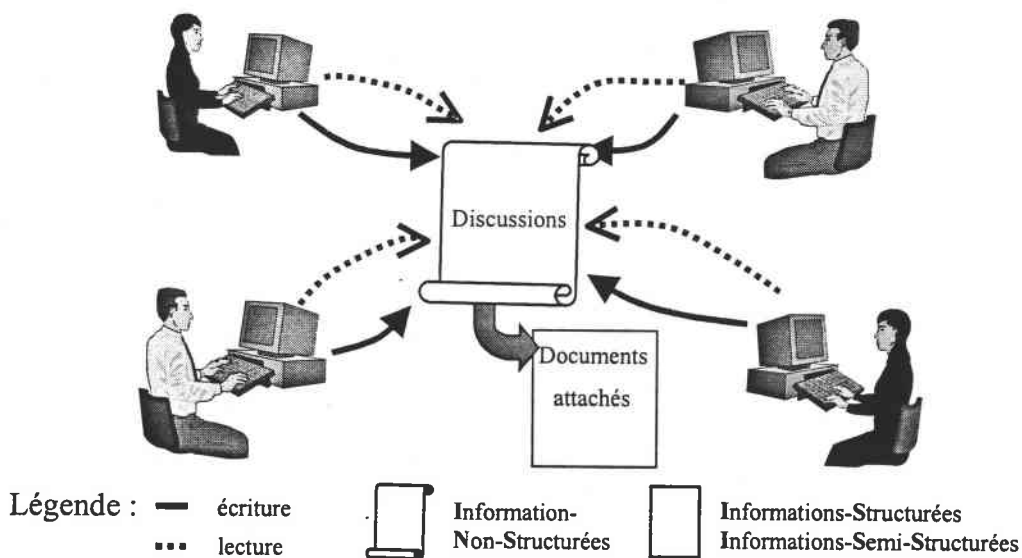


Figure I-21 : Représentation schématique du fonctionnement de la messagerie

En résumé, un forum permet principalement d'envoyer des *INS* (messages), voire des *ISS* (documents attachés) à un groupe. Nous ne considérons pas que le forum met à disposition des *INS* ou des *ISS* car en pratique, il est difficile de traiter les informations contenues dans un forum.

1.6.2.7. Workflow

Le formulaire électronique s'applique uniquement à des processus unitaires qui ne comprennent qu'un seul flux alors que le Workflow permet d'en gérer plusieurs simultanément (Figure I-22). Le Workflow peut permettre l'amélioration de la circulation des *IS* et *ISS* : actuellement les *IS* circulent sous format papier de bureau en bureau, avec le Workflow, le document est électronique et circule de machine informatique en machine informatique. Outre la rapidité de cette circulation électronique de l'information, l'un des avantages réside dans la traçabilité et la localisation du document électronique. Cependant, cet outil de communication repose sur une circulation des documents formalisée et 'immuable'. Cette contrainte en pratique n'est pas toujours vérifiée.

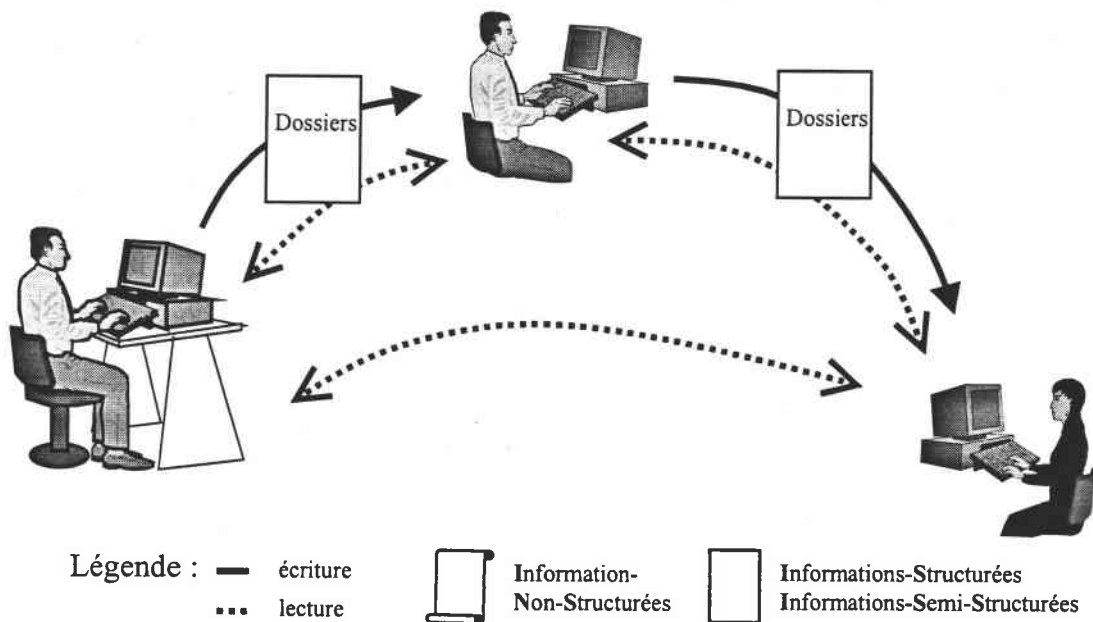


Figure I-22 : Représentation schématique du fonctionnement du Workflow

En bref, le Workflow permet principalement de faire circuler des *IS* et des *INS*.

I.6.2.8. Conclusion sur les outils du Groupware

Certains outils du Groupware présentent des caractéristiques communes en terme de gestion de flux, d'espaces d'informations partagés ou d'espaces de travail partagés (Figure I-23) mais s'ils sont utilisés à bon escient, ils ont tous des critères d'utilisation spécifiques et complémentaires. Nous mettrons en évidence par la suite qu'ils ne couvrent pas tous les domaines d'utilisation souhaités par les membres d'une Equipe-Intégrée (cf. chapitre II).

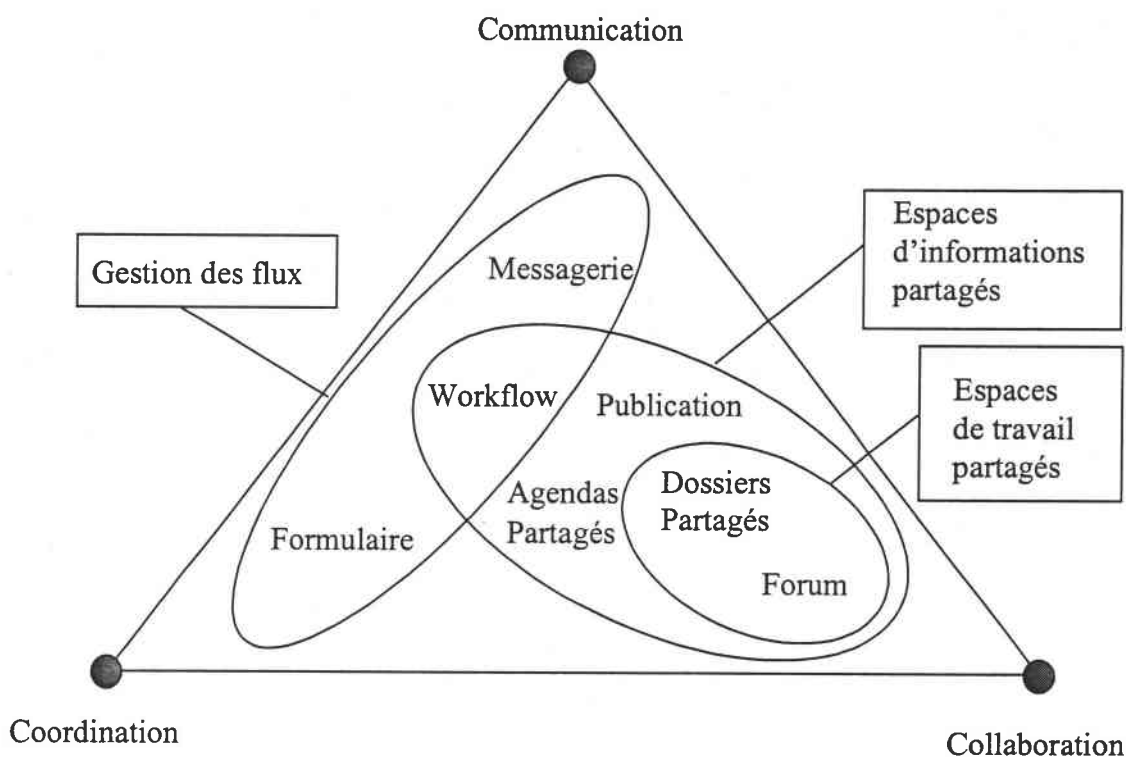


Figure I-23 : Caractéristiques des outils du Groupware

I.7. Conclusion

Pour être concurrentielles, les entreprises doivent diminuer le cycle de mise sur le marché de leurs produits. Pour ce faire, elles tendent à appliquer le concept d'Ingénierie Intégrée. Ce mode d'organisation s'appuie sur la parallélisation des activités de conception, de préparation, de fabrication, etc. Ce chevauchement des activités ne peut être effectif sans des échanges d'ISS et d'INS. L'importance et les flux de ces types d'informations s'en trouvent accrus. Les entreprises doivent maintenant gérer une plus grande masse d'informations de typologies différentes (IS, ISS et INS). Leur système d'informations doit donc s'adapter pour être en adéquation avec ces nouvelles contraintes (Figure I-24)

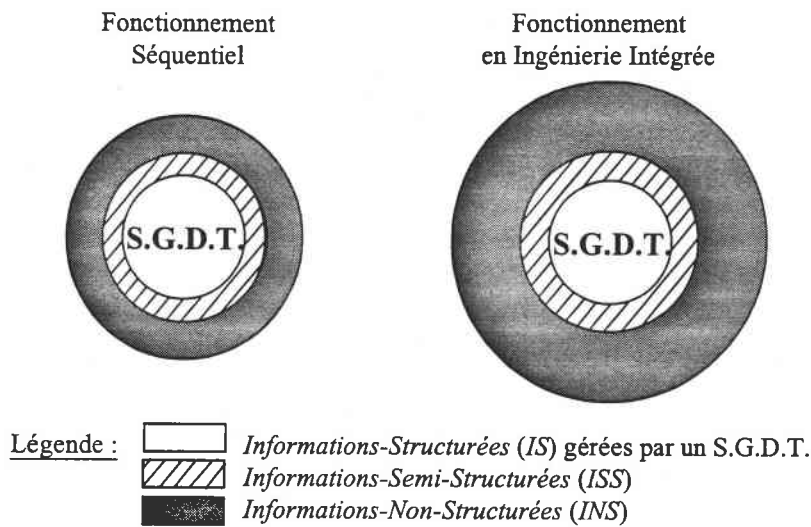


Figure I-24 : Evolution des quantités d'IS, d'ISS et d'INS entre le fonctionnement séquentiel et le fonctionnement en Ingénierie Intégrée

Dans ce contexte, l'entreprise doit « maîtriser » simultanément :

- **Les IS** : Ces informations validées à 100% sont vitales pour l'entreprise. La mise en place d'un Système de Gestion de Données Techniques S.G.D.T. (Product Data Management) aide à gérer ces informations. Mais, du fait de l'importance croissante des ISS et des INS, cette maîtrise nécessaire n'est plus suffisante.
- **Les ISS** : Les outils de la bureautique (word, excel, etc.) facilitent la création des ISS. Et les outils du Groupware tendent à offrir un support pour échanger ces ISS (messagerie, workflow, etc.). Actuellement, seuls les contenants de ces informations (référence de documents, etc.) sont gérés, mais un intérêt croissant pour la gestion des contenus pourrait être satisfait par les outils d'analyse de données (pour les données numériques) et les outils de fouille de données textuelles (pour les données linguistiques) (cf. chapitre IV).
- **Les INS** : Les entreprises ont aussi besoin de maîtriser les INS, qui deviennent de plus en plus primordiales. Or le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel répond-il aux besoins ? De quels outils de communication bénéficie l'entreprise ? Ces outils sont-ils en adéquation avec ses besoins ? Répondre à ces questions constitue l'un de nos principaux pôle d'intérêt.

C'est pourquoi, dans le chapitre suivant, nous nous attacherons à caractériser le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel d'une Equipe-Intégrée dans le domaine spatial et nous proposerons une expression de besoins d'un Système d'Informations *Non-Structurées* en adéquation avec les besoins de cette équipe.

Chapitre II

Systèmes d'Informations *Non-Structurées* pour l'Ingénierie Intégrée

II . Systèmes d'Informations Non-Structurées pour l'Ingénierie Intégrée

II.1. Introduction

Dans ce deuxième chapitre, nous décrivons notre contexte d'étude au sein de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux (Les Mureaux – 78) et les Equipes-Intégrées destinées à favoriser les échanges d'*Informations-Non-Structurées (INS)* entre les services. Nous appréhendons cette équipe à travers ses deux principaux constituants : le Responsable-Produit et les Responsables-Métiers. Puis, dans ce contexte, nous caractérisons le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel en créant une grille d'analyse et nous montrons qu'il ne satisfait pas, sans ou avec les outils du Groupware, aux besoins de cette Equipe-Intégrée en terme de Structuration des *INS*, Partage des *INS*, Accès aux *INS* et Capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet. Nous proposons alors une expression de besoins d'un Système d'Informations *Non-Structurées* en s'appuyant sur la modélisation en entreprise avec CIMOSA et la modélisation des dialogues. Sur la base de cette expression de besoins, nous proposons l'approche M.I.C.A. pour « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale » afin de favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée et capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet.

II.2. Le contexte de l'étude

Ce projet de thèse s'inscrit dans la continuité d'un stage de Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A.) et de Projet de Fin d'Etudes de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz (E.N.I.M.) sur le site de production de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux (Les Mureaux) [Gardoni 95]. Lors de ce stage, nous avons étudié le fonctionnement d'une Equipe-Intégrée évoluant dans un environnement spatial au sein de l'unité Micromécanique. Cette équipe conçoit et développe des produits spatiaux destinés à être intégrés dans des satellites ou des lanceurs. Ces produits présentent les caractéristiques générales suivantes :

- Ils contiennent en règle générale moins de cent pièces,
- Ils sont peu encombrants et facilement transportables par une personne seule,
- Leur masse est inférieure à dix kilogrammes,
- Ils ont une forte valeur ajoutée et peuvent atteindre plusieurs centaines de milliers de francs français.

Ces produits doivent répondre à des spécifications techniques très précises et le non-respect de l'une d'elles peut être rédhibitoire pour le produit. Ces spécifications sont de différents ordres :

- Conditions de fonctionnement parfois en limites technologiques dans des environnements fortement contraignants en terme de températures, vibrations, de vide atmosphérique, etc.
- Masse réduite, l'échelle de valeur est le gramme,
- Volume d'encombrement faible avec des interfaces à respecter,
- Fiabilité accrue car le non-fonctionnement du produit peut engendrer la perte d'un satellite ou d'un lanceur avec ses satellites,

- Durée de vie, en général, supérieure à dix ans et bien évidemment sans maintenance,
- Certaines opérations nécessitent de travailler sous atmosphère contrôlée en terme de température - poussières contenues dans l'air - hygrométrie, etc. Seule une « salle blanche » peut remplir toutes ces spécificités (elle représente un investissement de plusieurs millions de francs français),
- Un nombre important d'essais est nécessaire pour qualifier le produit ce qui nécessite des infrastructures et des moyens de mesure pouvant représenter des investissements conséquents (plusieurs millions de francs français),
- L'échelle de grandeur pour le dimensionnement des pièces constituant ces produits peut descendre au micron,

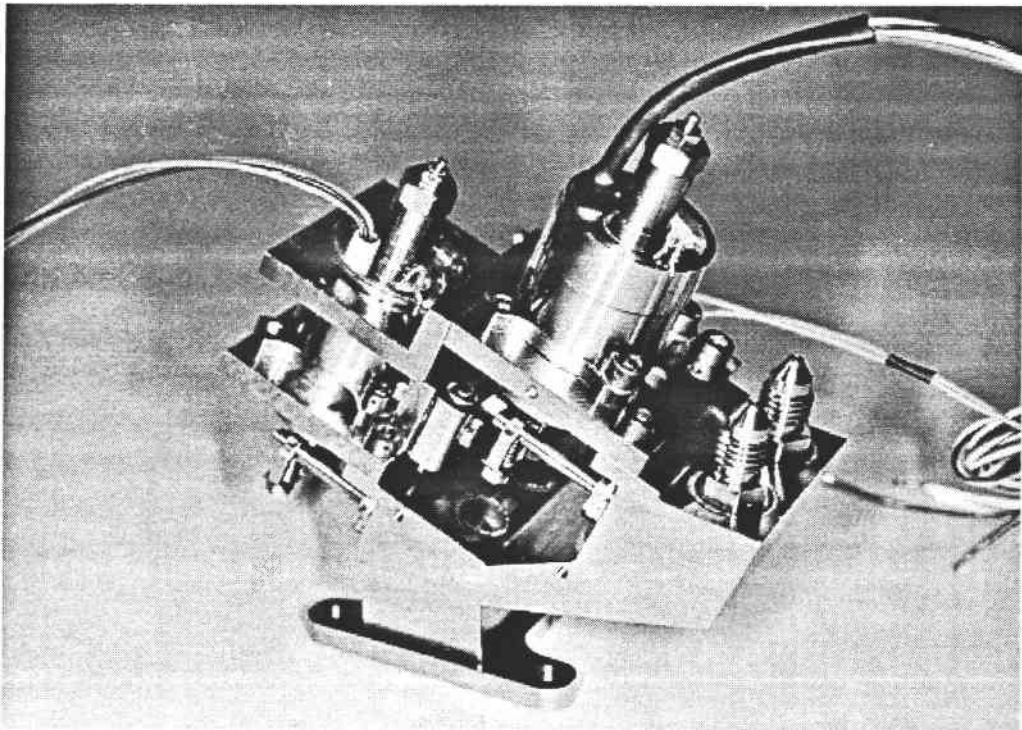


Figure II-1 : Photo d'un produit spatial (Vanne Bi-ergol)

Pour atteindre ces différentes spécifications, le cycle de mise sur le marché, dans notre contexte, présente les caractéristiques suivantes :

- La réponse aux diverses spécifications nécessite l'agrégation de plusieurs domaines de connaissances. Cette agrégation, pour être effective, impose une forte interaction entre les différentes personnes possédant ces connaissances,
- Le nombre de personnes impliquées directement est de l'ordre d'une vingtaine,
- Les limites technologiques ne peuvent pas être toutes identifiées à la genèse du projet. Elles apparaissent au cours du cycle de mise sur le marché du produit. En conséquence, les spécifications imposent parfois de repousser ces limites engendrant ainsi la création de *connaissances* et *théories/expertises*,
- Malgré le manque de visibilité sur les problèmes à résoudre lors du cycle de mise sur le marché, l'enveloppe budgétaire et les délais sont réduits et stricts,
- Un cycle de mise sur le marché de plusieurs mois avec une forte volonté de réduction de cycle. Car, dans le domaine spatial, le premier produit sur le marché peut imposer aux produits de la concurrence le respect de certaines spécifications : interfaces, conditions de fonctionnement, etc.

- La cadence de production en forte série est de l'ordre de centaines de produits par an,
- Les procédures sont fortement réglementées car l'environnement spatial impose une forte traçabilité,
- Lors de la fourniture d'un produit à un client, celui-ci demande une très grande transparence sur la vie du produit : ses défauts, ses réparations éventuelles, etc.
- Chaque produit conçu a ses propres caractéristiques. Cependant certaines connaissances générées ainsi que la *théorie/expertise* créées peuvent être réutilisées pour d'autres produits.

En résumé, ces produits sont fortement innovants (sans connaître à l'avance le degré d'innovation). Ceci demande une forte interaction entre les différentes personnes impliquées dans le projet afin de prendre en compte au plus tôt du cycle de mise sur le marché les contraintes de chacun. C'est pourquoi, le fonctionnement en Ingénierie Intégrée tend à être appliqué. Nous avons mis en évidence dans le premier chapitre que la parallélisation des activités repose en partie sur l'échange d'*Informations-Semi-Structurées (ISS)* et d'*Informations-Non-Structurées (INS)*. Pour ce faire, une organisation en Equipe-Intégrée a été adoptée.

II.2.1. Equipe-Intégrée

L'Ingénierie Intégrée s'appuie sur des Equipes-Intégrées constituées de Responsables-Métiers qui représentent les différents services impliqués dans le cycle de vie du produit. Leurs efforts sont coordonnés par des Responsables-Produits. Les Responsables-Métiers conservent une relation hiérarchique avec leur service d'origine mais répondent fonctionnellement aux Responsables-Produits [Petitdemange 91]. L'Equipe-Intégrée est donc le véritable centre nerveux du développement du produit (Figure II-2).

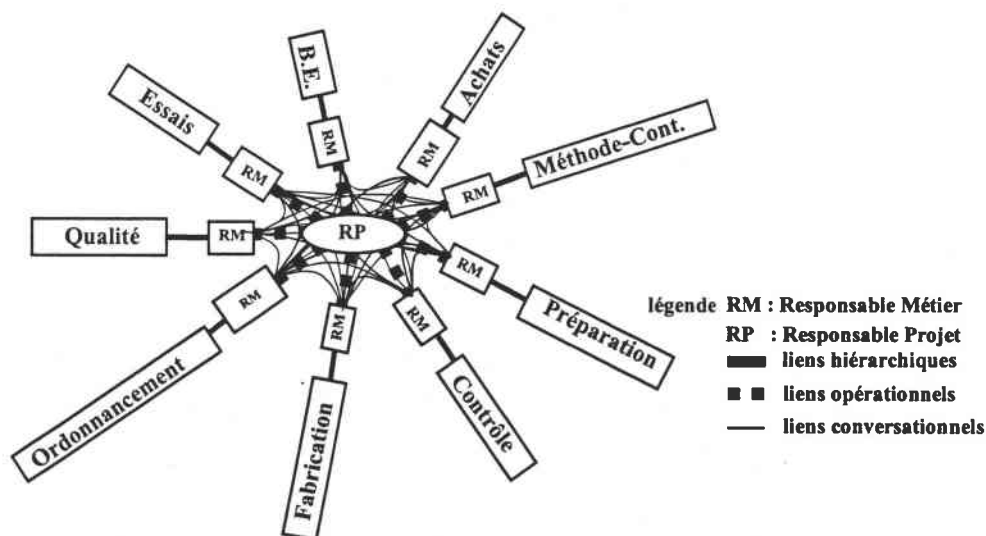


Figure II-2 : Structure en Equipe-Intégrée

L'objectif de ces Equipes-Intégrées est de concevoir simultanément le produit et les processus de production et d'utilisation (exploitation et soutien logistique). Les travaux de veille technologique ou de recherche innovante sont menés par des équipes spécialisées. L'Equipe-Intégrée, quant à elle, transforme les travaux de l'équipe de recherche en valeur ajoutée et conçoit les nouveaux produits.

Le travail en Equipe-Intégrée implique de nombreuses conséquences au niveau de la :

- **Gestion des ressources :** Pour assurer un bon management en amont du projet, l'Ingénierie Intégrée concentre, au début du projet, les forces d'études et les compétences nécessaires. Ces forces vont progressivement réduire les incertitudes : grands choix techniques ou industriels, exploration de solutions nouvelles, résolution des multiples contradictions entre les règles de l'art des métiers représentés. Elles vont stimuler l'effort de créativité dans la recherche de solutions nouvelles pour satisfaire des cibles ambitieuses de Qualité/Coût/Délai. De la Qualité des études en amont dépendent la bonne intégration de nouvelles technologies, la collaboration avec des partenaires extérieurs et la représentation qualifiée des unités en aval. Par une meilleure anticipation, l'Ingénierie Intégrée évite les choix tardifs de solutions techniques, de fournisseurs, etc. La bonne vision générale du projet et la bonne orchestration favorise la stratégie de décision au plus tard (cf. section I.3 - L'Ingénierie Intégrée).
- **Gestion des connaissances métier de l'entreprise :** Le Responsable-Métier est l'interface entre le projet et son métier. En faisant connaître l'avancement du projet à son Chef de service, il facilite l'introduction des spécialistes de son métier au moment opportun.
- **Gestion des modifications :** L'Equipe-Intégrée implique un traitement des modifications moins bureaucratique et plus engagé vers l'action. Une grande partie des modifications est effectuée le plus tôt possible quand la pression du temps et des coûts est encore faible et à un moment où les conséquences sont faibles (modifications d'une maquette numérique ou d'un plan) [Garel 93].
- **Gestion de la communication :** L'Equipe-Intégrée donne la priorité à la communication horizontale par l'intermédiaire des *ISS* et *INS* de nature fonctionnelle sur la communication verticale de nature hiérarchique.
- **Gestion de la visualisation de l'avancement du projet :** Des représentations physiques ou numériques du produit ou du processus peuvent être accessibles et visibles tout au long du cycle de mise sur le marché du produit.
- **Gestion des responsabilités :** Une "double responsabilité" s'exerce au sein de l'Equipe-Intégrée. En effet, les Responsables-Métiers répondent hiérarchiquement à leur Chef de service et fonctionnellement au Responsable-Produit. Ce mode de fonctionnement repose sur la bonne volonté de chacun. Par exemple, le Chef de service a parfois peu de visibilité sur le travail effectué par le Responsable-Métier de son service qu'il a détaché, surtout si l'éloignement géographique est important.

II.2.2. Responsable-Produit

Le Responsable-Produit a la responsabilité de la conduite du cycle de mise sur le marché du produit et de l'obtention des objectifs attendus, notamment en terme de qualité, coût et délai. Pour cela, on considère que :

- Le rôle du Responsable-Produit n'est pas figé, et se définit dans une interaction constante avec les différentes parties prenantes du projet. Il est souhaitable que le Responsable-Produit n'appartienne pas à l'un des services impliqués mais plutôt qu'il soit issu d'un service dédié constitué de Responsables-Produits. La constitution de l'Equipe-Intégrée résulte d'une adéquation de point de vue en ce qui concerne les missions qui devront être réalisées, les qualifications requises et les souhaits des Responsables-Produits, des Responsables-Métiers et des Chefs de service afin de planifier au mieux les activités des ressources. En cas de litige, une Commission de Pilotage peut être constituée.

- Du profil du Responsable-Produit dépend le bon fonctionnement de l'Equipe-Intégrée qui repose en grande partie sur le facteur confiance. En conséquence, le Responsable-Produit doit être clairement accepté au niveau de l'autorité, de la responsabilité et des compétences [Deschamps *et coll.* 93]. Il doit être polyvalent et avoir une vision globale à la fois de l'entreprise, des produits et des techniques. Le "cocktail" idéalisé qui compose le profil d'un Responsable-Produit est le résultat d'une partition basée sur les composantes suivantes [Bourdichon *et coll.* 93] :
 - 1/3 de communication : en l'absence de pouvoir hiérarchique direct, il devra s'appuyer sur ses capacités à influencer et à convaincre, surtout en gestion de conflits.
 - 1/3 organisation : il a une vue globale sur le projet et il doit être à même de gérer les coûts et les cycles des activités en fonction de son enveloppe budgétaire et temporelle.
 - 1/3 technique : il est impliqué pendant tout le cycle de mise sur le marché du produit et devra donc posséder des compétences d'ordre technique de généraliste pour pouvoir interagir avec les différents Responsables-Métiers.

En fonction du contexte, l'une ou l'autre de ces composantes peut être momentanément prépondérante, mais l'hypertrophie constante d'une composante peut être à l'origine de dysfonctionnements. Les rôles figurant ci-dessous (Figure II-3) ne prétendent pas être exhaustifs, cependant ils ont été définis avec des Responsables-Produits [Bourdichon *et coll.* 93].

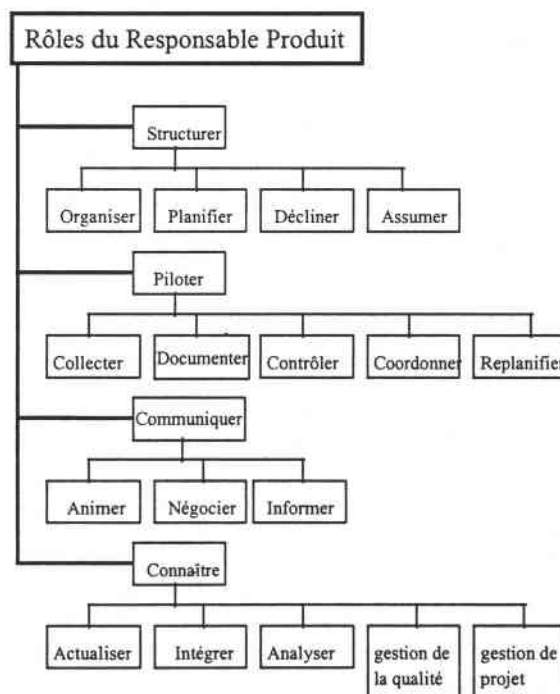


Figure II-3 : Rôles du Responsable-Produit

Les groupes Structurer, Piloter et Communiquer se retrouvent systématiquement en tête, ce qui marque bien la prédominance de ces facteurs sur les connaissances techniques. Ce sont les compétences de situation qui sont mises en œuvre tout au long du projet.

II.2.3. Responsable-Métier

Un Responsable-Métier est d'abord choisi pour son expertise technique. Il connaît parfaitement le fonctionnement de son service et il est à même d'agir et de décider en fonction de son métier. Cependant, pour interagir avec les autres Responsables-Métiers, il doit aussi posséder une connaissance générale sur les compétences sollicitées par le projet [Iansite 93]. De plus, sa participation à plusieurs projets facilite le transfert technologique d'un produit sur l'autre.

II.3. Les Systèmes d'Informations *Non-Structurées* actuels

L'Equipe-Intégrée est soudée par un liant : les liens opérationnels qui ne peuvent exister sans des échanges d'*Informations-Semi-Structurées (ISS)* et d'*Informations-Non-Structurées (INS)*. Dans ce contexte, le Système d'Informations *Non-Structurées* fait partie intégrante des paramètres de succès du projet. C'est pourquoi, nous proposons une grille d'analyse pour mieux appréhender les Systèmes d'Informations.

Nous proposons de construire cette grille d'analyse suivant trois axes principaux :

- L'axe de l'aspect dynamique de l'information, qui peut être :
 - Statique (information « tirée »),
 - Dynamique (information « poussée »).
- L'axe de la destination de l'information, qui peut être :
 - 1 à 0 : L'information créée par l'émetteur est destinée à l'usage principal de celui-ci.
 - 1 à 1 : L'émetteur envoie l'information à un et un seul récepteur qu'il a choisi.
 - 1 à n : L'émetteur envoie l'information à un groupe de récepteur, il a identifié les récepteurs individuellement.
 - n à n : L'émetteur envoie l'information à un groupe de récepteur sans avoir la possibilité de choisir les récepteurs constituant le groupe.
- L'axe de la structuration de l'information, qui peut concerner :
 - Les *Informations-Structurées (IS)*,
 - Les *Informations-Semi-Structurées (ISS)*,
 - Les *Informations-Non-Structurées (INS)*.

Ces trois axes peuvent être représentés par la grille d'analyse (Figure II-4).

En s'appuyant sur l'étude exposée dans la section I.6.2 définissant les outils actuels du Groupware, nous obtenons les domaines couverts par ces outils dans la grille d'analyse (Figure II-4).

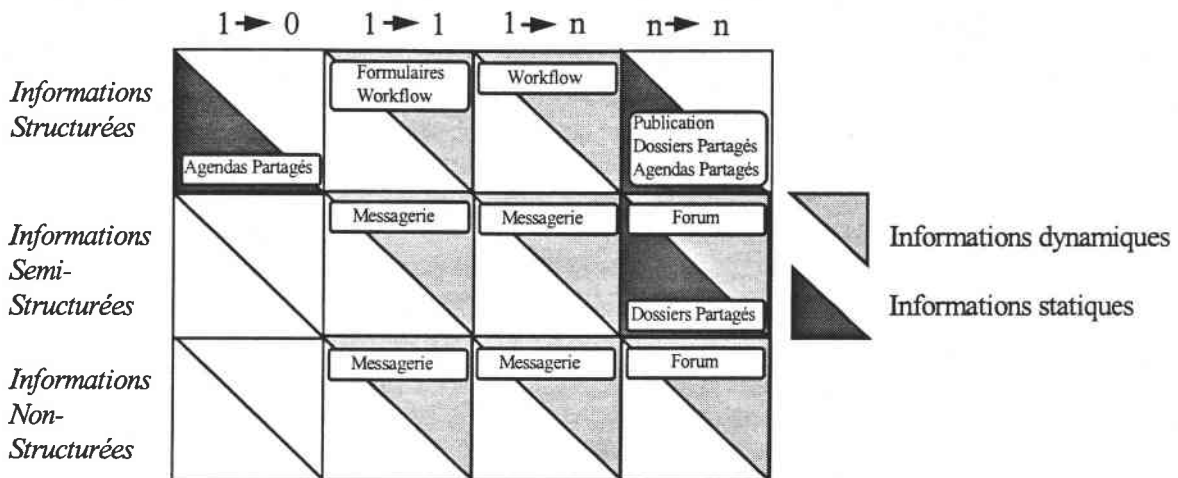


Figure II-4 : Domaines couverts par les outils du Groupware dans la grille d'analyse du Système d'Informations

Pour favoriser le fonctionnement en Equipe-Intégrée et donc augmenter le flux des *INS* et des *ISS*, la solution actuelle consiste à rassembler tous les membres de l'équipe dans un même lieu géographique. Mais il est aussi possible d'utiliser les outils du Groupware. Or si l'on se réfère à la grille d'analyse (Figure II-4), seuls la messagerie et les forums sont susceptibles de supporter les *INS*.

Les outils de communication actuels (parole, papier et outils du Groupware) ne permettent pas de « maîtriser » les *INS*. Ceci est palpable à travers la caractérisation du Système d'Informations *Non-Structurées* actuel, qui se décline en Structuration de l'information, Partage de l'information, Accès à l'information et Capitalisation du savoir et du savoir-faire.

II.3.1. Structuration de l'information avec le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel

L'échange d'informations dans un contexte d'Ingénierie Intégrée s'appuie essentiellement sur les *INS*. Or, au début du développement, il existe peu d'*IS* (par exemple : un cahier des charges mais peu ou pas de plans, de gammes, etc.). Chaque membre de l'Equipe-Intégrée fonde donc son référentiel en fonction des informations auxquelles il a pu accéder : principalement des *INS* et des *ISS*.

- **Sans les outils du Groupware**, les échanges d'*INS* sont synchrones. Ils reposent sur le face à face et le téléphone. Cependant, les membres de l'Equipe-Intégrée ne peuvent pas participer à tous les échanges d'informations entre tous les membres. En conséquence, il ne peut pas exister de référentiel commun au début du développement d'un produit dans le contexte actuel. Il est possible de mettre en place des réunions d'état d'avancement réunissant l'ensemble des membres de l'Equipe-Intégrée afin que tous puissent partager les mêmes *INS*. Cette solution bien que satisfaisante pour le partage de l'information est susceptible de générer de l'inertie. En effet, il est possible que certains membres attendent les réunions pour résoudre les problèmes. De plus, la diffusion des comptes-rendus sous forme papier est parfois longue si bien qu'ils peuvent être obsolètes lors de leur réception et il peut être difficile de rassembler régulièrement tous les membres de l'Equipe-Intégrée en un même lieu au même

moment, régulièrement. D'autre part, avec cette organisation en Equipe-Intégrée, il est difficile de suivre le chemin parcouru par une *INS* ou de s'assurer que tous les destinataires l'aient reçue sous sa forme originelle. Ce manque de maîtrise des informations implique un manque de maîtrise dans la gestion du projet. Ceci est conforté par une étude des dialogues en se basant sur une conception instructionnelle de la signification de l'information en deux composants (cf. section I.5.1.) :

- Les composants linguistiques : Les *INS* ont une construction linguistique basée sur le langage naturel, ce qui laisse le champ à de nombreuses interprétations surtout lorsque les protagonistes n'ont pas les mêmes domaines de compétences (exemple : une personne du Bureau d'Etudes et une personne de la Fabrication).
 - Les composants rhétoriques : Les *INS* sont essentiellement orales, les émetteurs explicitent donc très peu le contexte, car il est implicite pour l'émetteur et le récepteur. En conséquence, même si le discours peut être mémorisé, la remémoration du contexte est parfois plus délicate.
- **Avec les outils du Groupware**, les échanges d'*INS* sont asynchrones. Mais cela ne permet pas une structuration suffisante des *INS*. En effet, après étude de ces outils sous l'aspect instructionnel de la signification de l'information, nous constatons :
 - Concernant la messagerie :
 - Les composants linguistiques : Les *INS* retranscrites par écrit conservent leur caractère peu structurant linguistiquement car elles laissent le champ à de nombreuses interprétations.
 - Les composants rhétoriques : Les informations qui transitent par la messagerie n'ont que quelques attributs : l'émetteur, le (ou les) destinataires, la date d'édition, le sujet, etc. Ces composants rhétoriques ne sont pas suffisants pour structurer contextuellement l'information relative à un projet.
 - Concernant les forums :
 - Les composants linguistiques : Le passage à l'écrit des *INS* ne permet pas une structuration suffisante au niveau linguistique.
 - Les composants rhétoriques : Les composants rhétoriques sont très proches de ceux employés par la messagerie, ils sont donc insuffisants dans le contexte d'un projet en Ingénierie Intégrée.

Les besoins en structuration de l'information transitant au sein des Equipes-Intégrées ne sont pas satisfaits, car les outils du Groupware ne pallient pas toutes les carences de l'information orale en terme de structuration des *INS*.

II.3.2. Partage de l'information avec le Système d'Informations Non-Structurées actuel

- **Sans les outils du Groupware**, l'échange des *INS* est synchrone, c'est donc l'émetteur qui a les moyens d'agir soit par le face à face, soit par le téléphone. Le récepteur subit la réception du message, il n'a pas de moyens de filtrer les informations. Ainsi, la réception de messages peut être synonyme de dérangement. Les *INS* sont bien évidemment peu partageables car il est délicat de donner oralement la même information à tous les membres de l'Equipe-Intégrée au même moment (surtout s'ils sont séparés géographiquement). Une décision peut alors être prise sur la base d'un accord bipartite sans que tous les membres de l'équipe en soient informés. Or, il se peut que l'un d'eux sache que la décision prise aura des conséquences fâcheuses. De même, il est très délicat de cibler les destinataires qui sont susceptibles d'être

intéressés par l'annonce d'un aléa ou d'une modification, seul le Responsable-Métier ou le Responsable-Produit est à même de décider si cet événement aura des répercussions dans son domaine. En conséquence, il est peut-être préférable que ce soient les destinataires qui filtrent les informations plutôt que les émetteurs.

- **Avec les outils du Groupware**, l'asynchronisme est possible :
 - Concernant la messagerie : le partage n'est pas suffisant car les personnes ont le choix des destinataires, ceci est préjudiciable pour l'échange d'informations car l'émetteur peut « oublier » un destinataire.
 - Concernant les forums : le partage est satisfaisant puisque toutes les informations sont mises à disposition de tous les destinataires potentiels.

Ainsi, seuls les forums permettent le partage effectif des *INS*.

II.3.3. Accès à l'information avec le Système d'Informations Non-Structurées actuel

- **Sans les outils du Groupware**, faire un état d'avancement ou une synthèse sur un produit, une pièce ou un événement est très consommateur de temps car il est difficile d'avoir accès aux *INS*. En effet, chaque membre de l'Equipe-Intégrée détient une parcelle d'informations. De plus, il est à noter que les aléas sont répertoriés dans les *IS* a posteriori (car les *IS* sont en principe valides à 100%) et tous les aléas ne figurent pas dans les *IS*. Or ces personnes ont parfois un souvenir très partiel et sélectif des événements passés et elles ont un point de vue qui leur est propre. Ces états d'avancement et ces synthèses sont donc rarement décrits avec un niveau de détail fin car l'accès aux informations est difficile.
- **Avec les outils du Groupware**, l'accès aux *INS* peut être simplifié mais d'autres problèmes apparaissent :
 - Concernant la messagerie : il est aisé d'accéder à un message dont on est destinataire. Par contre le destinataire « oublié » est dans l'impossibilité d'accéder au message et il peut même ne pas savoir que l'information existe.
 - Concernant les forums : ils sont très peu utilisés en pratique car les informations n'étant pas structurées, les utilisateurs « croulent » sous une masse d'informations qu'ils traitent rarement, car l'investissement en temps est trop conséquent en comparaison au service rendu.

Les besoins en terme d'accès aux informations transitant au sein des Equipes-Intégrées ne sont pas remplis.

II.3.4. Capitalisation du savoir et du savoir-faire avec le Système d'Informations Non-Structurées actuel

- **Sans les outils du Groupware**, les *INS* sont essentiellement orales et donc très volatiles. Il est alors difficile de les mémoriser afin de les capitaliser.
- **Avec les outils du Groupware**, dans aucune des cases de la grille d'analyse du Système d'Informations (Figure II-4) ne cohabitent, pour le même outil, des informations dynamiques et des informations statiques. En conséquence, il est difficile de transformer systématiquement les informations dynamiques en informations statiques. Autrement dit, il est presque impossible de les capitaliser.

Il est donc très délicat de mémoriser les *INS* qui sont le fondement de l'Ingénierie Intégrée si bien que la capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet est délicate et donc rarement effectuée. Ceci est préjudiciable à long terme car il devient difficile de s'appuyer sur les développements antérieurs pour tirer parti des dernières améliorations et surtout des erreurs passées.

Les supports de communication sous forme papier et oral semblent ne pas suffire pour « maîtriser » les *INS* transitant au sein d'une Equipe-Intégrée [Bocquet 98b]. Les outils du Groupware offrent l'avantage de l'asynchronisme mais d'autres problèmes apparaissent (difficulté pour trouver une information avec le forum, difficulté pour accéder à un message lorsque l'on est pas destinataire avec la messagerie, etc.). De plus, il n'existe pas avec le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel d'outil de communication qui propose des informations validées et évolutives pour tous les services. Il manque donc des liens entre les services et un nœud entre ces liens qui permette de cristalliser les efforts de tous.

II.4. Expression de besoins pour un Système d'Informations *Non-Structurées*

Suite à la mise en lumière, dans la section précédente, des manques du Système d'Informations *Non-Structurées* actuel, nous souhaitons proposer une expression de besoins d'un Système d'Informations *Non-Structurées* qui réponde aux besoins des membres d'une Equipe-Intégrée. Les objectifs de ce Système d'Informations *Non-Structurées* devraient respecter les caractéristiques suivantes :

- **Structuration des *INS*** : Nous souhaitons associer aux *INS* des informations contextuelles qui leur apportent un sens et nous désirons apporter un formalisme plus rigide pour que la signification des *INS* ne soit pas source de malentendus. Cet apport de sens et cette signification plus claire devraient concourir à structurer les *INS* (cf. section I.5.1 - Structuration de l'information).
- **Partage des *INS*** : Toutes les *INS* devraient être partagées par tous les membres de l'Equipe-Intégrée.
- **Accès aux *INS*** : Tous les membres de l'Equipe-Intégrée devraient pouvoir accéder facilement à toutes les *INS* du Système d'Informations *Non-Structurées*.
- **Capitalisation du savoir et du savoir-faire** : Des connaissances partageables devraient pouvoir être extraites des *INS* contenues dans l'application informatique.

Pour atteindre les objectifs de ces quatre caractéristiques, nous exprimons des principes de solutions et les besoins associés à leur réalisation dans les quatre sections suivantes. Dans les chapitres trois et quatre, nous tentons de répondre à cette expression de besoins afin de mettre en place un Système d'Informations *Non-Structurées* destiné à favoriser le travail en Ingénierie Intégrée et à capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet.

II.4.1. Structuration des *INS*

Pour la structuration des *INS*, nous avons opté (cf. I.5.1 - Structuration de l'information) pour une modélisation instructionnelle de la signification de l'information. En conséquence, pour être structurées, les *INS* doivent posséder des composants rhétoriques qui leur donnent un sens par ajout d'informations contextuelles et des composants linguistiques qui construisent la signification des *INS* à partir d'instructions qui se caractérisent par leur formalisme (discours, plan industriel, etc.).

II.4.1.1. Composants rhétoriques

Au niveau des composants rhétoriques, notre objectif est d'associer aux *INS* des informations contextuelles pertinentes pour faciliter la compréhension de leur sens. Nous identifions ces informations contextuelles grâce aux concepts de *Vue* de la modélisation en entreprise selon CIMOSA [Vernadat *et coll.* 95] [Vernadat 96], car ces *Vues* permettent d'effectuer une abstraction des contextes sous différents points de vue et offrent la possibilité d'être représentées par des métamodèles. Ceux-ci ont pour objectif d'être à la fois génériques, exhaustifs et représentatifs. Ils sont formalisés grâce à des informations, qui, dans notre cas, sont des informations contextuelles. Nous avons choisi quatre vues principales :

- La *Vue Coopérative* qui prend en compte les interactions entre les différents membres de l'Equipe-Intégrée.
- La *Vue Ressource* pour décrire les moyens qui permettent de concevoir et de développer le produit.
- La *Vue Produit*, elle-même décomposée en différentes *Sous-Vues*, pour appréhender le produit sous divers aspects : physique, géométrique, fonctionnelle et dynamique.
- La *Vue Processus* afin de décrire l'état d'avancement des activités de développement.

Pour représenter la *Vue Coopérative*, nous nous appuyons sur les travaux de modélisation des dialogues, pour les trois autres vues, nous employons le langage de modélisation fondé sur les concepts orientés objet : U.M.L. (Unified Modeling Language) [Quatrani 98].

L'ensemble des métamodèles de ces quatre *Vues* exposés dans les sections suivantes présente plus de trente informations contextuelles pour structurer les *INS*. Afin de soulager le travail de lecture et d'inscription des *INS*, nous ne conserverons que les informations contextuelles qui nous semblent pertinentes.

Afin de conserver les avantages de l'asynchronisme des outils de Groupware, notre choix s'oriente vers l'utilisation d'une application informatique pour supporter les *INS*. Elles peuvent alors être inscrites dans des champs libres (ce sont des champs peu contraignants en terme de sujets abordés et peu limitatifs en nombre de caractères) et des champs prédéfinis (un champ prédéfini contient en principe des informations concernant l'intitulé du champ, par exemple : nom, prénom, etc.).

II.4.1.1.1. Vue Coopération

Cette *Vue coopération* s'attache à modéliser les interactions entre les membres de l'Equipe-Intégrée. Dans notre contexte d'*INS*, les interactions entre les membres de l'Equipe-Intégrée s'effectuent par l'intermédiaire de dialogues. Nous nous appuyons donc sur les travaux de modélisation des dialogues et notamment sur le schéma général du modèle de la négociation de Baker (Figure II-5) [Baker 93] repris dans [Lehuen 97].

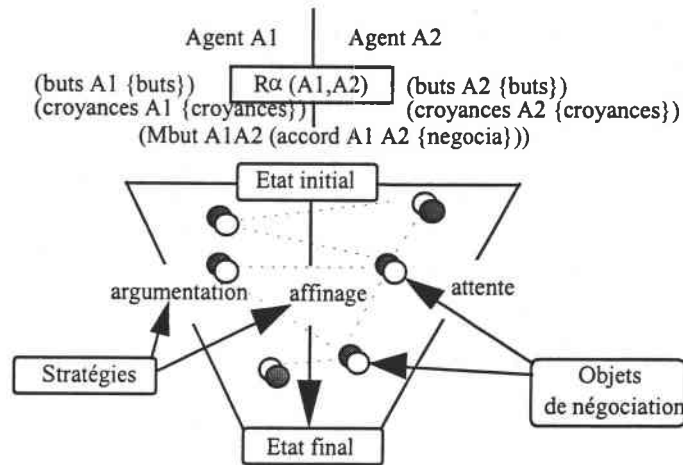


Figure II-5 : Schéma général du modèle de la négociation de Baker

En se référant à la Figure II-5, nous considérons que l'ensemble des *INS* constituant les dialogues échangés au sein de l'Equipe-Intégrée peut être scindé en thèmes de négociation. Ainsi, il est possible de structurer une *INS* en lui associant une information contextuelle précisant à quelle négociation elle se réfère. Or une négociation peut être constituée de nombreuses *INS*. Pour ne pas répéter l'information contextuelle « se rapporte à telle négociation » pour chaque *INS*, nous proposons de les rassembler dans un même document informatique. Nous nommons ce document : « Fiche » et nous matérialisons l'information contextuelle « se rapporte à telle négociation » par un champ prédéfini 'objet' de la négociation associé à la Fiche. Cette présentation des *INS* se rapportant à une négociation sous forme de Fiche met à disposition, pour l'ensemble des membres de l'Equipe-Intégrée, l'historique de la négociation. Ainsi tous peuvent participer. Pour affiner la connaissance de l'historique de la négociation, nous proposons de rassembler les *INS* avec leur chronologie de création associée à leur position temporelle (date et heure). Nous avons donc une Fiche associée à une négociation, identifiée par le champ prédéfini 'objet', qui regroupe toutes les *INS* se rapportant à la négociation.

De plus, le schéma général de la négociation de Baker met en évidence qu'une négociation est constituée de trois phases :

- « état initial », qui déclenche la négociation par le biais d'une interrogation, d'un constat ou d'une demande,
- « état de négociation », qui est une phase où différentes personnes interviennent dans la négociation,
- « état final » lors de laquelle une décision est prise pour clore la négociation.

Nous proposons d'apporter aux *INS* des informations contextuelles indiquant si elles se réfèrent aux phases « état initial » ou « état de négociation » ou « état final ». Or, de nombreuses *INS* peuvent se rapporter à la même phase. Sur le même principe que le regroupement en Fiche, nous choisissons de rassembler les *INS* en fonction de leur phase d'appartenance. Précédemment, nous avons choisi de rassembler les *INS* se rapportant à une même négociation dans une Fiche, nous proposons maintenant d'affiner cette structuration en scindant cette Fiche en au moins trois paragraphes pour représenter les trois phases : « état initial », « état de négociation » et « état final ». De plus, nous choisissons de rajouter un paragraphe « contexte » pour regrouper les informations contextuelles qui se rapportent à toutes les *INS* de la négociation quelle que soit leur phase d'appartenance (Figure II-6).

Nous considérons que l'« état initial » est dû à l'initiative d'un des membres de l'Equipe-Intégrée que nous nommons créateur. De même, l'« état final » est renseigné par une personne de l'équipe que nous nommons valideur. Par contre, tous les membres de l'équipe peuvent intervenir dans la phase « état de négociation ». Dans le cas d'une application informatique, la taille de l'écran est relativement limitée, c'est pourquoi nous proposons de ne conserver à l'écran qu'une seule intervention pour le paragraphe « état de négociation ». Nous choisissons alors d'accéder aux différentes interventions constituant ce paragraphe par des boutons « suivant » / « précédent ». De plus, nous proposons que chaque intervention soit inscrite dans un seul champ libre.

En agrégeant ces différents principes de solutions destinés à apporter une structuration aux *INS*, nous obtenons alors la structure générale des Fiches répondant au schéma de principe suivant (Figure II-6) :

Fiche n°100

contexte

état initial

état de négociation

suivant

précédent

état final

Légende : champs prédéfinis
 champs libres

Figure II-6 : Schéma de principe d'une Fiche

En conclusion, le schéma général du modèle de la négociation de Baker nous a permis de proposer une structuration des *INS* sous forme de Fiches de négociation composées de quatre paragraphes « état initial », « état de négociation » et « état final ». Les métamodèles des Vues suivantes permettent d'identifier les champs prédéfinis de la Fiche.

II.4.1.1.2. Vue Ressource

Le métamodèle de la *Vue Ressource* caractérise le contexte associé aux *INS* sous le point de vue des ressources, c'est à dire les moyens qui permettent de concevoir et de développer le produit (Figure II-7). Il contient donc des informations contextuelles (tous les attributs de toutes les classes) qui structurent les *INS*. Parmi toutes ces informations contextuelles, nous choisissons de conserver celles qui concernent l'attribut identification de la classe Personne et l'attribut identification de la classe Machine et application informatique.

Pour les informations contextuelles concernant les personnes, nous souhaitons que chaque intervention soit caractérisée par un émetteur et un récepteur (Figure II-13). Nous choisissons donc le champ prédéfini 'créateur' pour l'« état initial », 'émetteur' pour chaque intervention contenue dans le paragraphe « état de négociation » et 'valideur' pour l'« état

final ». De plus, nous proposons que chaque intervention soit accompagnée par un champ prédéfini 'destinataire'. Par contre, nous considérons que l'information contextuelle 'machine' est identique pour toutes les *INS* se rapportant à une même négociation. Cette information sera donc matérialisée par un champ prédéfini 'machine' dans le paragraphe « contexte » (Figure II-13).

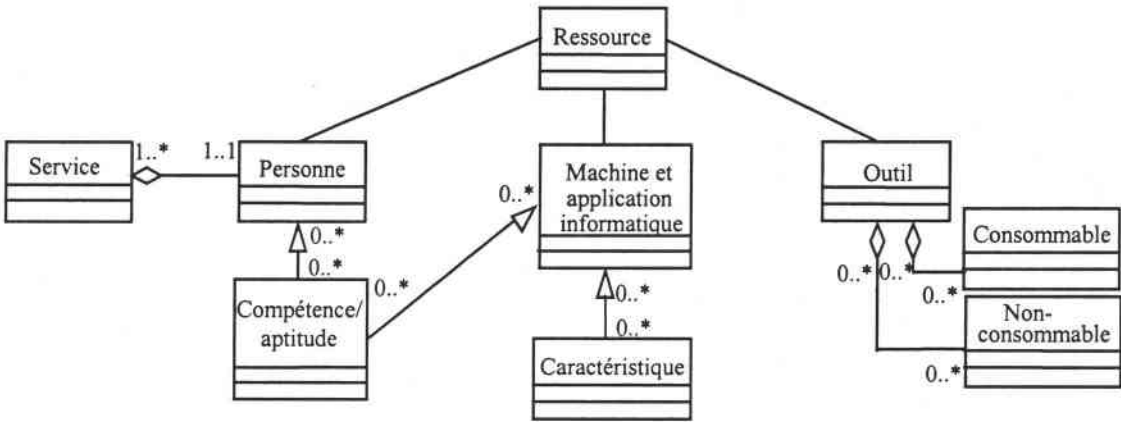


Figure II-7 : Métamodèle de la *Vue Ressource*

II.4.1.1.3. Vue Produit

La *Vue Produit* est celle qui sera décrite avec le plus d'attention, car le produit est l'objet de la majorité des *INS*. Nous utilisons donc les *Sous-Vues* : physique, fonction, géométrie et dynamique.

- Sous-Vue Physique*

Du métamodèle de la *Sous-Vue Physique* (Figure II-8), nous choisissons de conserver dans notre application informatique l'attribut identification de la classe Identification pour décrire le contexte de l'*INS* sous le point de vue physique. Nous considérons que les *INS* se rapportant à une négociation ont pour objet un seul produit et une seule pièce. La Fiche rassemblant ces *INS* contiendra donc deux champs prédéfinis 'produit' et/ou 'pièce' contenus dans le paragraphe « contexte ».

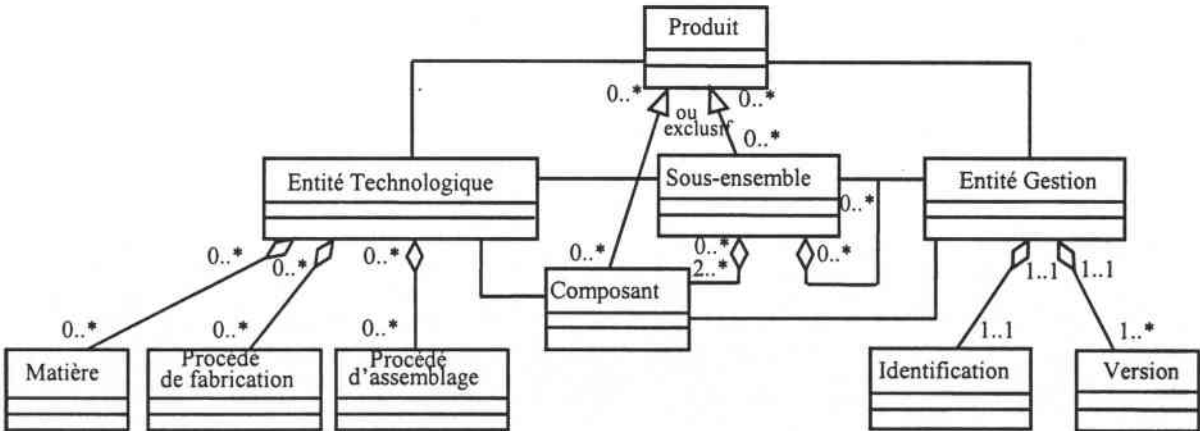


Figure II-8 : Métamodèle de la *Sous-Vue Physique*

- *Sous-Vue Fonction*

Du métamodèle de la *Sous-Vue Fonction* (Figure II-9), nous choisissons de ne conserver que l'attribut identification de la classe Fonction pour structurer les *INS*. Nous caractérisons donc le contexte des *INS* en ce qui concerne la fonction du produit par une information contextuelle 'fonction'.

Nous considérons que cette information contextuelle 'fonction' est unique pour toutes les *INS* contenues dans une Fiche. Nous choisissons donc de la représenter par un champ prédéfini 'fonction' contenu dans le paragraphe « contexte » (Figure II-13).

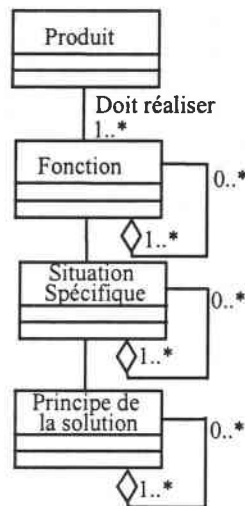


Figure II-9 : Métamodèle de la *Sous-Vue Fonction*

- *Sous-Vue Géométrie*

De ce métamodèle de la *Sous-Vue Géométrie* (Figure II-10), nous choisissons de ne conserver que les informations contextuelles se rapportant à l'attribut identifiant de la classe Position et à l'attribut identifiant de la classe Géométrie, qui prendront respectivement la forme de champs prédéfinis 'position' et 'géométrie' dans le paragraphe « contexte » car nous considérons que ces informations sont associées à toutes les *INS* de la négociation (Figure II-13).

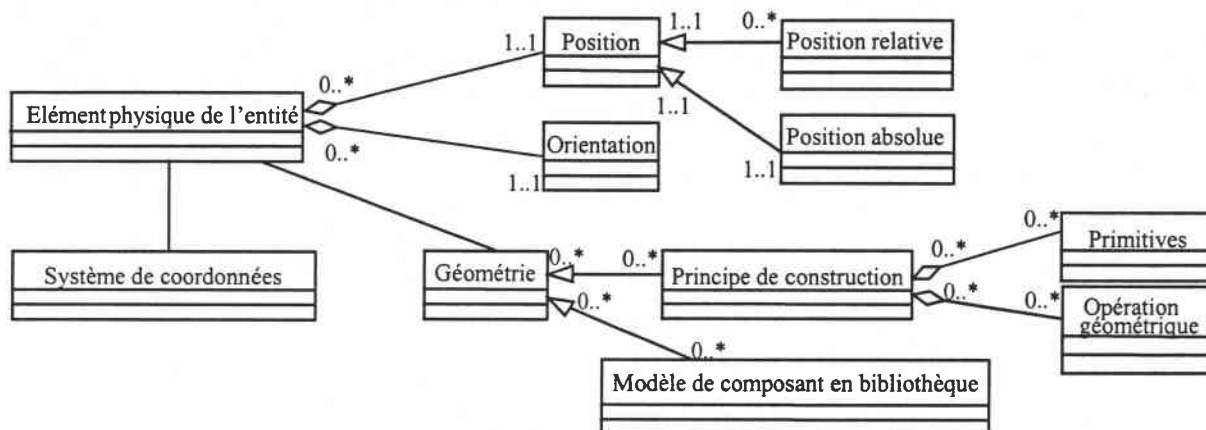


Figure II-10 : Métamodèle de la Sous-Vue Géométrie

- Sous-Vue Dynamique

Du métamodèle de la *Sous-Vue Dynamique* (Figure II-11), nous choisissons de conserver les informations contextuelles concernant l'attribut identification de la classe Etat. Un champ prédéfini 'état' représentant l'état de la facette dynamique du modèle de produit caractérisera donc le contexte de l'INS dans le paragraphe « contexte » (Figure II-13).

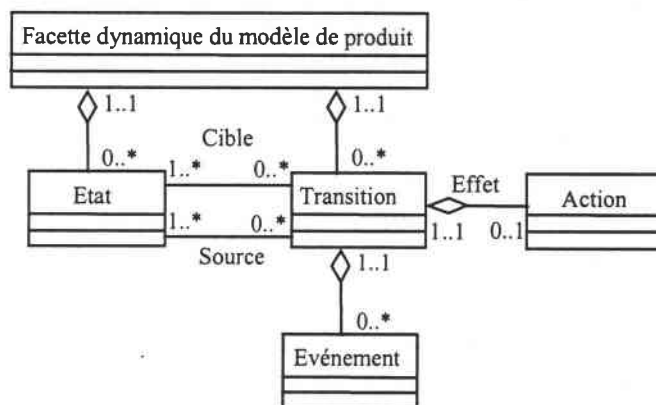


Figure II-11 : Métamodèle de la Sous-Vue Dynamique

II.4.1.1.4. Vue Processus

Cette Vue doit permettre de caractériser le contexte du cycle de vie du produit avec un point de vue processus. Dans le cas de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux, il existe cinq grandes phases (Faisabilité, Conception, Développement, Qualification et Pré-série/Série) qui se redéclinent en sous-phases, etc. Il convient en fonction de l'environnement de l'application informatique d'identifier le niveau de granularité souhaitable (phase, sous-phase, gamme, opération, etc.) pour structurer les INS, sachant que chaque niveau de granularité est représenté par un champ prédéfini. Dans notre contexte, nous proposons de ne conserver qu'un seul champ prédéfini 'processus' dans le paragraphe « contexte » pour les phases : Faisabilité, Conception, Développement, Qualification et Pré-série/Série (Figure II-13).

II.4.1.2. Composants linguistiques

Les composants linguistiques sont caractérisés par la clarté de leur formalisme (discours, plan industriel, etc.) qui tolèrent plus ou moins d'interprétations.

Concernant les champs prédéfinis, les membres de l'Equipe-Intégrée doivent les renseigner en respectant les intitulés des champs (exemple : produit, pièce, émetteur, récepteur, etc.). En conséquence, les composants linguistiques sont relativement rigides et structurants.

Par contre, dans les champs libres, les utilisateurs s'expriment en langage naturel. Pour structurer ces *INS*, il faudrait contraindre les utilisateurs à employer un formalisme plus précis tel que l'usage de règles SI/ALORS, de synoptiques, etc. Or ce formalisme nuirait à l'expression des nuances et freinerait leur participation. Pour conserver les avantages du langage naturel tout en y apportant une structuration, nous nous appuyons sur la modélisation des dialogues et des contraintes d'enchaînements de Moeschler (Figure II-12) [Moeschler 85] [Moeschler 89]. Nous pensons qu'il est possible d'inciter les membres des Equipes-Intégrées à préciser leur intention en indiquant s'il s'agit d'une assertion, d'une demande d'informations, d'une demande de confirmation ou d'une offre/requête et de compléter en indiquant s'il s'agit d'une initiative, d'une réaction positive ou d'une réaction négative. Il est aussi possible de leur faciliter la tâche en leur proposant d'employer les champs sémantiques préformatés de la Figure II-12 ('je vous informe que', 'je confirme', etc.).

INITIATIVES	REACTIONS POSITIVES	REACTIONS NEGATIVES
Assertion je vous informe que	Evaluation positive je suis d'accord	Evaluation négative je ne suis pas d'accord
Demande d'informations est-ce que, qui est-ce qui quel est, comment	Réponse positive je sais	Réponse négative je ne sais pas
Demande de confirmation je souhaite - je demande que	Confirmation je confirme	Infirmerie j'infirme
Offre/requête je prévois	Acceptation j'accepte	Refus je refuse

Figure II-12 : Les contraintes d'enchaînements de MOESCHLER

II.4.1.3. Proposition de structuration des *INS* par une Fiche

Cette phase de structuration, au niveau des composants rhétoriques et linguistiques, nous a permis d'opter pour

- Un fractionnement des échanges des *INS* par sujet de négociation, sous la forme de Fiches,
- Un regroupement des *INS* en paragraphe,
- Une inscription des *INS* dans des champs libres,
- Une représentation du contexte sous la forme des champs prédéfinis.

Suite à ces différents principes de solutions adaptées à notre contexte, nous sommes en mesure de proposer un exemple d'interface de Fiche en reprenant le schéma de principe d'une Fiche (Figure II-6) complété par les différents champs prédéfinis identifiés dans les sections précédentes.

Interface d'une Fiche					
Contexte:		produit		pièce	
		processus		fonction	
		position		géométrie	
		état		machine	
Etat initial:		créateur		destinataire	
n°	100	objet			
état		exposé			
Etat de négociation:		émetteur		destinataire	
n°	/	dialogues			
suivant précédent				date	
				heure	
Etat final:		valideur		destinataire	
		traitement			
				date	
				heure	

Figure II-13 : Exemple d'interface d'une Fiche

Grâce à cette Fiche, les *INS* inscrites dans les champs libres sont structurées au niveau rhétorique. Car pour toutes les *INS*, nous sommes en mesure de savoir de quelle négociation il s'agit avec le champ prédéfini 'objet' de négociation, à quel niveau de la négociation l'*INS* se réfère grâce aux paragraphes « état initial », « état de négociation » ou « état final » et nous avons une abstraction de son contexte grâce aux champs prédéfinis 'créateur', 'émetteur', 'valideur', 'destinataire', 'machine', 'produit', 'pièce', 'fonction', 'géométrie', 'position', 'état' et 'processus'. De plus, nous pouvons identifier l'intention de l'émetteur s'il a précisé, grâce aux contraintes d'enchaînements, s'il s'agit d'une assertion, d'une demande d'informations, d'une demande de confirmation ou d'une offre/requête. De même nous pouvons aussi savoir s'il s'agit d'une initiative, d'une réaction positive ou d'une réaction négative.

En résumé, les *INS* sont structurées sous forme de Fiches puis en paragraphes puis en champs prédéfinis et enfin en champs libres. Il est même possible d'apporter une structuration à l'intérieur de ces champs libres. Nous pensons que si ces différentes informations contextuelles sont renseignées et respectées, alors les *INS* deviennent suffisamment structurées pour être exploitable par l'ensemble des membres de l'Equipe-Intégrée (cf. section III.9 - Scénario d'utilisation).

II.4.2. Partage des *INS*

Pour mettre à disposition toutes les *INS* du Système d'Informations *Non-Structurées* pour tous les membres de l'Equipe-Intégrée, nous nous appuyons sur un fonctionnement en réseau avec des *INS* uniques contenues dans une base de données.

De plus, nous souhaitons que l'émetteur puisse attirer l'attention, sur une Fiche, d'un ou plusieurs membres de l'Equipe-Intégrée en leur envoyant un « message d'alerte ». Ce qui n'empêche pas que tous les membres puissent avoir accès à la Fiche.

II.4.3. Accès aux *INS*

Tous les membres de l'Equipe-Intégrée peuvent accéder en lecture à toutes les informations contenues dans la base de données. Par contre, ils ne peuvent pas modifier les données. Ils peuvent accéder aux *INS* à partir de recherches par critères, le mode de fonctionnement de la recherche par critères est basé sur l'identification automatique de termes alphanumériques demandés par l'utilisateur parmi tous les termes contenus dans l'application informatique (exemple : chercher les Fiches concernant un produit afin de constituer un état d'avancement partiel, chercher les dernières Fiches créées, etc.) [Kowalski 97].

II.4.4. Capitalisation du savoir et du savoir-faire contenus dans les *INS*

Pour définir l'acte de capitalisation du savoir et du savoir-faire contenus dans les *INS*, nous nous appuyons sur le cycle de « capitalisation des connaissances de l'entreprise » présenté à la section I.5.4 et illustré par la Figure I-13 qui identifie quatre phases principales : repérer, préserver, exploiter et actualiser.

II.4.4.1. Repérer

L'outil de communication que nous proposons s'appuie sur une application informatique. Il est donc aisé de collecter les *INS* inscrites dans les Fiches. Cependant, nous ne pouvons pas récolter les informations qui ne sont pas contenues dans les Fiches, mais nous pensons que collecter « un peu » les *INS* est préférable à ne pas les collecter « du tout ».

II.4.4.2. Préserver

« Préserver » ou « traiter » consiste à transformer ces *INS* en connaissances partageables. Pour effectuer cette tâche, nous nous appuyons sur l'argumentation au sens technique décrite par Ducrot [Ducrot 82], à savoir :

« Je parlerai d'argumentation chaque fois qu'un même locuteur prend en charge deux ensembles, A et C, d'énoncés, en présentant l'un comme destiné à faire admettre l'autre (il est possible que chacun des ensembles se réduise à un énoncé unique, comme dans « Il fait mauvais : je reste à la maison »). J'appelle « conclusions » les énoncés - par convention, je les représenterai par la lettre 'C' - que l'on dit vouloir faire admettre, et « arguments » - par convention « A » - ceux qui sont censés autoriser les autres».

Lorsqu'un locuteur présente A en vue de C, il réalise un acte d'argumentation. Pour illustrer ces concepts, nous prenons des exemples qui contiennent des opérateurs argumentatifs comme PRESQUE et NE..QUE:

- a. Il n'est que huit heures, inutile de te dépêcher.
- b. Il n'est que huit heures, dépêches-toi.
- c. Il est presque huit heures, dépêches-toi.
- d. Il est presque huit heures, inutile de te dépêcher.

Ces quatre phrases peuvent être modélisées de la manière suivante :

- a. argumentation (argument (orientation (tôt)), conclusion (non (se dépêcher)))
- b. argumentation (argument (orientation (tôt)), conclusion (se dépêcher))
- c. argumentation (argument (orientation (tard)), conclusion (se dépêcher))
- d. argumentation (argument (orientation (tard)), conclusion (non (se dépêcher)))

Soient les deux concepts P et Q, P définissant l'orientation des arguments (dans notre exemple, l'idée de 'tôt') et Q définissant les conclusions (dans notre exemple l'idée de 'se dépêcher'). Si P et Q peuvent recevoir des indices de polarité (+ et -) et constituer des relations structurelles avec :

- + P représentant l'idée de 'tôt',
- - P représentant l'idée de 'tard',
- + Q représentant l'idée de 'se dépêcher'
- - Q représentant l'idée de ne pas 'se dépêcher'.

Alors les phrases a, b, c et d peuvent être représentées par les actes d'argumentation suivants (Figure II-14):

b. <+P, +Q> d. <-P, -Q>

a. <+P, -Q> c. <-P, +Q>

Figure II-14 : Représentation des actes d'argumentation

Bien que tous les actes d'argumentation puissent être acceptables dans des contextes propres, les deux formes d'actes d'argumentation a et c sont les plus compatibles. Nous pouvons donc extraire deux actes d'argumentation :

- a. <Plus on a de temps, Moins il faut se dépêcher>
- b. <Moins on a de temps, Plus il faut se dépêcher>

Notre objectif est d'extraire des *INS* contenues dans l'application informatique des connaissances partageables sous forme d'actes d'argumentation ou règles.

La récolte, bien que partielle, des *INS* grâce à l'application informatique, peut représenter un nombre important de Fiches et une masse d'*INS* si conséquente qu'un individu ne puisse pas les gérer correctement pour en extraire des règles. Dans ce contexte, nous souhaitons employer un système qui traite automatiquement ou semi-automatiquement les *INS* contenues dans l'application informatique. Ce système fait l'objet du chapitre IV.

II.4.4.3. Exploiter et Actualiser

Par la suite, il convient d'exploiter les *INS* en présentant ces règles sous une forme qui puisse être partageable et facilement accessible. De plus, il faut actualiser constamment ces connaissances afin de respecter le cycle d'acquisition des connaissances vu à la section I.3 (Figure I-5). Bien que nécessaires dans un cycle de capitalisation du savoir et du savoir-faire, ces deux phases n'ont pas été formalisées par manque de temps.

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les insuffisances des Systèmes d'Informations *Non-Structurées* actuels. Puis nous avons proposé une expression de besoins pour un Système d'Informations *Non-Structurées* répondant aux attentes de l'Equipe-Intégrée constituant notre cadre d'étude.

Par la suite, nous proposons de répondre à ces besoins grâce à l'approche que nous nommons : M.I.C.A. pour « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale » (Figure II-13). Celle-ci doit satisfaire deux objectifs :

- ① - Favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée.

Nous n'avons pas trouvé sur le marché d'outil de communication répondant aux spécifications de l'expression de besoins. Nous avons donc dû le concevoir sous la forme d'un logiciel qui structure les *INS*, les partage et y donne accès. Nous l'avons appelé M.I.C.A. Nous avons eu l'opportunité de l'expérimenter sur l'Equipe-Intégrée constituant notre environnement. Le logiciel M.I.C.A. fait l'objet du chapitre III.

- ② - Capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet.

Nous avons étudié les méthodes et outils se rapportant à l'analyse de données linguistiques ou fouilles de données textuelles. Puis grâce à ces outils, nous avons extrait une partie des règles du type SI/ALORS à partir des *INS* récoltées par le logiciel M.I.C.A. Cet aspect de l'approche M.I.C.A. sera étudié au chapitre IV.

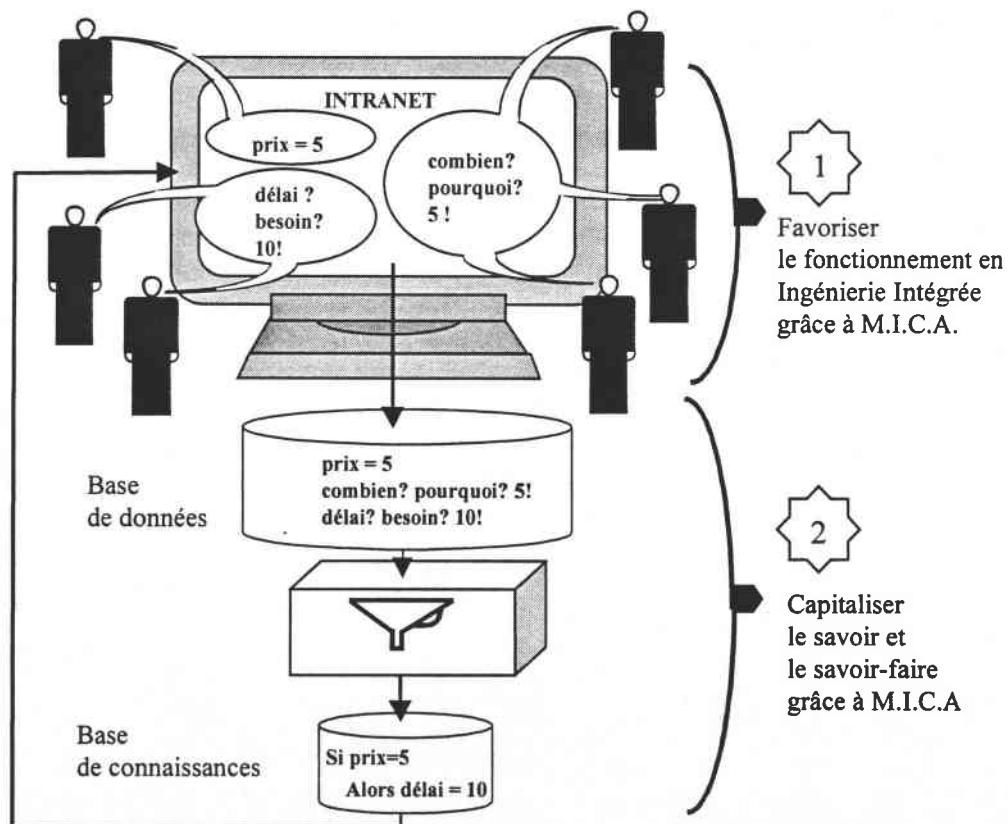


Figure II-15 : Principales fonctionnalités de l'approche M.I.C.A.

Chapitre III

**Le logiciel M.I.C.A.
« *Messagerie Interactive*
pour la *Concourance Aérospatiale* »**

III . Le logiciel M.I.C.A. “Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale”

III.1. Introduction

Pour satisfaire le premier objectif de l'approche M.I.C.A. « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale » (Figure III-1), soit l'amélioration du fonctionnement en Ingénierie Intégrée, nous allons rédiger le cahier des charges d'un logiciel sur la base de l'expression de besoins du Système d'Informations *Non-Structurées* du chapitre II. Cet outil de communication se nomme aussi M.I.C.A. Pour élaborer son cahier des charges, nous commençons par élaborer son architecture, puis nous utilisons le langage orienté objet U.M.L. (Unified Modeling Language) pour décrire l'application informatique. Nous identifions et décrivons sept classes (Acteur, Etat_initial, Etat_de_négociation, Etat_final, Contexte, Dictionnaire et Liste_acteurs) et cinq cas d'utilisation (créer Fiche, dialoguer, clore Fiche, lire Fiche et rechercher information). Puis nous déroulons un scénario basé sur l'interface Homme-Machine élaborée au chapitre II. Ce logiciel a été programmé et expérimenté par l'Equipe-Intégrée constituant notre cas d'application au sein de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux (Les Mureaux). Nous exposons alors les différents paradoxes soulevés par le logiciel M.I.C.A. : l'écrit/l'oral, l'implicite/l'explicite et le commun/le singulier. Ensuite, nous énonçons différentes remarques issues de notre retour d'expériences : la structuration du travail collectif, le pouvoir individuel et le souci de l'autre. Enfin, nous concluons sur l'aspect structurant de la mise en place du logiciel M.I.C.A.

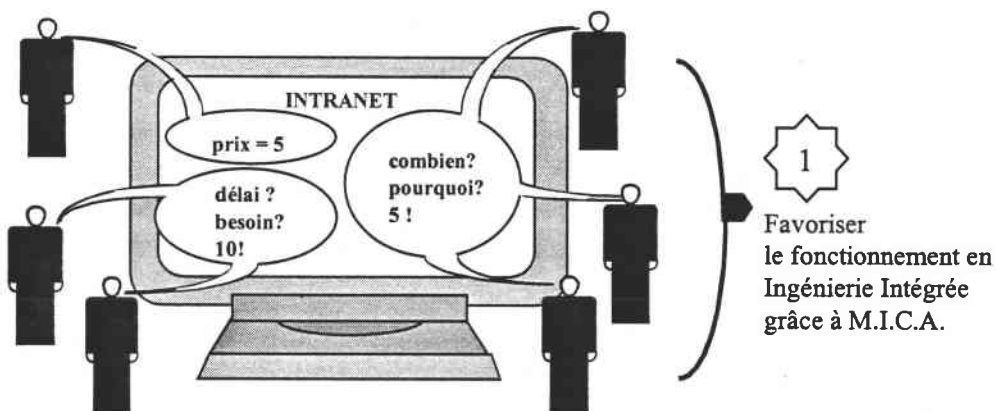


Figure III-1 : Premier objectif de l'approche M.I.C.A.

III.2. Architecture Générale du logiciel M.I.C.A.

M.I.C.A. en tant qu'outil de communication, fonctionne sur le principe d'échanges de Fiches qui structurent les *INS* (Figure III-3) :

- Lorsqu'un créateur, un des membres de l'Equipe-Intégrée, veut émettre une interrogation, un constat ou une demande, il crée une Fiche et renseigne les paragraphes « contexte » et « état initial ». Il a la possibilité d'envoyer un message d'alerte à un ou plusieurs destinataires pour attirer leur attention sur la Fiche qu'il vient de créer.
- Ensuite tous les membres de l'Equipe-Intégrée peuvent avoir accès à la Fiche et intervenir dans le paragraphe « état de négociation ». Ils ont aussi la possibilité de compléter le paragraphe « contexte » et ils peuvent envoyer un message d'alerte à un ou plusieurs destinataires.
- Enfin, un valideur, un des membres de l'Equipe-Intégrée désigné comme tel, clôt la Fiche et inscrit la décision prise à la suite de la négociation dans le paragraphe « état final » et complète, si besoin est, le paragraphe « contexte ». Il peut lui aussi envoyer un message d'alerte à un ou plusieurs destinataires.

Le logiciel M.I.C.A. est un mélange de plusieurs outils de Groupware car il offre des fonctionnalités (Figure III-2) telles que :

- Des formulaires, par le biais des champs prédéfinis,
- De la messagerie, puisqu'il peut envoyer des *INS* à un ou plusieurs destinataires préférentiels choisis individuellement grâce aux champs libres,
- Des dossiers partagés, puisqu'il peut mettre à disposition d'un groupe des *INS*,
- Du forum, puisqu'il peut envoyer des *INS* à un groupe.

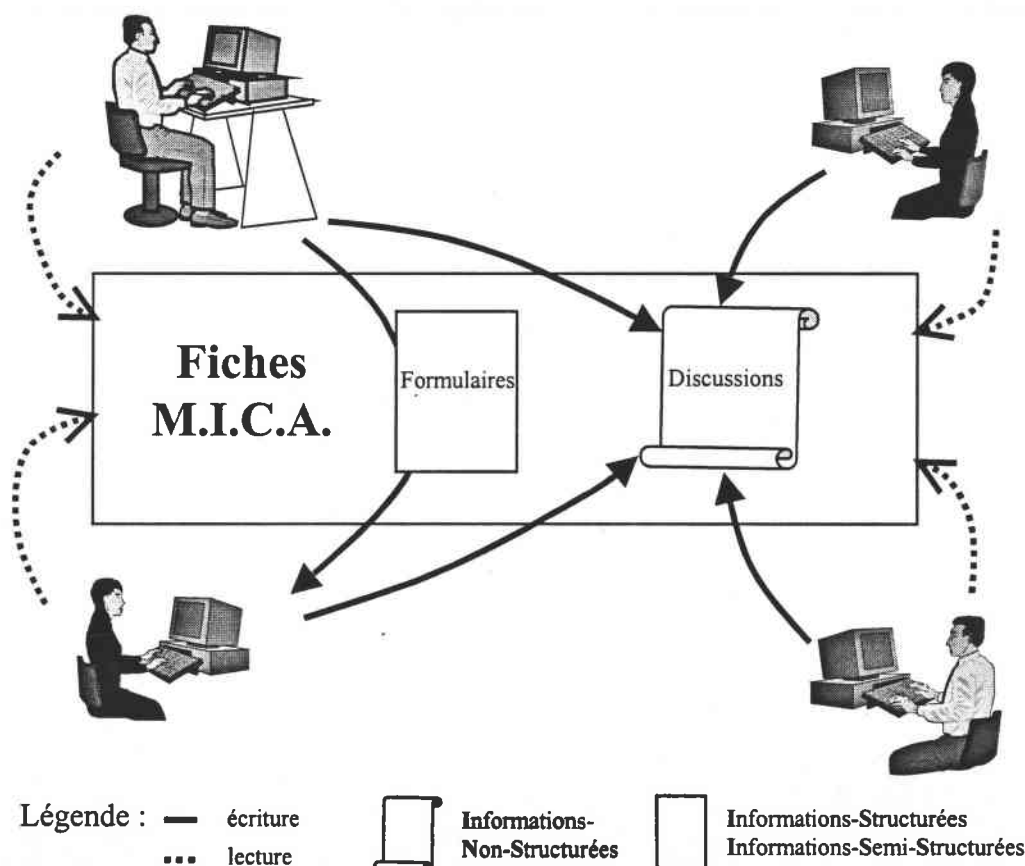


Figure III-2 : Représentation schématique du fonctionnement du logiciel M.I.C.A.

Pour respecter les différentes fonctionnalités de M.I.C.A., nous optons pour une mise à disposition de toutes les Fiches sur les machines informatiques des membres de l'Equipe-

Intégrée par le biais d'une base de données et d'un réseau qui relie les machines informatiques. Seuls les personnes habilitées peuvent avoir accès à la base de données (Figure III-3).

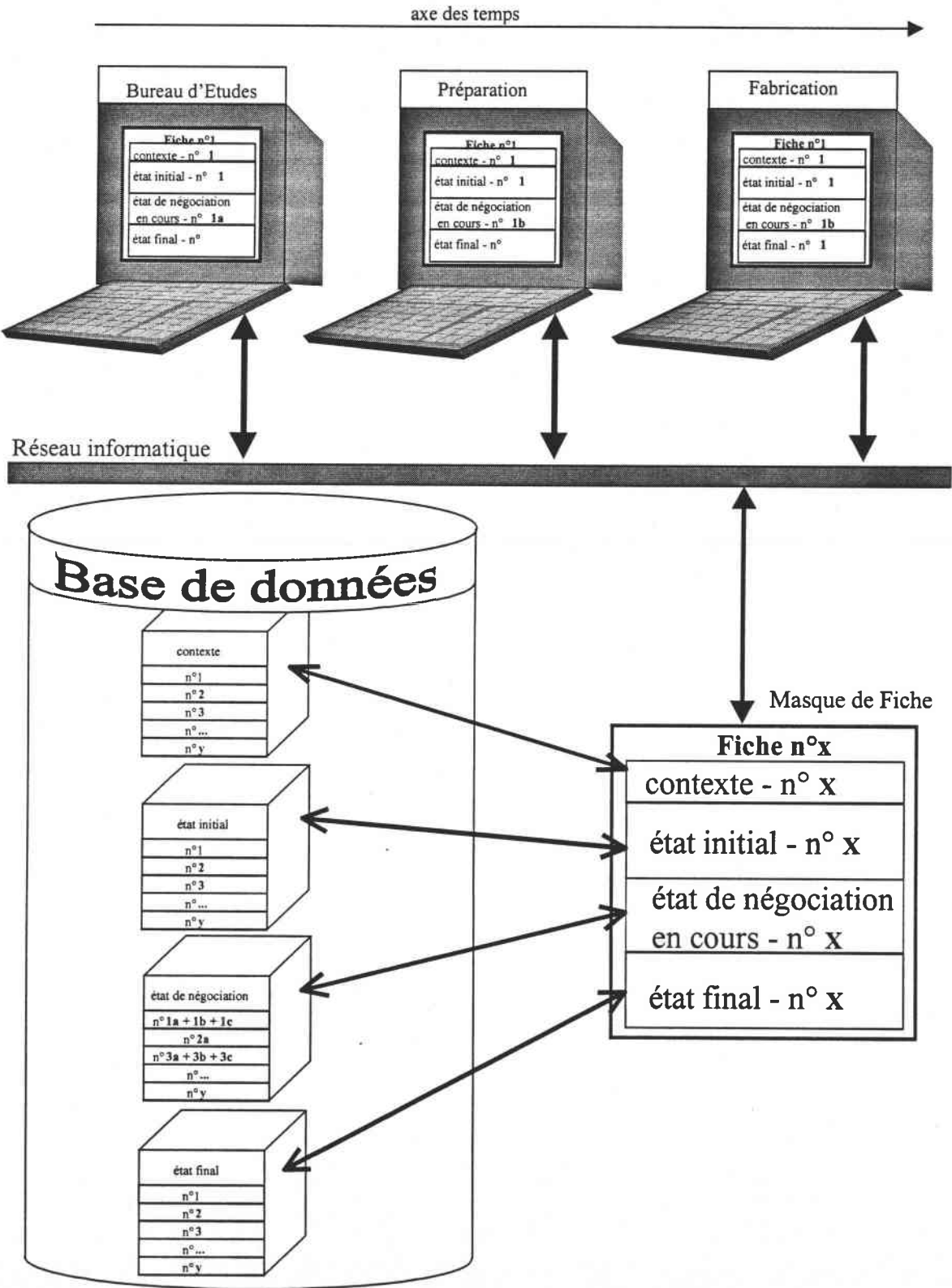


Figure III-3 : Architecture du logiciel M.I.C.A.

III.3. Description fonctionnelle avec U.M.L.

Pour décrire le logiciel M.I.C.A. en tant que système d'informations, nous utilisons une notation standard basée sur l'objet : la notation U.M.L. (Unified Modeling Language) [Kenati *et coll.* 98] [Quatrani 98] [Muller 97]. Elle est issue d'une fusion des notations et méthodes de Booch, d'OMT (Object Modeling Technique) et d'OOSE (Object Oriented Software Engineering). Sa création s'est faite dans le cadre de l'O.M.G. (Object Management Group). Elle est donc fondée sur les concepts orientés objet récents et elle utilise plusieurs notions, notamment :

- Tout système d'objets est en fait une société d'objets qui coopèrent en échangeant des messages. Un objet possède une identité, un état et un comportement. Dans la description d'un problème réel, il est presque impossible de décrire tous les objets. Les **classes** sont un moyen pour grouper des objets qui présentent une structure commune et un comportement commun (Figure III-4). Une **classe** est donc une abstraction qui décrit plusieurs objets. La relation entre une classe et ses objets est appelée « instanciation », tout objet est donc une instance de classe. Une classe est caractérisée par :
 - Des **attributs** : ce sont les propriétés de la classe. Ils portent un ensemble de valeurs que les instances (objets) de la classe vont prendre.
 - Des **opérations** : elles décrivent le comportement de la classe au moyen de procédures.

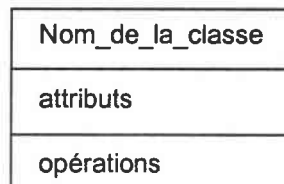


Figure III-4 : Représentation d'une classe en U.M.L.

Un **diagramme de classes** est un graphe représentant des classes et leurs relations. Le diagramme de classes de la Figure III-5 se lit comme suit : Chaque instance de la classe A peut avoir aucune ou plusieurs relations avec les instances de la classe B et chaque instance de la classe B doit avoir une relation avec une instance de la classe A.

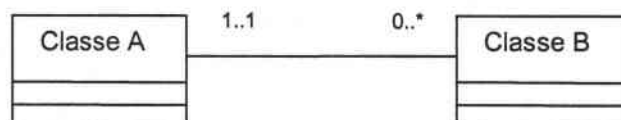


Figure III-5 : Représentation d'un diagramme de classes en U.M.L.

- L'**association** est une relation entre des classes, elle montre une structure et non des échanges de données. La **flèche** indique le sens de lecture de l'association. L'**agrégation** définit une relation « partie de » entre les instances des classes (Figure III-6).

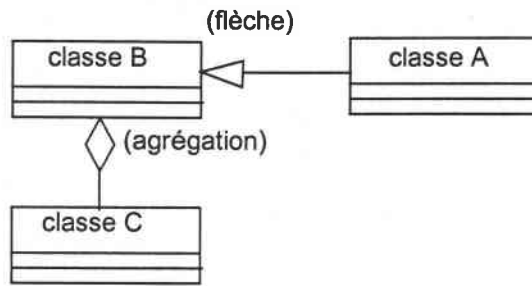


Figure III-6 : Représentation d'associations entre des classes

- Un **acteur** est une abstraction d'une entité qui réside en dehors du système à modéliser (Figure III-7). Cette abstraction peut représenter une personne, une société, un système informatique, du matériel, etc.



Figure III-7 : Représentation d'un acteur de type humain ou matériel en U.M.L.

- Un **cas d'utilisation** (en anglais, use case) est utilisé pour définir le comportement d'un système sans révéler sa structure interne. Chaque cas d'utilisation spécifie une séquence d'actions que le système réalise en interagissant avec les acteurs. Un **diagramme de cas d'utilisation** (Figure III-8) est un graphe comprenant des acteurs, des cas d'utilisation et des relations de communication entre les acteurs et les cas d'utilisations. Le sens de ces relations indique le sens du stimulus et non le sens de l'échange de données. Il ne s'agit donc pas d'un flux de messages.

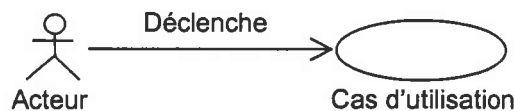


Figure III-8 : Représentation d'un diagramme de cas d'utilisation en U.M.L.

- Un **diagramme de séquences** montre les interactions entre les objets, organisées en séquence dans le temps. Il ne montre pas les associations entre les objets (Figure III-9).

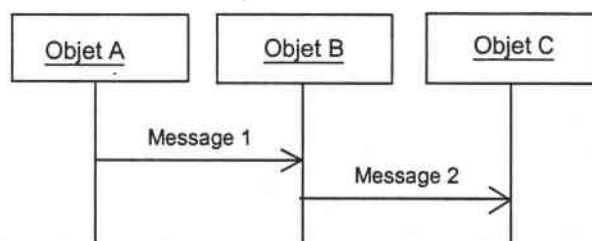


Figure III-9 : Représentation d'un diagramme de séquences en U.M.L.

- Un **état** est une situation dépendante d'événements durant laquelle un objet effectue une activité. Un **diagramme d'états-transitions** est un graphe qui spécifie les séquences d'états qu'un objet traverse durant sa vie en réponse à des événements (Figure III-10). Un **événement** est la spécification d'une occurrence significative qui a une localisation dans le temps et dans l'espace.

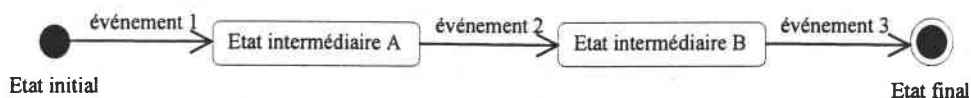


Figure III-10 : Représentation d'un diagramme états-transitions en U.M.L.

Pour exprimer les diverses perspectives de l'architecture d'un système informatique, Krutchen [Krutchen 95] propose de s'appuyer sur différentes vues :

- Vue logique, qui exprime la perspective abstraite de la solution en termes de classes, de relations, d'états-transitions, etc.
- Vue des processus, qui exprime la perspective sur les activités, leurs communications et leurs synchronisations.
- Vue des composants, qui exprime la perspective physique de l'organisation de codes en terme de modules, de composants et surtout des concepts du langage ou de l'environnement d'implémentation.
- Vue de déploiement, qui exprime la répartition du système informatique à travers un réseau de calculateurs et de nœuds logiques de traitement.
- Vue des cas d'utilisation, qui est fondée sur des scénarii.

Ces vues offrent l'avantage d'être peu inter-dépendantes. Pour décrire l'aspect fonctionnel du logiciel M.I.C.A. nous utilisons la Vue processus, la Vue logique et la Vue cas d'utilisation. Les Vues des composants et de déploiement, qui décrivent l'architecture informatique, ne seront pas abordées dans ce manuscrit mais nous considérons qu'elles doivent répondre aux spécifications fonctionnelles des Vues logique et processus. Dans ce cadre, nous spécifions donc les types d'utilisateurs puis les deux principaux modes d'utilisation dont découlent les classes et les cas d'utilisation.

III.4. Spécification des types d'utilisateurs

Parmi les différents acteurs, nous identifions des catégories d'utilisateurs (Figure III-11). Une catégorie définit les rôles joués par des personnes ou des choses qui interagissent avec le système :

- | | |
|---|--|
| 
intervenant | <ul style="list-style-type: none"> • L'intervenant est une personne qui peut créer une Fiche, dialoguer via une Fiche, clore une Fiche s'il a le statut de valideur, lire une Fiche, recevoir un message d'alerte et rechercher des informations dans les Fiches. |
| 
créateur | <ul style="list-style-type: none"> • Le créateur est un intervenant qui crée une Fiche. |
| 
émetteur | <ul style="list-style-type: none"> • L'émetteur est un intervenant qui émet un dialogue via une Fiche. |
| 
valideur | <ul style="list-style-type: none"> • Le valideur est un intervenant, qui a été désigné comme tel, pour clore donc valider une Fiche. |
| 
lecteur | <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur est un intervenant qui lit une Fiche. Il a accès à la Fiche à partir d'un message d'alerte ou à partir d'une recherche volontaire. |
| 
Système d'envoi de messages d'alerte | <ul style="list-style-type: none"> • Le système d'envoi de message d'alerte permet aux créateurs, émetteurs ou valideurs d'envoyer des messages d'alerte à un ou des destinataires pour attirer leur attention sur une Fiche particulière. |

Figure III-11 : Représentation des types d'utilisateurs

III.5. Description des modes d'utilisation

Le logiciel M.I.C.A. est un outil de communication. A ce titre, il doit permettre aux acteurs d'émettre et de recevoir des informations d'où les deux principaux modes d'utilisation :

- **Emission d'informations** : Ce mode d'utilisation décrit les différents cas d'utilisation qui permettent aux acteurs d'émettre des informations. Nous identifions les cas d'utilisation suivants (Figure III-12) :
 - créer Fiche
 - dialoguer
 - clore Fiche

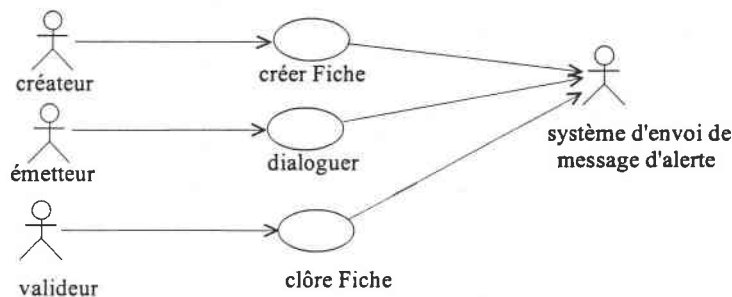


Figure III-12 : Diagramme du mode d'utilisation principal Emission d'informations

- **Réception d'informations** : Ce mode d'utilisation décrit les différents cas d'utilisation qui permettent aux acteurs de recevoir des informations. Nous identifions les deux cas d'utilisation suivants (Figure III-13) :
 - lire Fiche
 - rechercher informations

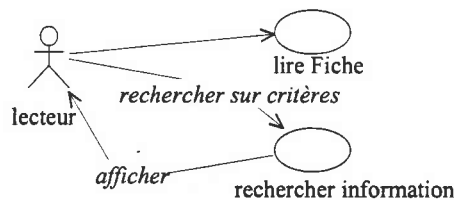


Figure III-13 : Diagramme du mode d'utilisation Réception d'informations

III.6. Description des classes

L'outil de communication, que nous décrivons, répond à l'expression de besoins du Système d'Informations *Non-Structurées* d'une Equipe-Intégrée, qui a été définie au chapitre II. Les fonctionnalités de cet outil de communication reposent sur l'échange de Fiches constituées de quatre paragraphes : « état initial », « état de négociation », « état final » et « contexte ». Chaque Fiche est structurée en champs qui peuvent être soit prédéfinis soit libres. Nous nous appuyons sur cette expression de besoins et décidons de représenter les paragraphes, les champs prédéfinis et champs libres par des classes ou des attributs de classes.

Nous identifions donc les classes suivantes :

- **Acteurs** : représente les utilisateurs décrits à la section III.4,
- **Liste_acteurs** : contient une liste des intervenants et une liste des valideurs (des intervenants qui ont la possibilité de clore les Fiches),
- **Etat_initial** : représente le paragraphe « état initial ». D'autre part, une Fiche n'existe pas sans « état initial » et inversement, nous utilisons donc cette classe pour construire les liens entre les différents paragraphes qui constituent la Fiche, en conséquence nous considérons que la classe **Etat_initial** matérialise la Fiche et référence les paragraphes de la Fiche,
- **Etat_de_négociation** : représente le paragraphe « état de négociation »,
- **Etat_final** : représente le paragraphe « état final »,
- **Contexte** : représente le paragraphe « contexte », sauf pour les informations contextuelles relatives aux champs prédéfinis 'personne' qui sont traitées par la classe **Acteurs**,
- **Dictionnaire** : permet aux intervenants de rechercher des informations sur les Fiches et sur leurs contenus.

Nous décrivons, dans les sections suivantes, chacune des classes précédemment citées.

III.6.1. Classe Acteur

La classe **Acteur** représente le ou les champs prédéfinis 'personne', qui découle de la *Vue Ressource* définie à la section II.4.1. Les catégories d'acteurs sont spécifiées à la section III.3.

- Liste des attributs de la classe **Acteur** (Figure III-14) :
 - **identifiant** : Cet attribut à valeur unique identifie une et une seule instance de la classe **Acteur**.
 - **nom** : spécifie le nom de l'acteur.
 - **prénom** : spécifie le prénom de l'acteur.
 - **Etat : liste = créateur, destinataire, lecteur, valideur, émetteur, intervenant** : spécifie les états consécutifs de l'acteur. C'est un attribut valué sous la forme d'une liste composée des états : créateur, destinataire, lecteur, émetteur et intervenant.

Acteur
identifiant
nom : chaîne de caractères
prénom : chaîne de caractères
état : liste = créateur, destinataire, lecteur, valideur, émetteur, intervenant

Figure III-14 : Représentation de la classe Acteur

- Diagramme états-transitions associé à l'attribut état de la classe Acteur (Figure III-15) :

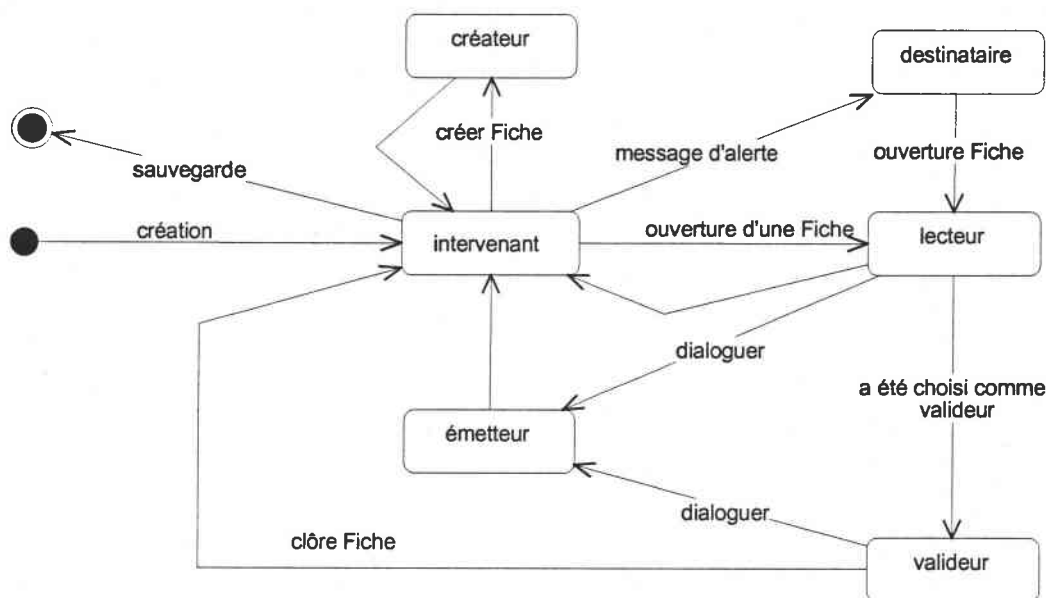


Figure III-15 : Diagramme états-transitions de l'attribut état de la classe Acteur

- Les associations relatives à la classe Acteurs sont (Figure III-16) :
 - Acteur<*créer Fiche*>Etat_initial : Un acteur à l'état créateur a la possibilité de créer aucune ou plusieurs Fiches. Une Fiche est matérialisée par une instance de la classe Etat_initial qui représente un paragraphe « état initial ».
 - Acteur<*dialoguer*>Etat_initial : Un acteur à l'état émetteur a la possibilité d'émettre aucun ou plusieurs paragraphes « dialogues ». Un paragraphe « dialogue » est représenté par une instance de la classe Etat_de_négociation et est référencé par une instance de la classe Etat_initial.
 - Acteur<*clôre Fiche*>Etat_initial : Un acteur à l'état valideur a la possibilité d'émettre aucun ou plusieurs paragraphes « état final ». Un paragraphe « état final » est représenté par une instance de la classe Etat_final et est référencé par une instance de la classe Etat_initial.
 - Acteur<*lire Fiche*>Etat_initial : Un acteur à l'état lecteur a la possibilité de lire aucune ou plusieurs Fiches. Une Fiche est matérialisée par une instance de la classe Etat_initial.
 - Acteur<*recevoir message d'alerte*> Etat_initial : Un acteur à l'état destinataire peut recevoir aucun ou plusieurs messages d'alerte.

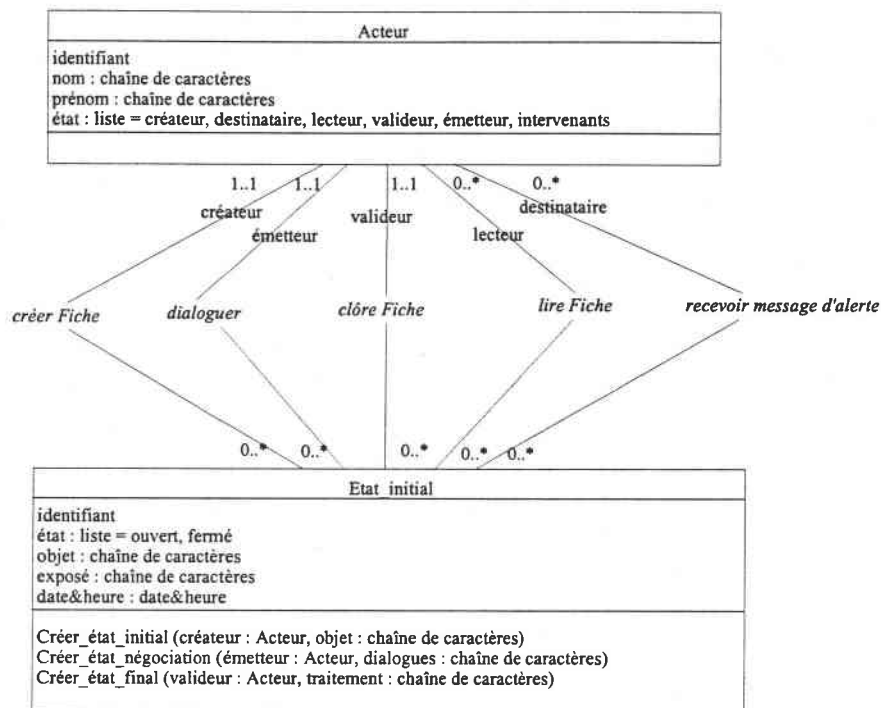


Figure III-16 : Diagramme de classes représentant les associations de la classe Acteur

III.6.2. Classe Etat_initial

La classe Etat_initial est issue de la *Vue Coopération* modélisant les interactions entre les acteurs. Elle représente le paragraphe « état initial » et référence les autres paragraphes « état de négociation », « état final » et « contexte » permettant ainsi de matérialiser la Fiche.

- La classe Etat_initial a pour attributs (Figure III-17) :
 - identifiant** : cet attribut à valeur unique identifie une et une seule instance de la classe Etat_initial.
 - état** : liste = (ouvert, fermé) : spécifie l'état de la classe Etat_initial. Cet attribut est de type liste et peut prendre les valeurs 'ouvert' ou (exclusif) 'fermé' (Figure III-18).
 - objet** : représente l'objet de la Fiche. Cette chaîne de caractères est volontairement réduite en nombre de caractères pour inciter le créateur à être synthétique.
 - exposé** : permet au créateur de la Fiche de s'expliquer sur la raison (une demande, une interrogation ou un constat) qui l'a conduit à créer la Fiche. Cet attribut est donc valué sous la forme d'une « longue » chaîne de caractères pour ne pas le contraindre en terme de nombre de caractères.
 - date&heure** : indique la date et l'heure de la création de l'instance de la classe l'Etat_initial.
- La classe Etat_initial a pour opérations (Figure III-17) :
 - Créer_état_initial** (créateur : Acteur, objet : chaîne de caractères) : Cette opération nécessite que l'attribut état de la classe Acteur ait la valeur créateur (l'identifiant de l'acteur est connu) et que l'attribut objet ait pour valeur une chaîne de caractères non-vide, pour créer une instance de la classe Etat_initial.

- **Créer_état_de_négociation** (émetteur : Acteur, dialogues : chaîne de caractères) : Cette opération implique que l'attribut état de la classe Acteur soit à l'état émetteur (l'identifiant de l'acteur est donc connu) et que l'attribut dialogues soit valué sous la forme d'une chaîne de caractères non-vide, pour créer une instance de la classe Etat_de_négociation. De plus, il faut que l'attribut état de la classe Etat_de_initial soit à l'état ouvert.
- **Créer_état_final** (valideur : Acteur, traitement : chaîne de caractères) : Cette opération exige un attribut état de la classe Acteur à l'état valideur (l'identifiant de l'Acteur est connu) et un attribut traitement valué par une chaîne de caractères non-vide, pour créer une instance de la classe Etat_final. De plus, l'attribut état de la classe Etat_initial doit être à l'état ouvert.

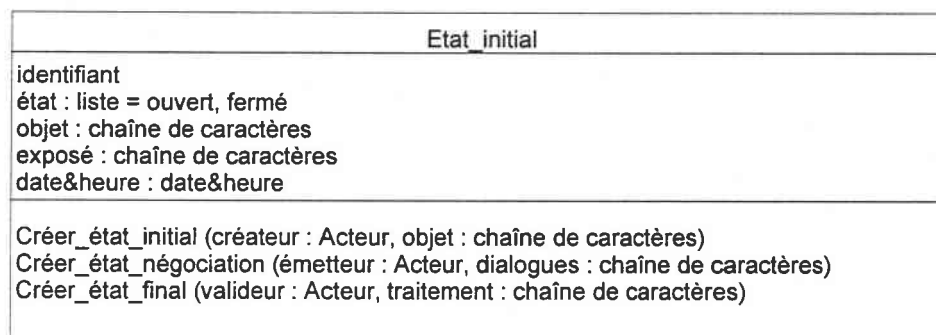


Figure III-17 : Représentation de la classe Etat_initial

- L'attribut état de la classe Etat_initial a pour diagramme états-transitions (Figure III-18) :

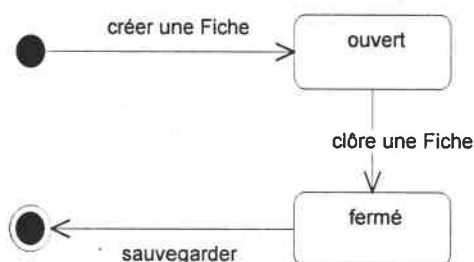


Figure III-18 : Diagramme états-transition de l'attribut état de la classe Etat_initial

- Les associations relatives à la classe Etat_initial sont (Figure III-19) :
 - Etat_initial<créer Fiche>Acteur : Une Fiche, matérialisée par une instance de la classe Etat_initial, doit être créée par un créateur.
 - Etat_initial<dialoguer>Acteur : Un paragraphe « dialogue » est représenté par une instance de la classe Etat_de_négociation et est référencé par une instance de la classe Etat_initial. Il doit être émis par un émetteur.
 - Etat_initial<clôre Fiche>Acteur : Un paragraphe « état final » est représenté par une instance de la classe Etat_final et est référencé par une instance de la classe Etat_initial. Il doit être émis par un valideur.
 - Etat_initial<lire Fiche>Acteur : Une Fiche, matérialisée par une instance de la classe Etat_initial, peut être lue par aucun ou plusieurs lecteurs.
 - Etat_initial<recevoir message d'alerte>Acteur : Un acteur peut envoyer aucun ou plusieurs messages d'alerte.
 - Etat_initial< >Contexte : Une instance de la classe Etat_initial fait référence à aucune ou une et une seule instance de la classe Contexte.

- Etat_initial < > Etat_de_négociation : Une instance de la classe Etat_initial peut faire référence à aucune ou plusieurs instances de la classe Etat_de_négociation.
- Etat_initial < > Etat_final : Une instance de la classe Etat_initial peut faire référence à aucune ou une instance de la classe Etat_final.

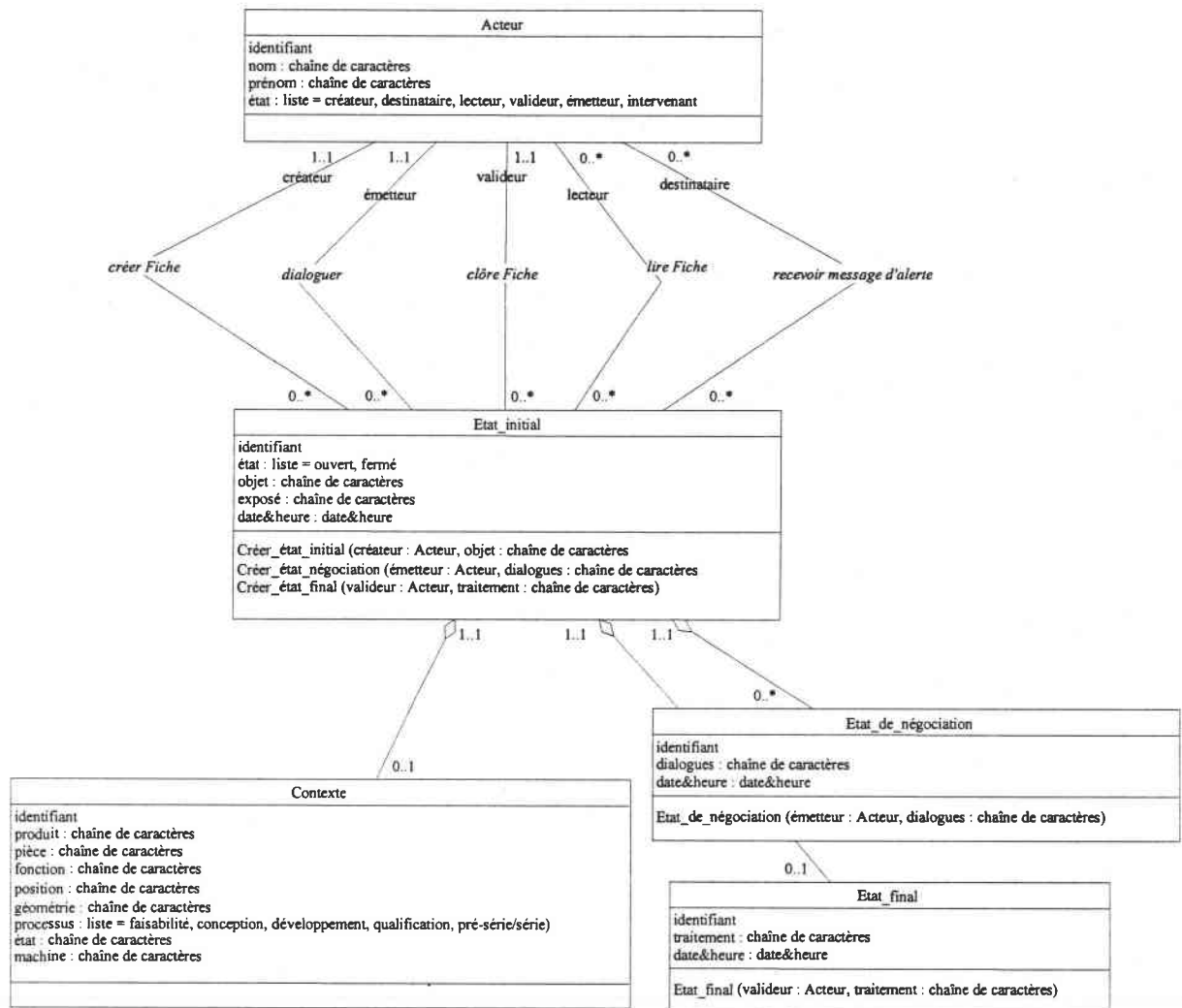


Figure III-19 : Diagramme de classes représentant les associations de la classe Etat_initial

III.6.3. Classe Etat_de_négociation

La classe Etat_de_négociation représente le paragraphe « état de négociation » qui est issu de la *Vue Coopération* et qui permet de modéliser les interactions entre les acteurs.

- La classe Etat_de_négociation a pour attributs (Figure III-20) :
 - **identifiant** : cet attribut à valeur unique permet d'identifier une et une seule instance de la classe Etat_de_négociation.
 - **dialogues** : donne la possibilité à un émetteur de s'exprimer en étant peu limité en nombre de caractères.
 - **date&heure** : identifie la date et l'heure de la création d'une instance de la classe Etat_de_négociation.

- la classe `Etat_de_négociation` a pour opération (Figure III-20) :
 - Etat_de_négociation (émetteur : Acteur, dialogues : chaîne de caractères)** : Cette opération réclame un attribut état de la classe `Acteur` à l'état émetteur (l'identifiant de l'acteur est connu) et un attribut `dialogues` valué sous forme d'une chaîne de caractères non-vide, pour créer une instance de la classe `Etat_de_négociation`. De plus, il faut que l'attribut état de la classe `Etat_initial` soit à l'état ouvert.

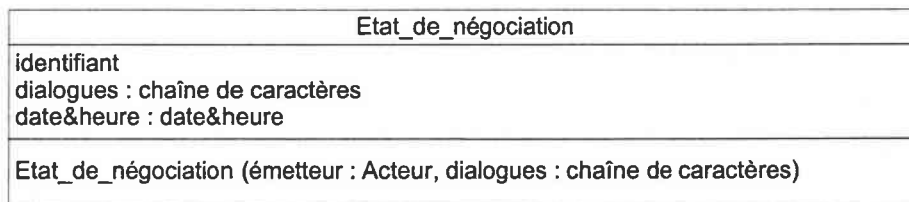


Figure III-20 : Représentation de la classe `Etat_de_négociation`

- L'association relative à la classe `Etat_initial` est (Figure III-21) :
 - `Etat_de_négociation < > Etat_initial` : une instance de la classe `Etat_de_négociation` doit faire référence à une instance de la classe `Etat_initial`.

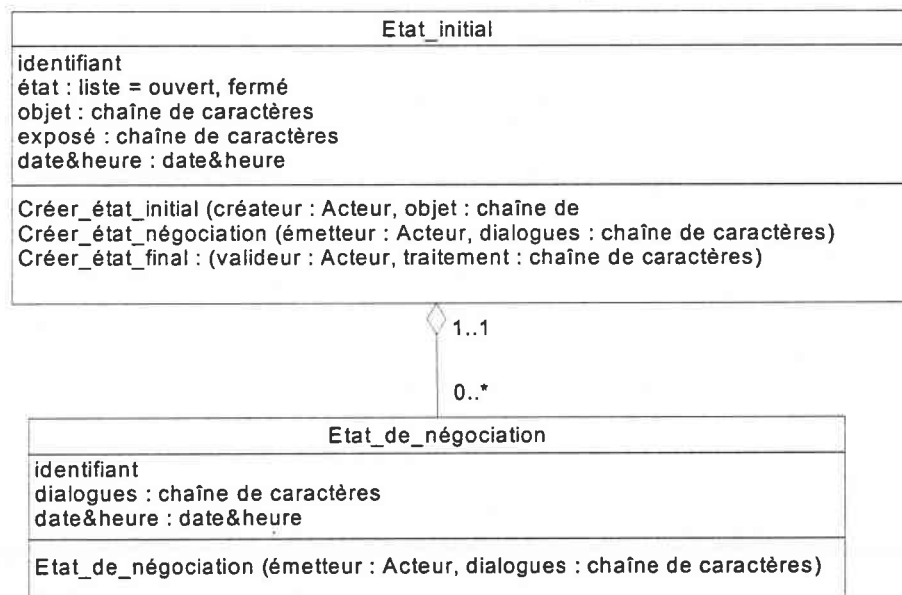


Figure III-21 : Diagramme de classes représentant l'association relative à la classe `Etat_de_négociation`

III.6.4. Classe `Etat_final`

La classe `Etat_final` représente le paragraphe « état final » issu de la *Vue Coopération* modélisant les interactions entre les acteurs.

- La classe `Etat_final` a pour attributs (Figure III-22) :
 - identifiant** : cet attribut à valeur unique permet d'identifier une et une seule instance de la classe `Etat_final`.
 - traitement** : donne la possibilité à un valideur d'inscrire sa décision en étant peu contraint par le nombre de caractères.
 - date&heure** : identifie la date et l'heure de la création d'une instance de la classe `Etat_final`.

- La classe Etat_final a pour opération (Figure III-22) :
 - Etat_final (valideur : Acteur, dialogues : chaîne de caractères)** : Cette opération nécessite un attribut état de la classe Acteur à un état valideur (l'identifiant de l'acteur est connu) et un attribut traitement dont la valuation se fait par une chaîne de caractères non-vide, pour créer une instance de la classe Etat_final.

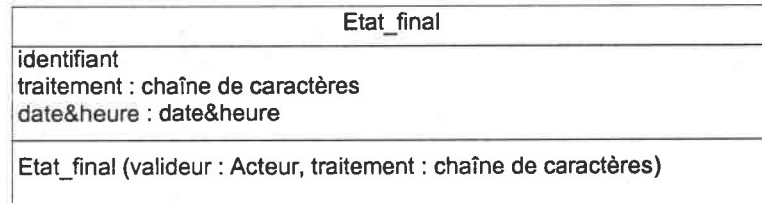


Figure III-22 : Représentation de la classe Etat_final

- L'association relative à la classe Etat_initial est (Figure III-23) :
 - Etat_final <> Etat_initial : Une instance de la classe Etat_final doit faire référence à une instance de la classe Etat_initial.

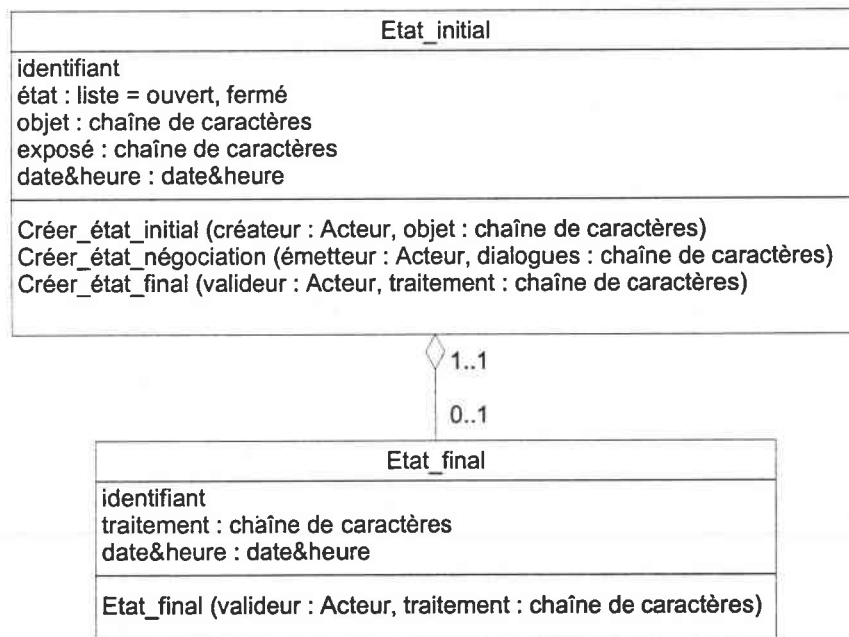


Figure III-23 : Diagramme de classes représentant l'association relative à la classe Etat_final

III.6.5. Classe Contexte

La classe Contexte représente le paragraphe « contexte » et les attributs représentent les champs prédéfinis symbolisant les informations contextuelles identifiées à la section II.4.1.

- La classe Contexte a pour attributs (Figure III-24) :
 - identifiant** : Cet attribut, à valeur unique, identifie une et une seule instance de la classe Contexte.
 - produit** : représente l'identifiant du produit auquel se rapporte la Fiche.
 - pièce** : désigne l'identifiant de la pièce dont il est question dans la Fiche.
 - fonction** : spécifie la fonction concernée par la Fiche.
 - position** : indique la position géométrique du produit ou de la pièce dans le contexte

de la Fiche.

- **géométrie** : décrit la géométrie d'une partie du produit ou de la pièce.
- **état** : identifie l'état de la facette dynamique du modèle de produit ou de la pièce.
- **processus** : liste = **faisabilité, conception, développement, qualification, pré-série/série** : indique la phase du processus concernée dans le contexte de la Fiche. Cet attribut est de type liste et peut prendre les valeurs faisabilité, conception, développement, qualification, pré-série/série. Il est possible de descendre à des niveaux de granularité plus fin, en fonction du contexte. Pour cela, il est nécessaire de définir d'autres attributs.
- **machine** : identifie la machine impliquée dans le contexte de la Fiche.

Contexte
identifiant produit : chaîne de caractères pièce : chaîne de caractères fonction : chaîne de caractères position : chaîne de caractères géométrie : chaîne de caractères processus : liste = faisabilité, conception, développement, qualification, pré-série/série état : chaîne de caractères machine : chaîne de caractères

Figure III-24 : Représentation graphique de la classe Contexte

- L'association relative à la classe Contexte est (Figure III-25) :
 - Contexte < > Etat_initial : Une instance de la classe Contexte peut faire référence à une ou plusieurs instances de la classe Etat_initial.

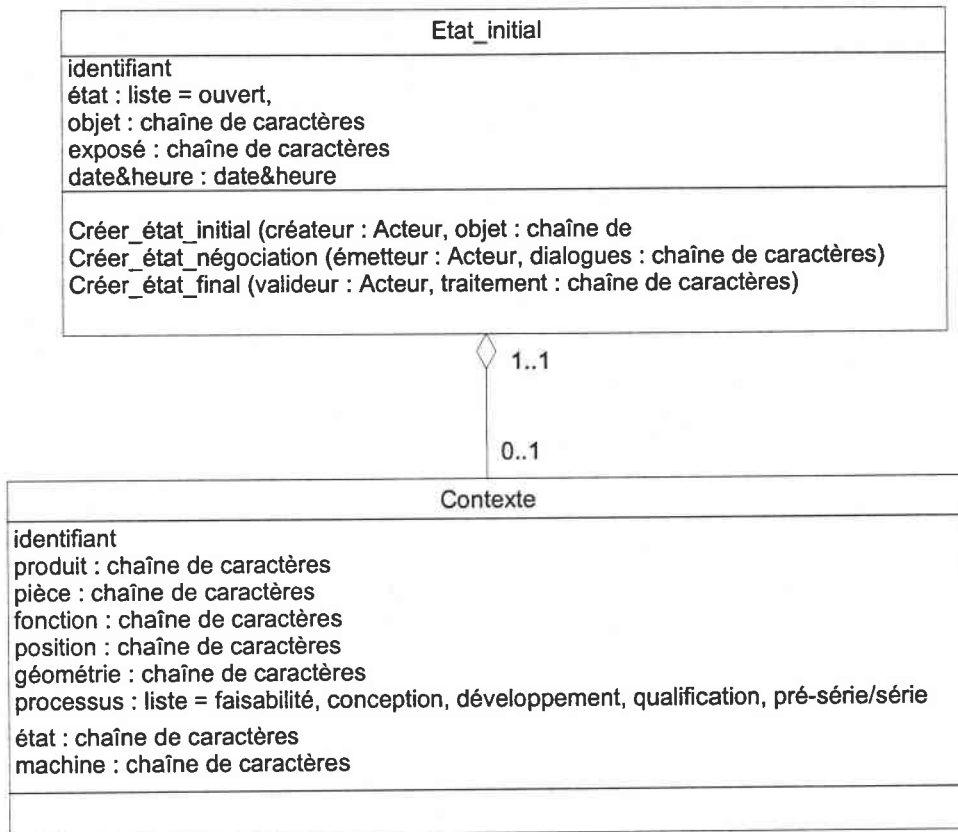


Figure III-25 : Diagramme de classes représentant les associations relatives à la classe Contexte

III.6.6. Classe Dictionnaire

La classe Dictionnaire fait référence aux différentes instances de toutes les classes de cette modélisation du logiciel M.I.C.A. (Figure III-26). Elle a pour objectif d'effectuer des recherches sur critères. Une recherche sur critères peut être décrite fonctionnellement de la manière suivante :

‘Lorsqu’un acteur désire avoir des renseignements sur un thème, celui-ci doit choisir un critère (une chaîne de caractères) ou une combinaison de critères (exemple de combinaison : critère1 et (critère2 ou critère3)) susceptibles d’être présents parmi les chaînes de caractères utilisées pour aborder le thème. Ensuite, il demande à une application informatique de rechercher les documents ou les extraits de documents contenant le ou les critères.’

Dans le cas de M.I.C.A. une recherche sur le ou les critères peut être effectuée à partir des champs prédéfinis. Ceux-ci sont une matérialisation de certains attributs tels que :

- Les attributs de la classe Acteur : identifiant, nom, prénom et état.
- Les attributs de la classe Etat_initial : identifiant, état et date&heure,
- Les attributs de la classe Etat_de_négociation : date&heure,
- Les attributs de la classe Etat_final : date&heure,
- Les attributs de la classe Contexte : produit, pièce, fonction, position, géométrie, processus, état et machine,

Par exemple, il est possible de rassembler toutes les Fiches dont l'attribut état de la classe Etat_initial est à l'état ouvert et dont l'attribut produit contient le mot « piston » afin de constituer un état d'avancement avec les *INS* contenues dans M.I.C.A.

Cependant, les champs prédéfinis ne contiennent pas toutes les chaînes de caractères caractérisant un domaine car la majorité d'entre elles est contenue dans les champs libres. Il est aussi possible d'effectuer une recherche sur critères sur les champs libres de M.I.C.A.

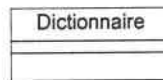


Figure III-26 : Représentation graphique de la classe Dictionnaire

III.6.7. Classe Liste_acteurs

La classe Liste_acteurs référence l'ensemble des intervenants dans l'objectif d'effectuer des contrôles d'accès en lecture et en écriture lors des différents cas d'utilisation : créer Fiche, clore Fiche et dialoguer (Figure III-27).

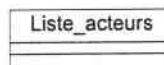


Figure III-27 : Représentation graphique de la classe Liste_acteurs

III.7. Diagramme de l'ensemble des classes

Les différents diagrammes de classes des classes Acteur, Etat_initial, Etat_de_négociation, Etat_final, Contexte, Liste_acteurs et Dictionnaire constituent le diagramme de classes représentant la vue logique du logiciel M.I.C.A (Figure III-28).

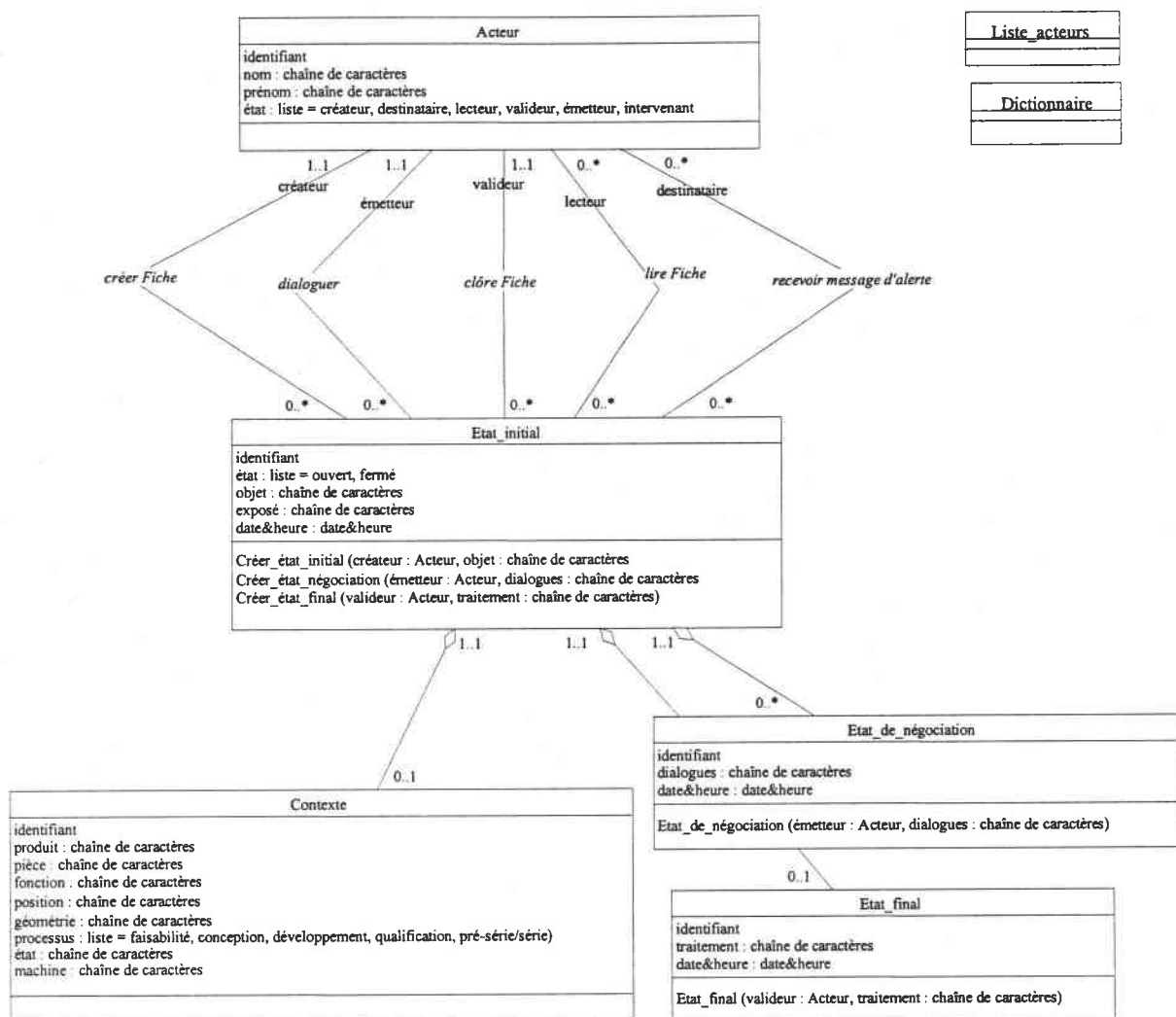


Figure III-28 : Diagramme de classes de l'outil de communication M.I.C.A.

III.8. Cas d'utilisation

Les cinq cas d'utilisation identifiés précédemment : créer Fiche, dialoguer, clore Fiche, lire Fiche et rechercher information seront décrits par un diagramme de séquences associé à un diagramme logique (le diagramme logique est simplifié, les attributs et les opérations ne sont pas mentionnés).

III.8.1. Créer Fiche

Dans ce cas d'utilisation, le créateur appelle une Fiche vierge, la renseigne (paragraphes « état initial » + « contexte »), choisit ou non un ou plusieurs destinataires puis valide la création de la Fiche. Celle-ci passe à l'état ouvert et un message d'alerte est envoyé ou non à un ou plusieurs destinataires.

- Vue Processus (Figure III-29)

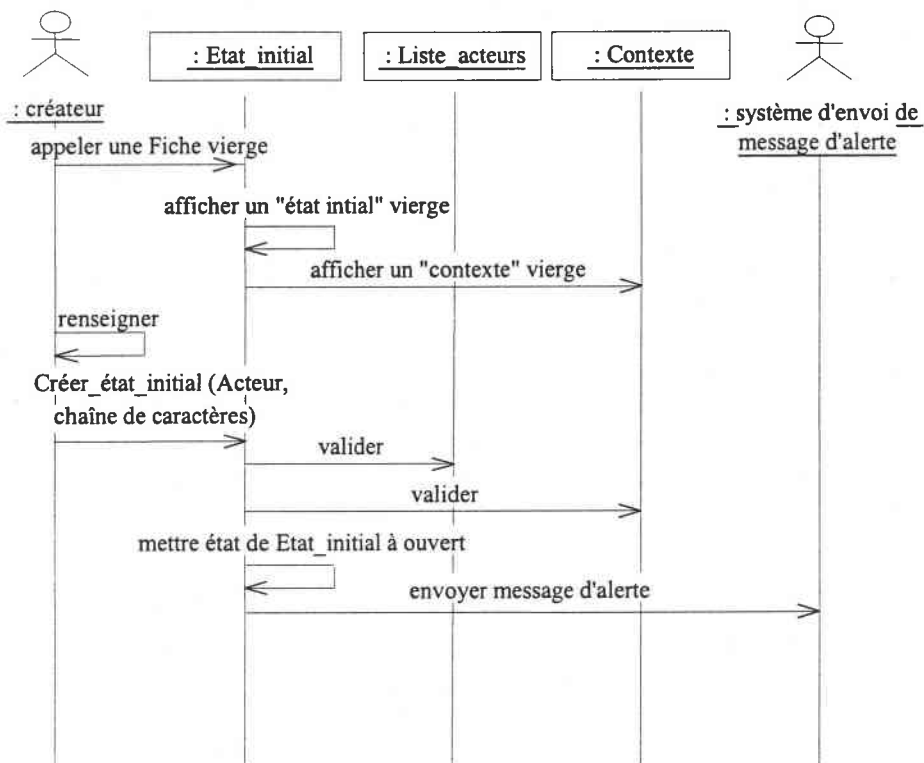


Figure III-29 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation créer Fiche

- Vue logique (Figure III-30)

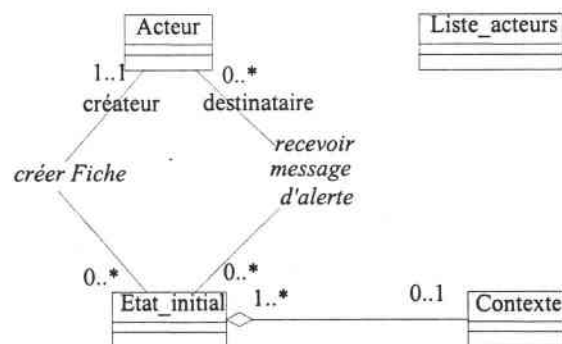


Figure III-30 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation créer Fiche

III.8.2. Dialoguer

Dans ce cas d'utilisation, un émetteur appelle les paragraphes « état de négociation » et « contexte », les renseigne choisit ou non un ou plusieurs destinataires puis valide son dialogue. Un message d'alerte est envoyé ou non à un ou des destinataires.

- Vue processus (Figure III-31)

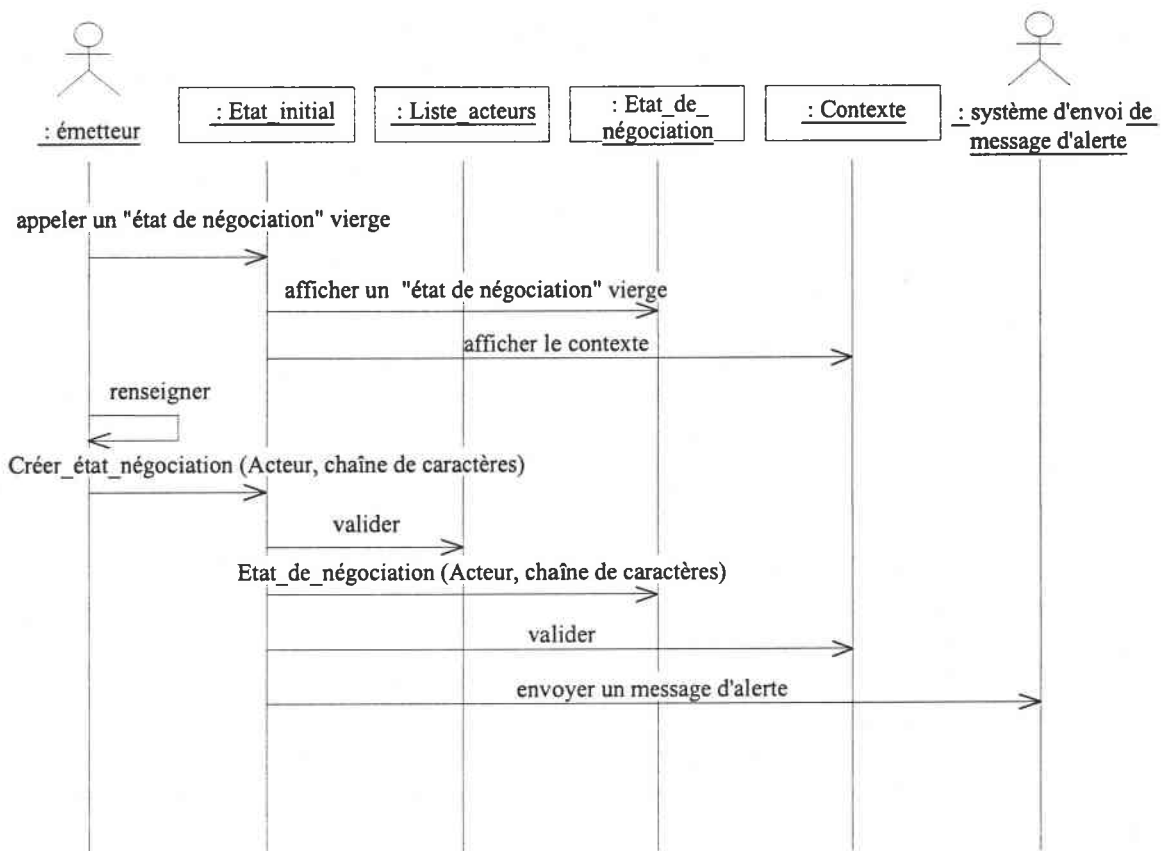


Figure III-31 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation dialoguer

- Vue logique (Figure III-32)

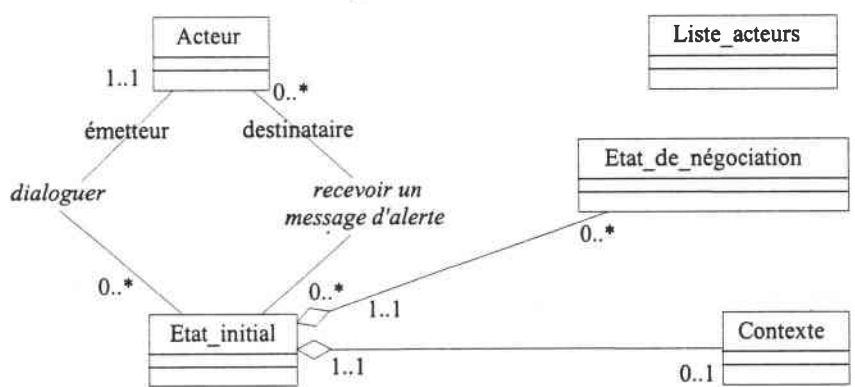


Figure III-32 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation dialoguer

III.8.3. Clore Fiche

Dans ce cas d'utilisation, un valideur qui a été désigné comme tel, appelle les paragraphes « état final » et « contexte », les renseigne, choisit ou non un ou plusieurs destinataires puis valide. Un message d'alerte est envoyé ou non à un ou des destinataires.

- Vue processus (Figure III-33)

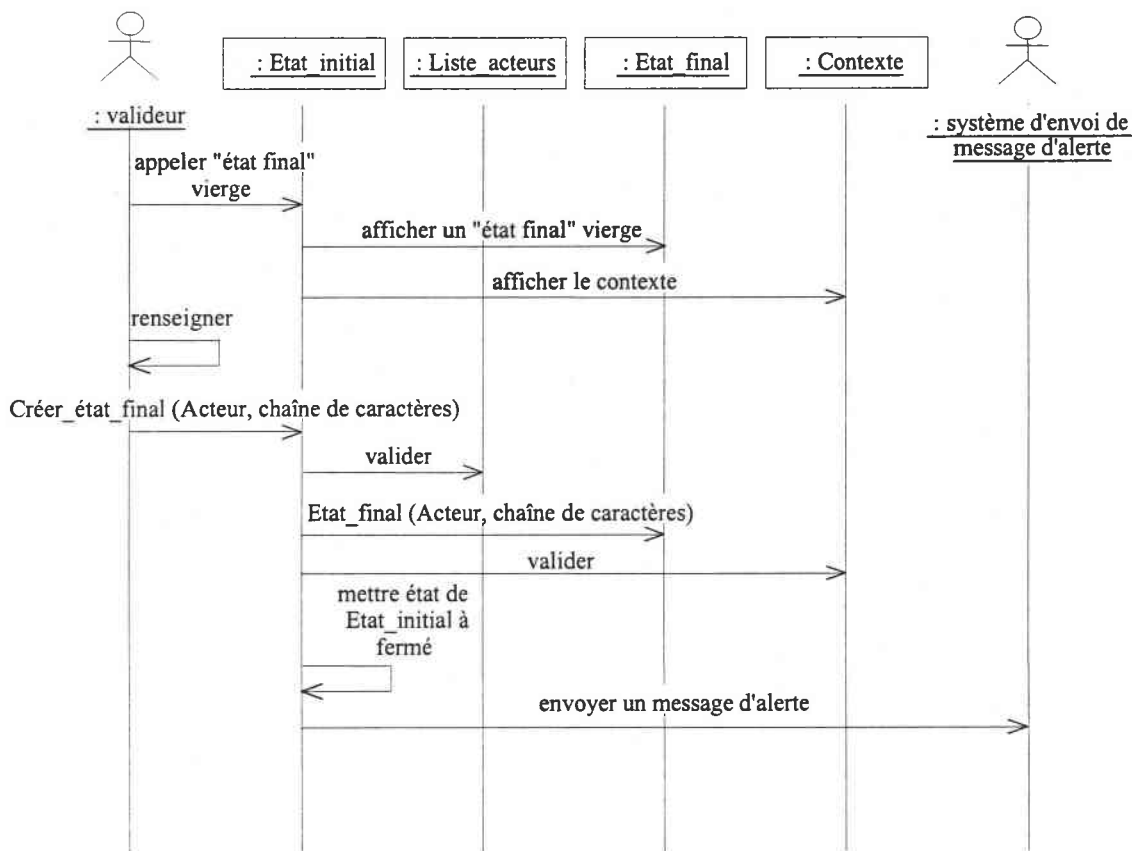


Figure III-33 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation clore Fiche

- Vue logique (Figure III-34)

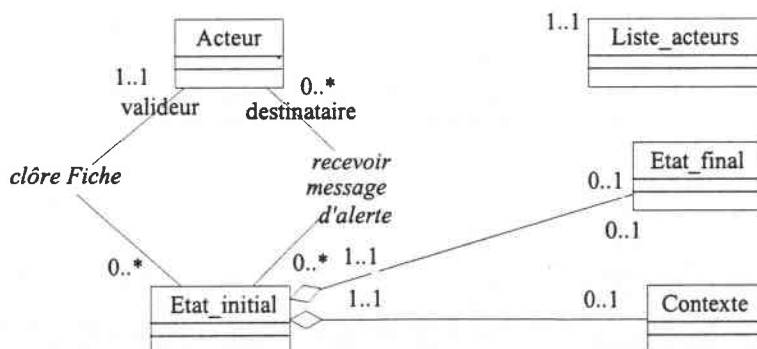


Figure III-34 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation clore Fiche

III.8.4. Lire Fiche

Dans ce cas d'utilisation, un lecteur appelle une Fiche matérialisée par les paragraphes « état initial », « état de négociation », « état final » et « contexte » et lit la Fiche.

- Vue processus (Figure III-35)

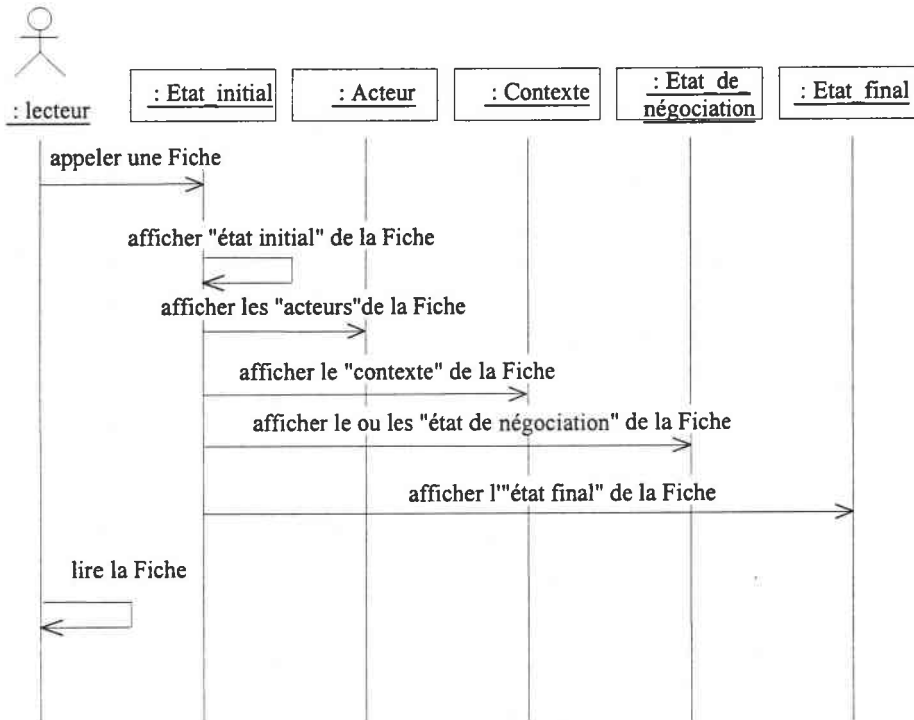


Figure III-35 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation lire Fiche

- Vue logique (Figure III-36)

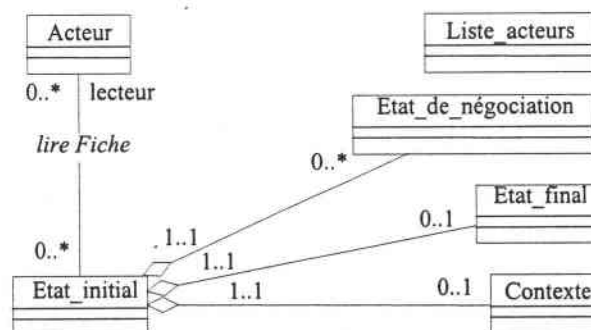


Figure III-36 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation lire Fiche :

III.8.5. Rechercher information

Dans le cas d'utilisation rechercher information, un lecteur appelle des critères vierges, les renseigne et lit les résultats de la recherche.

- Vue processus (Figure III-37)

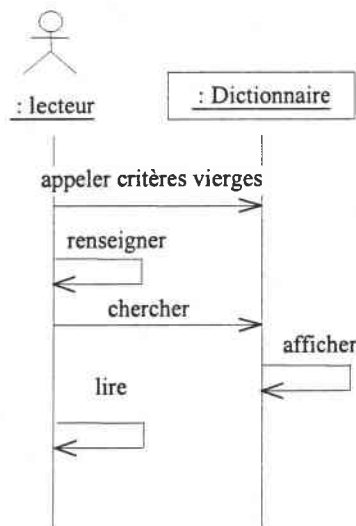


Figure III-37 : Diagramme de séquences représentant le cas d'utilisation rechercher information

- Vue logique (Figure III-38)

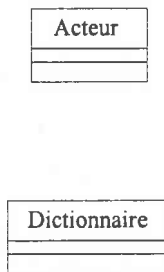


Figure III-38 : Diagramme de classes représentant le cas d'utilisation rechercher information

III.9. Scénario d'utilisation

Pour illustrer l'utilisation du logiciel M.I.C.A. en tant que moyen de communication destiné à favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée, nous optons pour un scénario basé sur trois cas d'utilisation : créer Fiche (Figure III-39), dialoguer (Figure III-40) et clore Fiche (Figure III-41).

- Cas d'utilisation : créer Fiche (Figure III-39) :
Lorsqu'un créateur souhaite envoyer et/ou tracer une information (une question, un constat ou une demande), il crée une Fiche. Il a alors à sa disposition le paragraphe « contexte » et le paragraphe « état initial » composé de champs prédéfinis limités en nombre de caractères et d'un champ libre peu limité en nombre de caractères (plus de 10000 caractères).
Dans le scénario que nous proposons, la Figure III-39 illustre la création d'une Fiche par une personne de la Fabrication qui demande à une personne du Bureau d'Etudes

quel ressort il doit monter sur le produit piston. Pour cela, elle utilise les paragraphes « contexte » et « état initial ».

Interface d'une Fiche de M.I.C.A.					
Contexte:	produit	piston	pièce	ressort	
	processus		fonction		
	position		géométrie		
	état		machine		
Etat initial:	créateur	Fabrication	destinataire	B.E.	date 10/02/99
n° 188	objet	diamètre du ressort			heure 10 : 00
état ouvert	exposé	Dois-je monter le ressort de diamètre 8mm ou le ressort de diamètre 9 mm ?			
Etat de négociation:	émetteur		destinataire		date
n° /	dialogues				heure
suivant précédent					
Etat final:	valideur		destinataire		date
	traitement				heure

Figure III-39 : Exemple de paragraphes « état initial » et « contexte »

- Cas d'utilisation : dialoguer (Figure III-40) :

Tous les intervenants peuvent lire la Fiche et émettre un dialogue en inscrivant des informations dans les paragraphes « contexte » et « état de négociation ». Pour chaque intervention, un émetteur bénéficie d'un paragraphe « état de négociation » vierge, composé de champs prédéfinis et d'un champ libre. La navigation entre les interventions du paragraphe « état de négociation » s'effectue grâce à des boutons « suivant » / « précédent ».

Notre scénario illustre par la Figure III-40 le cas d'utilisation dialoguer à partir de la Fiche créée dans le cas d'utilisation créer Fiche (Figure III-39). Dans la première illustration de la Fiche (Figure III-40a), la personne du Bureau d'Etudes, qui n'a pas suffisamment d'éléments pour répondre à la question de la personne de la Fabrication, demande alors à une personne des Essais, si les essais sur les ressorts ont été effectués. Pour ce faire, il emploie le paragraphe « état de négociation ». Dans la deuxième illustration de cette même Fiche (Figure III-40b), la personne des Essais répond à celle du Bureau d'Etudes en rajoutant une intervention dans le même paragraphe « état de négociation ». Puis dans la troisième illustration (Figure III-40c), la personne du Bureau d'Etudes prend position et répond à la personne de la Fabrication en rajoutant elle-aussi une intervention dans le paragraphe « état de négociation ». Dans cette phase de négociation, ils ont tous eu la possibilité de compléter le paragraphe « contexte ».

Interface d'une Fiche de M.I.C.A.							
Contexte:	produit	piston	pièce	ressort			
	processus		fonction	ressort de rappel			
	position		géométrie				
	état		machine				
Etat initial: n° 188 état ouvert	créateur	Fabrication	destinataire	B.E.	date	10/02/99	
	objet	diamètre du ressort				heure	10 : 00
	exposé	Dois-je monter le ressort de diamètre 8mm ou le ressort de diamètre 9 mm ?					
Etat de négociation: n° 1 / 1 suivant précédent	émetteur	B.E.	destinataire	Essais	date	10/02/99	
	dialogues	A-t-on réalisé les essais de ressorts en compression?				heure	14 : 00
Etat final:	valideur		destinataire		date		
	traitement					heure	

Figure III-40a : Exemple de paragraphe « Dialogues »

Interface d'une Fiche de M.I.C.A.							
Contexte:	produit	piston	pièce	ressort			
	processus		fonction				
	position		géométrie				
	état		machine				
Etat initial: n° 188 état ouvert	créateur	Fabrication	destinataire	B.E.	date	10/02/99	
	objet	diamètre du ressort				heure	10 : 00
	exposé	Dois-je monter le ressort de diamètre 8mm ou le ressort de diamètre 9 mm ?					
Etat de négociation: n° 2 / 2 suivant précédent	émetteur	Essais	destinataire	B.E.	date	10/02/99	
	dialogues	Sous une pression de 100 N :
- le ressort de diamètre 8 mm fait 8,2 mm de diamètre
- le ressort de diamètre 9 mm fait 9,5 mm de diamètre				heure	16 : 00
Etat final:	valideur		destinataire		date		
	traitement					heure	

Figure III-40b : Exemple de paragraphe « Dialogues »

Interface d'une Fiche de M.I.C.A.					
Contexte:		produit	piston	pièce	ressort
		processus		fonction	
		position		géométrie	
		état		machine	
Etat initial:		créateur	Fabrication	destinataire	B.E.
n°	188	objet	diamètre du ressort		date
état	ouvert	exposé	Dois-je monter le ressort de diamètre 8mm ou le ressort de diamètre 9 mm ?		heure
					10/02/99
Etat de négociation:		émetteur	B.E.	destinataire	Fabrication
n°	3 / 3	dialogues	Il faut monter le ressort de diamètre 8 mm car le ressort de diamètre 9 mm risque de frotter dans la chambre (9,5mm sous 100N).		date
					heure
					11/02/99
					08 : 00
Etat final:		valideur		destinataire	
		traitement			date
					heure

Figure III-40c : Exemple de paragraphe « Dialogues »

- Cas d'utilisation : clôt Fiche (Figure III-41) :
 Enfin une personne de l'Equipe-Intégrée, qui a été désignée comme valideur, notifie sa décision dans le paragraphe « état final » et clôt ainsi la négociation déclenchée dans le paragraphe « état initial ».
 Dans notre contexte d'une Equipe-Intégrée d'une vingtaine de personnes, il a été décidé que le Responsable-Produit était le seul valideur. Ainsi, il est informé de toutes les décisions qui concernent le produit dont il a la charge. Le valideur prend donc position et inscrit sa décision dans le paragraphe « état final » et peut compléter le paragraphe « contexte ».

Interface d'une Fiche de M.I.C.A.					
Contexte:		produit	piston	pièce	ressort
		processus		fonction	
		position	tige rentrée	géométrie	
		état		machine	
Etat initial:		créateur	Fabrication	destinataire	B.E.
n° 188		objet	diamètre du ressort		
état fermé		exposé	Dois-je monter le ressort de diamètre 8mm ou le ressort de diamètre 9 mm ?		
Etat de négociation:		émetteur	B.E.	destinataire	Fabrication
n° 3 / 3		dialogues	Il faut monter le ressort de diamètre 8 mm car le ressort de diamètre 9 mm risque de frotter dans la chambre (9,5mm sous 100N).		
suivant	précédent			date	11/02/99
				heure	08 : 00
Etat final:		valideur	Responsable-Produit	destinataire	
		traitement	Il faut monter le ressort de 8mm.		
				date	11/02/99
				heure	14 : 00

Figure III-41 : Exemple de paragraphe « état final »

III.10. Retour d'expériences sur l'expérimentation de M.I.C.A. et paradoxes soulevés

Sur la base du cahier des charges du logiciel M.I.C.A., un prototype a été développé avec le langage de programmation SQL-Windows par le service informatique de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux - les Mureaux, il fonctionne en application client-serveur. Nous l'avons nommé lui aussi M.I.C.A. pour « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale ». Nous avons choisi comme terrain d'expérimentation l'Equipe-Intégrée d'une vingtaine de Responsables-Métiers constituant notre contexte d'études.

Lors de l'expérimentation, nous n'avons pas souhaité contraindre les utilisateurs, ni en terme de procédure d'emploi, ni en terme d'obligation d'utilisation, afin qu'ils puissent utiliser ce nouvel outil de communication en fonction de leurs besoins.

Accompagnés d'une stagiaire en D.E.S.S. (Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées) en psychologie du travail et ergonomie des logiciels de l'Université de Metz, nous avons étudié pendant plus de six mois les conséquences, les interrogations, les réactions et les paradoxes engendrés par l'implantation de ce nouvel outil de communication.

L'écrit/l'oral, l'implicite/l'explicite, le commun/le singulier... autant de distinctions linguistiques que toute personne est susceptible de percevoir. Mais, dans le logiciel M.I.C.A. la frontière n'est plus aussi rigide.

III.10.1. L'écrit / L'oral

Le logiciel M.I.C.A. donne la possibilité de transmettre des *INS* concernant un produit. Actuellement, une partie de ces informations est émise oralement (face à face, téléphone, etc.) favorisant ainsi le rapport direct avec son correspondant. La communication verbale ne se définit pas uniquement par son aspect de rapidité, mais également par l'impact des indices de contextualisation voco-prosodiques (ensemble des phénomènes d'intonation d'une langue) et aux spécificités de la situation de travail. Au travers des intonations, du débit, de la force illocutoire, du tour de parole, etc. les personnes en situation de communication apportent des indices sur leur situation de travail ainsi que sur leur propre état émotionnel. « Si l'on se réfère en effet à la part qu'occupent aujourd'hui le téléphone et la radiotéléphonie dans la vie industrielle, commerciale, tout comme dans la vie privée (...), on peut supposer que ce mode d'échanges permet l'identification de suffisamment d'indices non textuels pour définir la situation et contextualiser les énoncés sans que cela entraîne plus d'ambiguïté qu'une situation de face-à-face ordinaire» [Connexion 95]. En d'autres termes, lorsque la personne se trouve en situation téléphonique, tout un contexte implicite est fourni à l'interlocuteur par la prosodie de l'émetteur. L'inconvénient de ce procédé est qu'aucune trace ne persiste pour définir les résultats et le déroulement de la conversation.

L'un des objectifs de l'approche M.I.C.A. est de relayer, voire de suppléer la communication orale pour avoir un suivi partiel de l'avancement des produits en fonction de l'avancement de chaque personne. Or, comme le souligne le paragraphe précédent, le contexte interlocutoire donne des éléments implicites sur la situation individuelle. Le passage de l'oral à l'écrit engendre une perte quant au ressenti de la personne. Comment l'utilisateur peut-il indiquer l'impact sur l'individu et/ou sur le groupe de la situation dans laquelle il se trouve ?

Le seul indice possible se situe au niveau de la tournure de phrase employée par l'émetteur et par des champs prédéfinis tels que l'urgence, problème bloquant ou non, etc. Est-ce réellement suffisant pour que le destinataire perçoive dans le message une retranscription exacte de la situation individuelle de l'émetteur ? Comment définir l'impact et le ressenti d'une situation auprès d'une personne en sachant que ces critères relèvent d'une appréciation purement individuelle ? Comment une personne peut-elle voir la situation particulière lorsqu'elle est complètement impliquée dans cette même situation ?

Actuellement, sans le logiciel M.I.C.A. les personnes s'installent dans une configuration communicationnelle très complexe : entre besoins collectif / individuel, ponctuel / fréquent et formel / informel. Toute cette organisation demande une anticipation individuelle très importante car tout problème rencontré peut engendrer des répercussions sur le travail individuel. Bien que l'approche M.I.C.A. pose le paradoxe de l'écrit et de l'oral au niveau individuel et génère ainsi un frein à son utilisation, celui-ci devrait donc s'atténuer par l'observation individuelle des gains en anticipations hasardeuses dues aux phénomènes de "rumeurs".

III.10.2. L'implicite / L'explicite

"Les échanges implicites et indirects sont souvent plus importants que les communications explicites." [Connexion 94]. Avec l'approche M.I.C.A. l'individu se trouve-t-il dans l'implicite ou/et dans l'explicite ? M.I.C.A. permet de mettre en lien les personnes et non de donner une vision définitive à la situation d'avancement du produit. Avec l'approche M.I.C.A., la communication se situe à un autre degré puisqu'elle devient écrite. La culture actuelle donne une forme de hiérarchisation de l'importance de l'information par le mode d'émission. Ainsi, le verbal s'associe à une notion de peu d'importance, contrairement à l'écrit

qui donne un poids administratif et contractuel aux informations émises. Le logiciel M.I.C.A. déroge à cette distinction en donnant la possibilité d'écrire des informations informelles. Une des problématiques rencontrées par les utilisateurs concerne ce que les personnes doivent écrire dans le logiciel M.I.C.A. : Est-ce la "vérité du moment" ou doit-on avoir confirmation de l'information avant de la transmettre sur le logiciel M.I.C.A. ? Cette question rappelle le discernement fait entre ce que doit être l'écrit (le certain) et ce que doit être l'oral (non-vérifié).

Cette réflexion laisse la place à un autre questionnement : Volonté de mettre la "vérité à long terme" ou peur de remarques sur les informations (vraies ou fausses) émises ? En effet, la personne en émettant un message avec des informations ou des questions, laisse place à la "critique" ouverte sur son travail et sur ses réflexions par l'autre. Elle peut se sentir jugée par ses pairs sur elle-même et son travail et cela sans en avoir de retour. Autant un courrier est adressé à une ou plusieurs personnes, autant l'écrit dans M.I.C.A. peut être lu par toute l'Equipe-Intégrée et ce sur un long terme. Il est possible alors de rattacher le message d'une personne à l'avancé du produit dans sa globalité. Toutes les erreurs peuvent être alors soulignées.

Ce raisonnement peut paraître poussé à son extrême, mais il est certain qu'un tel outil peut provoquer des comportements s'apparentant à la « paranoïa ».

III.10.3. Le commun / Le singulier

« Le paradoxe de la communication est qu'elle suppose un médium commun, mais qui ne réussit qu'en suscitant et en ressuscitant des expériences singulières, c'est à dire socialement marquées. (...) Le mot du dictionnaire n'a aucune existence sociale. (...) Les différents sens d'un mot se définissent dans la relation entre le noyau invariant et la logique spécifique des différents marchés » [Bourdieu 82]. Ces remarques de Bourdieu sur le mot dans la communication renvoient à la dernière question faite dans le paragraphe précédent : Quel sens la personne peut-elle donner à la notion d'urgence ? En effet, ce mot possède un sens commun minime. Dans un dictionnaire [Larousse 93], la définition de ce terme est : "qui ne peut être différé, qui doit être fait, décidé, etc., sans délai". La personne peut définir une situation urgente dans son travail mais plus difficilement au collectif.

Mais plus encore, non seulement un mot recouvre divers sens mais chaque mot possède au moins un synonyme. En effet, les personnes utilisent tel ou tel terme pour désigner une situation, un événement, une pièce, un produit en fonction de la culture linguistique admise par le groupe. Ce phénomène est repérable lors de l'utilisation de M.I.C.A. avec les recherches sur critères. Deux exemples ont pu être repérés lors de l'étude de l'utilisation de M.I.C.A.

Dans le premier exemple, il s'agit d'une utilisation de termes anglophones pour désigner soit un produit soit une technique. Si cette utilisation de termes anglais était effectivement présente dans tous les services concernés par le produit, il n'y aurait aucune perturbation quant à la compréhension du message. Or, certaines personnes n'ont pu faire d'association avec un terme français. Elles se trouvaient alors en situation d'incompréhension du message.

Dans un deuxième exemple, le problème se situe au niveau du référentiel linguistique pour la désignation des pièces (Figure III-42). Suivant l'appartenance à un certain service, les personnes désignent la pièce par sa référence, son numéro de série ou par le nom du programme qui se rattache à cette pièce. En effet, la pièce passe par différents stades et n'obtient son nom finalisé qu'en fin de parcours.

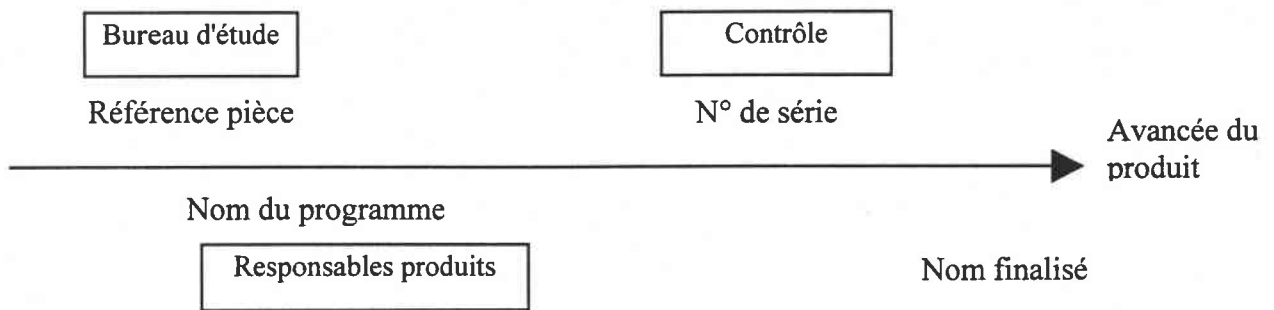


Figure III-42 : Evolution de la désignation de la pièce

Dans ces deux exemples, le "médium commun" ou le vocabulaire partagé se limite à des sous-groupes d'utilisateurs. Ce problème linguistique engendre une déperdition de l'information pouvant engendrer un frein dans l'utilisation de M.I.C.A. Pour palier à ce phénomène, il faudrait mettre une forme de normalisation de l'écrit en accord avec toute l'Equipe-Intégrée. Dans ce cadre, le logiciel M.I.C.A. pourrait participer à la mise en place de termes partagés.

III.10.4. Conclusion sur les paradoxes de M.I.C.A.

Lors du passage d'une communication verbale à une communication écrite, les personnes sortent du contexte de la communication. Un vocabulaire partagé et une représentation commune sont du domaine du mythe et de l'idéal, d'autant plus que les personnes appartiennent à des groupes et des corps de métiers distincts. A l'écrit, la communication est figée et ne laisse pas la place à un questionnement sur le sens exact des termes. Par contre, ce réajustage sur la signification des termes peut se faire par une communication informelle orale ou sur M.I.C.A. Car M.I.C.A. donne la possibilité de tisser des liens entre les personnes. Ainsi, l'utilisation de M.I.C.A. rassemblerait les individus autour d'emploi de termes communs et donnerait un sentiment d'appartenance aux utilisateurs. Mais avant d'atteindre un tel effet secondaire, le flou dans l'utilisation des termes engendre un frein dans la manipulation de l'outil de communication M.I.C.A. Les personnes ont besoins de définir avec exactitude les limites du groupe et des individus qui le composent. Une période de "tâtonnement" et d'incertitude est donc nécessaire. Le paradoxe de M.I.C.A. est alors que ses freins d'utilisations actuels seront des liens entre les individus dans le futur.

III.10.5. M.I.C.A. : extraction du savoir ?

M.I.C.A. est à la fois construit sur la base du court terme par son aspect de messagerie et du long terme par son aspect de capitalisation. Comment les personnes peuvent elles appréhender l'utilisation future d'un logiciel en ayant des doutes de leur propre avenir ?

Outre les facteurs organisationnels, la structure même de M.I.C.A. peut engager l'individu dans un processus de suspicion face à une utilisation détournée des fonctionnalités du logiciel. Tout est visible, tout peut être perçu, même l'erreur et l'incertitude. Plus encore, dans M.I.C.A. l'individu communique ses problèmes au groupe. Comment peut-il faire confiance quant à l'utilisation de ces informations si un problème émerge avec sa hiérarchie ? Nouveau moyen de sanction ? Ce questionnement, tout utilisateur peut le créer. Vision quelque peu noire, mais dans des cas d'insécurité, la personne peut entrer dans un processus de suspicion.

III.10.6. La structuration du travail collectif

Croire que la coopération inter-service est entière serait utopique. Par un phénomène de sectorisation à la fois géographique et hiérarchique, les Responsables-Métiers se trouvent partagés entre leur service d'origine et le Responsable-Produit lors de la remontée d'informations sur un événement. Aussi, il n'existe pas d'identification du groupe rassemblant la totalité des individus travaillant sur un même projet. L'identité se crée en intra-service. Un logiciel comme M.I.C.A. pose le problème de la notion d'un réel collectif de travail. Est-ce que toutes les personnes seront prêtes à former un système de coopération pour informer et prévoir?

A cette question il semblerait hasardeux de répondre par l'affirmatif, il est clair qu'une forme de suspicion face à l'autre persiste. L'inconnu fait toujours "peur" et plus encore lorsque des sous-groupes d'appartenance se forme. Si les utilisateurs de M.I.C.A. ne se connaissent pas tous, alors comment pourrait-il se créer des relations de confiance ? La confiance ne s'acquiert qu'en laissant aux personnes la possibilité de se rencontrer.

III.10.7. Le pouvoir individuel

« Le freinage n'est pas un blocage affectif, il peut être une stratégie efficace » [Connexion 94]. Pour un groupe ou un individu, détenir l'Information est une forme de pouvoir soit par rapport à un autre groupe ou par rapport à d'autres personnes. Il s'agit ici de la notion d'expert. « Je sais, l'autre ne sait pas, alors j'ai un pouvoir sur lui », ce raisonnement simpliste peut paraître hors du temps, hors de la situation des équipes. Malheureusement, toute personne est susceptible de tenir un tel raisonnement inconsciemment ou consciemment. Les personnes ont un objectif commun, le produit, mais elles sont maîtresses d'une partie de la vie du projet. Comment une personne pourrait-elle accepter de se voir déposséder d'une partie de son savoir et de sa maîtrise sur le projet au profit du groupe ?

Tant que la personne n'aura pas perçu un avantage individuel lors de l'utilisation de M.I.C.A., elle ne "donnera" rien, elle ne perdra pas son pouvoir par simple "courtoisie". C'est dans un processus d'échange que les individus fonctionnent. Comme le rappelle Chanlat [Chanlat 90], « Sur un plan individuel, toute action dans un ensemble organisé devrait reposer sur un triple souci : le souci de soi, le souci des autres, le souci de l'institution ». Mais cette conception semble utopique pour cet auteur qui rappelle que la place de l'image dans notre société donne à l'individu un souci narcissique avant de penser à l'autre. Aussi, « Le pouvoir s'inscrira toujours dans les règles du jeu contextuelles qui à la fois rendent possible l'action et la contraignent. ...Ces règles ne sont jamais complètement dénuées d'ambiguïté symbolique : elles sont toujours fonctions du contexte de ceux qui les interprètent et des interprétations » [Chanlat 90]. Aussi, imposer que toutes les communications passent par M.I.C.A. reviendrait à donner une règle rigide. Tout ne peut et ne doit pas passer par M.I.C.A. En définissant la limite exacte de ce que peut inscrire la personne dans M.I.C.A. cela permettrait de palier au détournement de la règle et d'unifier, partiellement tout au moins, l'utilisation de M.I.C.A. comme source de savoir partagé.

III.10.8. Le souci de l'autre

Parallèlement à ce qui a été énoncé plus haut, le souci de l'autre n'est pas absent. Par son caractère nominatif, M.I.C.A. n'est pas une boîte à idée. Tout ne peut être écrit puisque tout peut être lu. Les personnes ne veulent pas émettre des messages trop impliquants, car même s'il y a une revalorisation de sa position par l'apport d'idée, elle révèle ainsi l'infériorité de l'autre. « Si le respect de soi passe par le respect de l'autre, la reconnaissance de sa parole, de ses compétences et de son originalité, le respect de l'autre passe également par le respect de soi,

c'est à dire de ses obligations et de ses devoirs envers les autres qui font partie de cette éthique de soi. » [Connexion 94].

III.10.9. Conclusion

En fonctionnement séquentiel, l'individu évolue dans un environnement de travail relativement stable. Chacun connaît son travail et celui des autres car l'entreprise impose une hiérarchie, un cadre et des règles. Mais le fonctionnement en Ingénierie Intégrée soulève les problèmes du travail collectif. Le logiciel M.I.C.A. en soi, ne va pas résoudre toutes les difficultés mais il permet une rencontre entre les différents membres de l'Equipe-Intégrée. Lors de la mise en place du logiciel M.I.C.A. les individus ont pu s'exprimer sur leur situation et les limites flottantes de leur travail. Aussi, l'implantation du logiciel M.I.C.A., par les questions qu'elle suscite, apporte elle aussi des éléments structurants dans un environnement peu structuré.

Chapitre IV

Aspects de capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir de M.I.C.A.

IV . Aspects de capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir de M.I.C.A

IV.1. Introduction

Ce quatrième chapitre propose une méthode pour capitaliser du savoir et du savoir-faire contenus dans les *INS* collectées par le logiciel M.I.C.A (Figure IV-1). Pour cela, nous avons étudié le fonctionnement des outils de fouille de données textuelles via les trois phases méthodologiques : constitution du corpus, indexation automatique et classification automatique. Notre attention s'est portée sur la méthode de classification automatique hiérarchique ascendante qui permet de rentrer dans le détail du texte. Nous avons donc choisi l'outil SAMPLER pour traiter les données récoltées lors de la première expérimentation du logiciel M.I.C.A. Cet outil visualise par des graphes certains termes représentatifs du corpus et certains liens entre ces termes. Il est alors possible d'explicitier ces liens afin de construire des règles de type *SI/ALORS*. Pour bénéficier d'une représentativité plus complète du corpus, nous proposons une procédure mixte d'outils de classification descendante et ascendante pour élaborer ces règles.

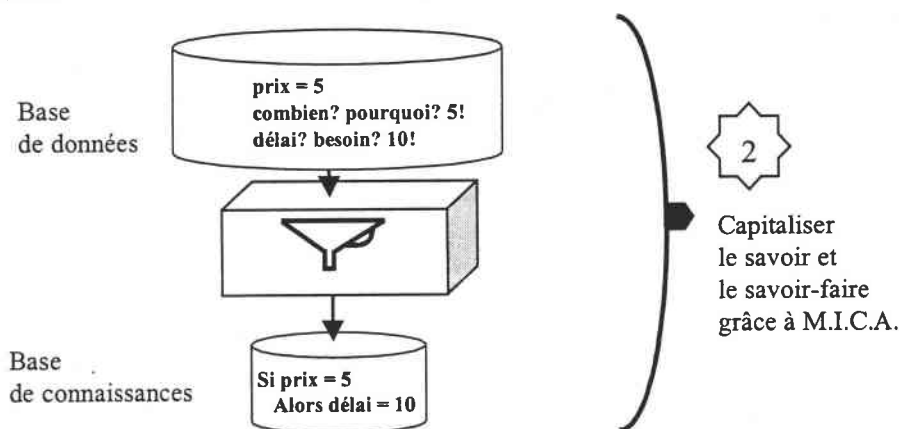


Figure IV-1 : Deuxième objectif de l'approche M.I.C.A.

IV.2. Choix des outils de fouilles de données textuelles

Grâce au logiciel M.I.C.A. nous avons récupéré une partie des *Informations-Non-Structurées (INS)* échangées entre les membres d'une Equipe-Intégrée au cours du cycle de mise sur le marché d'un produit. Ce magma d'*INS* contient des informations qui ont trait aux erreurs commises, aux améliorations apportées, etc., autant d'informations qu'il est souhaitable de synthétiser et de réutiliser pour le projet lui-même ou pour d'autres projets. C'est pourquoi, nous désirons effectuer un travail de capitalisation du savoir et du savoir-faire en transformant ce magma d'*INS* en *connaissances* partageables (cf. chapitre I.5). Conformément au chapitre II.4.4, nous optons pour une présentation de ces *connaissances* sous forme d'actes d'argumentation ou règles.

La quantité d'informations récoltée par le logiciel M.I.C.A. est trop importante pour être correctement gérée par un individu. C'est pourquoi, nous désirons nous appuyer sur des logiciels de traitement capables de manipuler de grande quantité de données linguistiques en appliquant les algorithmes d'analyse de données [Benzécri 73a], [Benzécri 73b]. L'objectif est de fournir, à partir d'un grand nombre de données, un résumé en fonction d'un critère précis, en vue d'une action. L'analyse de données linguistiques ou fouille de données textuelles est constituée d'un ensemble de techniques que l'on peut diviser en deux grandes familles : l'analyse factorielle (méthodes des nuées dynamiques, de classification floue etc.) et les classifications hiérarchiques [Diday *et coll.* 76]. Ces méthodes n'étant pas la finalité de nos travaux, nous avons choisi de nous appuyer sur les méthodes de classifications hiérarchiques car elles ont fait leurs preuves depuis longtemps dans le milieu scientifique en général et au sein de AEROSPATIALE en particulier. Notre objectif premier est de bénéficier d'une application informatique qui suggèrent des règles. Il appartiendra ensuite à l'expert de les traiter.

IV.3. Fonctionnement des outils de fouilles de données textuelles

Historiquement, les outils de fouille de données textuelles étaient utilisés au sein de AEROSPATIALE pour des applications de type veille et intelligence économique, afin de mettre en valeur des informations de manière automatique [Artillan 98]. Nous tentons maintenant d'employer ces outils dans un objectif de capitalisation du savoir et du savoir-faire.

Afin de faciliter la compréhension de ce chapitre, nous spécifions ce que nous entendons par :

- Index : Liste de termes à partir desquels il est possible de remonter à des pages, paragraphes ou toute autre entité textuelle qui les contiennent (index d'un livre, etc.).
- Lexique : Liste de termes ayant un sens, linguistiquement parlant (un index pourra avoir les termes "trains" "atterrissage" "aile" "en" "flèche", alors qu'un lexique aura "trains d'atterrissage" et "aile en flèche". On parle souvent de lexique "métier").
- Index lexical : C'est un lexique de part la liste des mots qu'il contient, qui a la propriété d'un index de part la conservation des liens entre ces mots et les entités textuelles (documents, extraits de document, paragraphes, etc.) qui le contiennent.

Nous identifions trois principales phases méthodologiques pour mener une étude de fouille de données textuelles [Aitchison *et coll.* 97] :

- **Constitution du corpus** : Phase d'élaboration d'un ensemble d'échantillons de documents (des données linguistiques) qui sera fourni à l'application pour analyse.
- **Indexation automatique** : Phase automatique de constitution d'un index lexical.
- **Classification automatique** : Phase automatique aboutissant à la création de groupes ou grappes de termes (en anglais, cluster) de l'index lexical ou à la création de groupes ou classes de documents en fonction des similarités de leurs contenus.

Nous nous intéressons, par la suite, aux différentes méthodes d'indexation automatique et classification automatique.

IV.3.1. Indexation automatique

L'extraction du vocabulaire présent dans le corpus sous forme de lexique de groupes nominaux peut être effectuée automatiquement par différentes méthodes basées sur la linguistique, les fréquences, les espaces vectoriels, les probabilités, les réseaux neuronaux, etc. L'hypothèse de ces méthodes est qu'il existe des règles de construction linguistique [Kowalski 97]. Il est donc possible de les programmer dans l'application informatique pour faire des propositions de lexiques représentatifs du texte. Ensuite un terminologue, qui peut être un expert, se prononce sur la pertinence de tel ou tel terme du lexique par rapport à son domaine.

Les ressources nécessaires à un système d'extraction terminologique ou système de traitement automatique du langage naturel utilise un dictionnaire général de langue et une grammaire de règles linguistiques (Figure IV-2), qui contiennent :

- Des informations de catégorie grammaticale : nom, adjectif, verbe, adverbe, etc.
- Des informations de flexion : mode de formation des pluriels des noms et des adjectifs, mode de formation des temps et des modes pour les verbes,
- Des informations sur le mode de construction des mots : verbe transitif/intransitif, préposition à employer (on dit *s'assurer de* ou *s'assurer que*), type de compléments acceptés (*donner quelque chose à quelqu'un*).

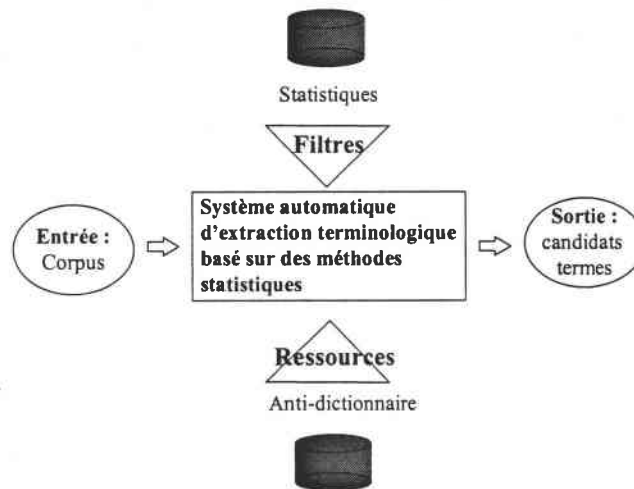


Figure IV-2 : Système automatique d'extraction terminologique

En linguistique informatique, on distingue principalement trois niveaux d'analyse pour l'extraction terminologique : morpho-lexicale, syntaxique et sémantique, auxquelles peut se rajouter en amont une analyse formelle (Figure IV-3) :

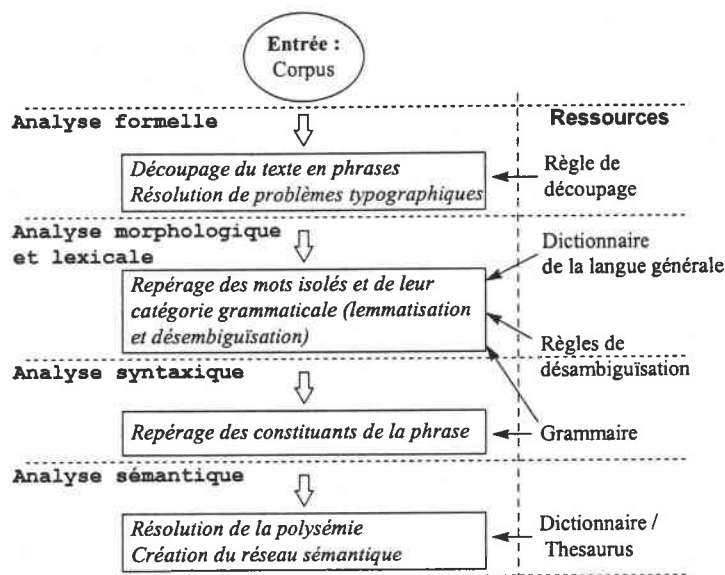


Figure IV-3 : Les étapes de l'analyse linguistique

- **Analyse formelle** : L'objectif de cette phase d'analyse est le découpage du texte en phrases constituant des unités d'analyse. Ce découpage se fait de manière schématique sur la base des lettres majuscules en début de phrase, des caractères séparateurs particuliers : point, point d'interrogation, point d'exclamation, etc.
- **Analyse morphologique et lexicale** : La phrase est découpée en mots. Un mot est une suite de caractères précédée et suivie d'un blanc séparateur ou d'un caractère séparateur de type point, virgule, etc. Puis, le système consulte son dictionnaire pour identifier la catégorie grammaticale des mots. Un mot peut avoir plusieurs catégories grammaticales. Par exemple, dans les cas suivants : 'avons', 'nous avons', 'nous les avons', 'pour nous, les avons' peut être un nom commun au pluriel ou l'auxiliaire du verbe avoir à la première personne du pluriel de l'imparfait. Afin de déterminer la bonne catégorie, des règles linguistiques locales sont appliquées sur les mots situés avant et après la forme ambiguë. On parle alors de désambiguïsation,
- **Analyse syntaxique** : Cette phase d'analyse grammaticale, assez complexe, consiste à délimiter des groupes de mots dans les phrases. Elle repose sur des indices. En effet, en français, certains mots marquent des débuts d'unités d'analyses (c'est pourquoi, en conséquence, etc.),
- **Analyse sémantique** : Cette analyse basée sur un dictionnaire/thésaurus est souvent à l'état de prototype et sur des domaines de connaissances très restreints. Son principe est de décrire tous les mots manipulés par leurs traits sémantiques, par exemple : le mot "table" sera caractérisé par les traits suivants : "résultat de fabrication humaine en bois dont l'utilité est de supporter des ustensiles".

La méthode décrite ci-dessus est la plus générique. Nous ne désirons pas, dans un premier temps étudier en détail les autres méthodes car notre objectif est de vérifier la capacité des outils de fouille de données textuelles à suggérer des règles. Dans ce cadre, une classification automatique basée sur la linguistique semble nous convenir pour mener à bien nos travaux.

IV.3.2. Classification automatique

Il existe deux sortes d'algorithmes de classification hiérarchique :

- Les premiers fournissent une série de partitions de plus en plus fines aboutissant à la création de groupes ou classes de documents en fonction des similarités de leurs contenus. Ils sont appelés algorithmes de classification hiérarchique descendante,
- Les seconds fournissent une série de partitions de moins en moins fines aboutissant à la création de groupes ou grappes de termes (en anglais, cluster) de l'index lexical. Ils sont appelés algorithmes de classification hiérarchique ascendante.

Une étude comparative a été menée sur un outil à classification ascendante (SAMPLER) et un outil sur la classification descendante (ALCESTE) [De Looze *et coll.* 98]. Il a été conclu que :

- L'outil de classification descendante améliore la caractérisation du corpus et sa lecture logique grâce à la création de classes,
- L'outil de classification ascendante permet de rentrer dans le détail de l'association des termes sous forme de graphes et précise ainsi les orientations spécifiques du corpus avec notamment l'inscription de signaux faibles.

Les auteurs de cet article conseillent d'appliquer l'outil de classification ascendante pour visualiser plus clairement les classes identifiées préalablement par l'outil de classification descendante. Dans ce cadre, l'outil de classification ascendante est utilisé comme un auxiliaire de vérification.

Nous nous appuyons sur les conclusions de cette étude. Néanmoins, pour atteindre notre objectif dans les temps impartis, nous emploierons un outil qui rentre dans le détail des associations des termes constituant le texte, en supposant qu'il puisse suggérer des règles.

IV.3.2.1. Remarque préliminaire sur la notion de valeur

Nous mentionnons ici une remarque quant à la valeur (mesure, poids, etc.) d'une entité (unité d'analyse : terme, document, etc.) et la valeur de similitude de ces entités (distances, etc.) utilisées quelle que soit la méthode de classification choisie. Ces calculs se fondent sur un certain nombre d'éléments statistiques :

- Fréquence $Freq_e$: nombre d'apparitions des entités (documents, individus, etc.) dans l'ensemble des entités,
- Occurrence C_i : de chaque entité i est le nombre total de fois qu'apparaît une entité dans une unité de sens ou extrait d'entités documents.
- Cooccurrence C_{ij} de chaque paire d'entités : deux termes sont cooccurents s'ils apparaissent ensemble au moins une fois dans la même unité de sens (extrait d'entités documents).
- Toute autre donnée statistique élémentaire se déduit de ces mesures [Michelet 88].

Les valeurs de similarité (indices d'équivalence ou indices d'association simple) sont issues de fonctions (Figure IV-4), qui à chaque quintuplé de statistiques ($Freq_i$, $Freq_j$, C_i , C_j , C_{ij}) sur un couple (x_i , x_j) d'objets associent une valeur réelle A_{ij} . Il existe de nombreuses variantes de ces fonctions :

		Terme i	
		Présence	Absence
Terme j	Présence	Na	Nb
	Absence	Nc	Nd

En posant $M = Na+Nb+Nc+Nd$

dans ce tableau :

$$Na = C_{ij}$$

$$Nb = C_j - C_{ij}$$

$$Nc = C_i - C_{ij}$$

$$Nd = \text{nombre d'extraits d'individus documents} - (C_i + C_j - C_{ij})$$

Indice de A_{ij}	Valeurs de similarité
Euclidienne	$(Nb+Nc)/M$
Différence de Taille	$(Nb+Nc)^2/M^2$
Sokal et Sneath 5	$Na*Nd / ((Na+Nb)*(Na+Nc)*(Nb+Nd)*(Nc+Nd))^{1/2}$
Corrélation de Pearson	$((Na*Nd)-(Nb*Nc))/\sqrt{((Na+Nb)*(Na+Nc)*(Nb+Nd)*(Nc+Nd))}$
etc.	etc.

Figure IV-4 : Exemples de valeurs de similarité

IV.3.2.2. Algorithme général de classification automatique

Ces éléments statistiques permettent de construire l'algorithme général de la classification hiérarchique dont nous proposons un exemple, basé sur trois étapes principales (Figure IV-5).

1 ^{ère} étape	L'algorithme calcule la matrice des valeurs de similitude entre les unités statistiques,
2 ^{ème} étape	L'algorithme agrège les entités statistiques x_i et x_j , $i \neq j$, telles que $A_{ij} \leq A_{kk'}$ où $k = 1, \dots, n$ et $k' = 1, \dots, n$ mais $k \neq k'$,
3 ^{ème} étape	L'algorithme remplace les unités statistiques x_i et x_j par leur centre de gravité noté x_{ij} , puis il recalcule la matrice des valeurs de similitude entre les unités statistiques.

Figure IV-5 : Exemple d'algorithme général de classification automatique

On reprend ensuite à l'étape deux et on réitère le processus jusqu'à ce que l'on obtienne le nombre de classe souhaité. A chaque itération est créée une agrégation de deux classes (création d'une nouvelle partition). Le critère d'agrégation est simple, puisqu'il consiste à prendre les deux classes les plus proches en fonction de la valeur de similitude. Le résultat de cet algorithme propose une suite de partitions qui peut être présentée sous la forme d'un arbre (ou dendogramme).

IV.4. Expérimentations

Historiquement, pour des besoins d'analyse statistiques de textes dans le cadre de veille technologique, différentes applications ont été testées au sein du GIE AEROSPATIALE CCR (Suresnes) : DATAVIEW, TEWATCH, TETRALOGIE, SAMPLER, etc. Parmi ces outils, SAMPLER nous a paru le plus adapté à notre problématique.

IV.4.1. Description de SAMPLER

SAMPLER [Delooze *et coll.* 98] est un outil de fouille de données textuelles (en anglais, text mining) de classification hiérarchique ascendante développé par Cisi35. Le logiciel fonctionne sous UNIX, Windows 95 et NT4.0.

L'extracteur est composé d'un lexique, d'une liste de patrons morphologiques et de règles de désambiguïsation contextuelles. Le traitement est réalisé par un algorithme qui permet de traiter le texte en une passe et d'atteindre des vitesses de traitement quasi linéaires, de l'ordre de 1 Méga octet toutes les deux secondes. Puis le regroupement (en anglais, clustering) est effectué par la méthode des mots associés, le corpus est découpé en unités textuelles homogènes : le paragraphe (paramétrable), la dépêche de presse, les champs de texte structuré pour des notices, le texte intégral, etc. On recherche ensuite les cooccurrences caractérisées par l'apparition de deux entités (ici des chaînes de caractères) dans une même unité textuelle ou extrait de document. Un paramètre dit d'équivalence ou d'association A_{ij} est ensuite calculé pour quantifier la valeur de similarité entre deux termes :

$$A_{ij} = C_{ij}^2 / (Freq_i * Freq_j)$$

légende :

C_{ij} = cooccurrence entre i et j

$Freq_i$ = fréquence de i dans le corpus

$Freq_j$ = fréquence de j dans le corpus

Cet algorithme mesure l'exclusivité de la relation et permet de cartographier certains signaux dits faibles. Deux termes apparaissant deux fois exclusivement ensemble, pourront produire une valeur de similitude aussi forte que deux termes apparaissant n fois ensemble, même si n est très supérieur à deux. Un algorithme de saturation est ensuite appliqué pour regrouper en grappes (en anglais, clusters) les termes les plus liés entre eux. Le nombre de termes internes, externes (relations entre grappes via un terme pivot) ainsi que la force minimale du lien sont paramétrables, permettant ainsi d'étudier en détail ou de manière globale les relations entre les termes du corpus.

L'interactivité du système SAMPLER et la représentation graphique facilite l'analyse. C'est pourquoi nous choisissons cet outil de fouille de données textuelles pour tester sa capacité à analyser le texte de notre corpus et à suggérer des règles.

IV.4.2. Applications à M.I.C.A.

En pratique, nous rajoutons deux étapes aux trois étapes (la constitution du corpus, l'indexation automatique et la classification automatique) identifiées à la section IV.2. En effet, lors d'une étape supplémentaire, nous modifions le lexique édité automatiquement en vue d'élaborer des lexiques orientés en fonction de point de vue (technique, organisationnel, etc.). Nous rajoutons une dernière étape qui consiste à rééditer le lexique en modifiant certains paramètres pour influencer l'indexation automatique pour qu'elle réponde à nos besoins. C'est

ainsi que nous appliquons cinq étapes principales pour le traitement par SAMPLER des données linguistiques contenues dans M.I.C.A. :

1. Constitution d'un corpus,
2. Extraction du vocabulaire représentatif du corpus sous la forme d'un lexique de groupes nominaux,
3. Constitution de lexiques orientés (spécifique, point de vue, etc.) à partir du premier lexique,
4. Calcul des grappes de termes des lexiques orientés,
5. Itérations phases 2 & 3 et si nécessaire de 1, 2 & 3.

IV.4.2.1. Constitution d'un corpus

Notre corpus est constitué des Fiches du logiciel M.I.C.A. issues de l'expérimentation menée au sein de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux - les Mureaux pendant plus de six mois. Nous avons récolté environ 200 Fiches, que nous avons mis sous format HTML pour les préparer au traitement par le logiciel SAMPLER. Ces Fiches de tailles très variables en terme de quantité de données textuelles contenue, représentent 700 kilos octets soit environ 250 pages de document Word avec une écriture en Times new roman 12.

Nous avons souhaité insérer dans le corpus, à la fois les données des champs libres contenant les *Informations-Non-Structurées (INS)* mais aussi les données contenues dans les champs prédéfinis (informations contextuelles) pour ne pas séparer les *INS* de leur contexte d'une part et d'autres part pour effectuer des traitements spécifiques sur certains champs prédéfinis (exemple : créateur, émetteur, récepteur, valideur, etc.). Bien que les *INS* soient écrites et partagées au sein de l'Equipe-Intégrée, elles ne sont pas validées à 100% et n'ont aucune valeur contractuelle. A ce titre, elles sont exprimées dans un langage « naturel » presque télégraphique. Ces textes sont donc rédigés avec peu d'attention vis à vis de l'orthographe ou de la grammaire française et les abréviations employées, bien que nombreuses, sont en constante évolution. Cependant, nous ne souhaitons pas effectuer de pré-traitement sur les données linguistiques de ces Fiches pour que cette opération de capitalisation du savoir et du savoir-faire puisse être menée avec un minimum de travail pour espérer la généraliser dans un contexte industriel.

IV.4.2.2. Extraction du vocabulaire présent dans le corpus sous forme de lexique de groupes nominaux

Dans notre cas, SAMPLER a édité un lexique de quelques centaines de termes. Ce sont des mots ou des groupes de mots qui peuvent contenir des fautes d'orthographe, être synonymes, être non pertinents, etc. Le temps nécessaire pour l'édition automatique de ce lexique est de l'ordre de la seconde.

IV.4.2.3. Constitution de lexiques orientés (spécifique, point de vue, etc.) à partir de ce premier lexique

Afin d'épurer le lexique édité automatiquement et de l'orienter selon un point de vue, nous conservons, éliminons ou remplaçons ces termes via :

- Un dictionnaire, qui est une liste de termes à conserver dans le lexique,
- Un anti-dictionnaire, qui est une liste de termes à supprimer du lexique,
- Un dictionnaire de substituants, qui est une liste constituée de couples de termes

(terme substitué – terme substituant). C'est grâce à ce dictionnaire des substituants que l'on peut gérer les synonymes, les acronymes, etc.

Ces différents dictionnaires sont élaborés en fonction du point de vue que l'on souhaite étudier : technique, organisationnel, etc.

IV.4.2.4. Calcul de classification automatique basé sur les lexiques orientés

Une fois que le contenu du lexique est figé suivant une orientation souhaitée, la deuxième phase de calcul peut débuter. Elle a pour objectif de fournir la liste des termes cooccurents (rappel : deux termes sont dits cooccurents lorsqu'ils apparaissent ensemble dans un ou plusieurs extraits). Ces associations sont alors comparées pour former des grappes de mots. En fonction du résultat obtenu, il est possible de modifier certains paramètres et d'élaborer différents dictionnaires :

- Pour obtenir un nombre de grappes et une consistance des grappes différente.
- Pour obtenir une délimitation plus précise du point de vue.

IV.4.2.5. Principe d'extraction des règles

Nous avons effectué des essais sur les données contenues dans M.I.C.A. avec une approche thématique et nous avons choisi le point de vue technique. Après différentes itérations, nous avons opté pour la constitution de quatre grappes. SAMPLER propose une représentation de ces grappes sous la forme d'une cartographie de termes et des associations entre ces termes. Nous avons reproduit l'une d'entre elle en ne mentionnant que certains termes (Figure IV-6) afin de proposer un principe de solution pour l'extraction de règles à partir du corpus de M.I.C.A. Dans la section suivante, nous vérifions le bien-fondé de ce principe en l'appliquant à l'intégralité des autres grappes. Cependant dans un souci de confidentialité, nous avons remplacé les termes spécifiques au métier de l'unité Micromécanique de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux par des termes génériques.

Dans la première grappe (Figure IV-6), nous pouvons identifier pour la partie droite un aspect plus temporel et pour la partie gauche un aspect plus technique. Nous avons choisi de ne pas scinder cette grappe en deux pour montrer que, malgré un paramétrage pas suffisamment fin, le vocabulaire temporel ne vient pas polluer le vocabulaire technique, ceci répond à nos attentes.

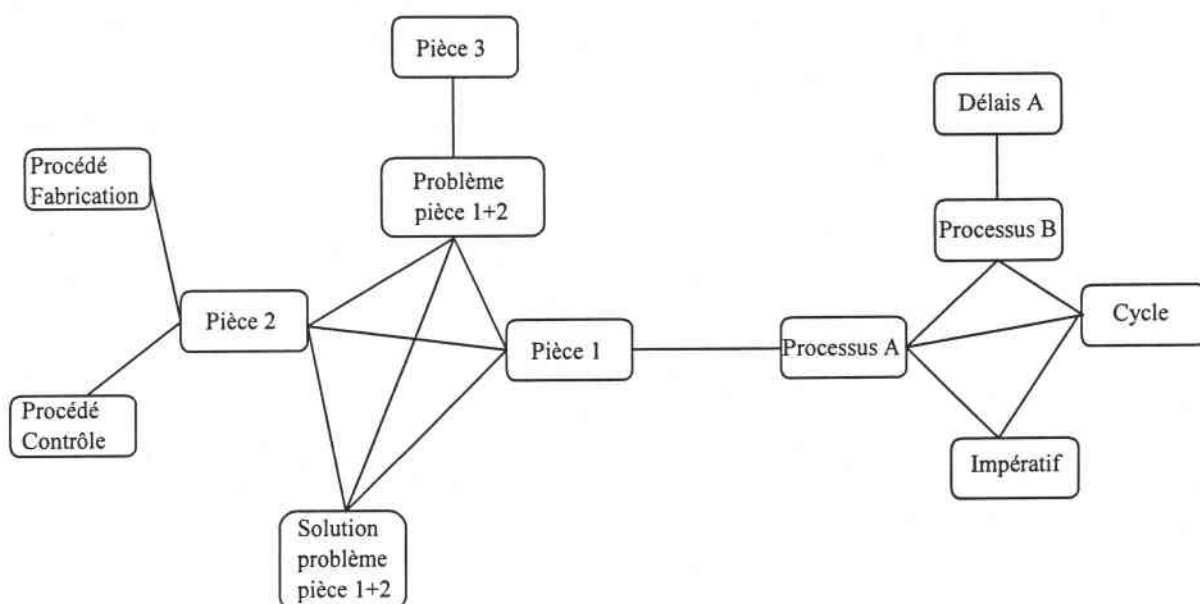


Figure IV-6 : Exemple schématique de cartographie à partir d'un point de vue technique

SAMPLER propose des termes et des liaisons entre ces termes, ces suggestions sont supposées être pertinentes et représentatives du texte du corpus. Nous nous appuyons donc sur ces graphes et nous les complétons en donnant une signification aux liaisons. Pour ce faire, nous leur attribuons des champs sémantiques. Ainsi deux termes associés par un champ sémantique pourraient s'apparenter à un acte d'argumentation ou à une règle (cf. section II.4.4.). Ces champs sémantiques peuvent être rajoutés par un individu qui utilise sa connaissance du projet, son expertise ou qui se réfère au texte d'origine contenu dans les Fiches (Figure IV-7).

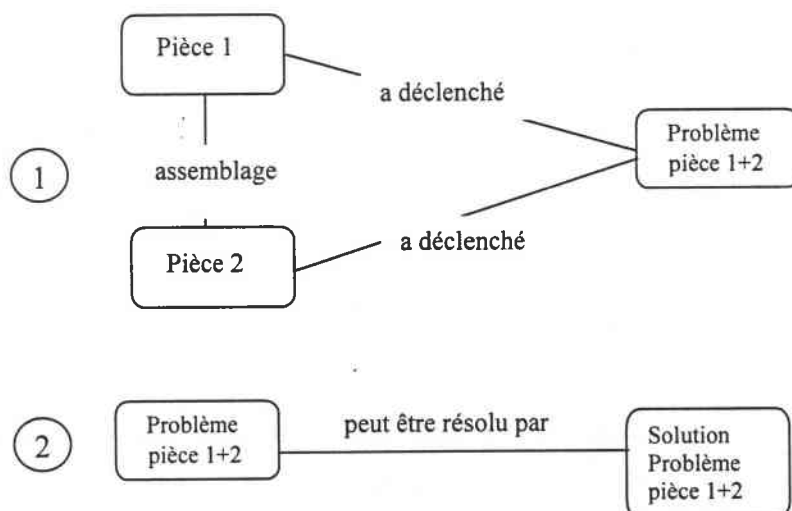


Figure IV-7 : Exemple de champs sémantiques pouvant aider à la compréhension des graphes

De plus, ces graphes ainsi complétés peuvent être traduits sous la forme de règles SI/ALORS. En reprenant les exemples 1 et 2 (Figure IV-7), nous pouvons avoir (Figure IV-8) :

- et
- ① SI (Assemblage) de [Pièce 1] et [Pièce 2]
ALORS [Problème pièce 1+2]
 - ② SI [Problème pièce 1+2]
ALORS (peut être résolu par) [Solution Problème pièce 1+2]

Figure IV-8 : Exemple de règles issues des graphes

Notre objectif semble atteint puisque nous énonçons un principe d'extraction de règles à partir des suggestions d'un outil de fouille de données textuelles. Cependant, pour vérifier la validité de l'approche que nous avons élaborée à partir d'une grappe simplifiée, nous l'appliquons sur l'intégralité des autres grappes éditées par SAMPLER à partir du corpus de la première expérimentation de M.I.C.A. avec un point de vue technique.

IV.4.2.6. Application du principe d'extraction des règles

Pour l'extraction des règles à partir des grappes produites par SAMPLER, nos connaissances du projet et notre expertise technique ne sont pas suffisantes. En conséquence nous nous référons au texte d'origine. Dans ce cadre, SAMPLER offre l'avantage d'éditer pour chaque grappe le texte d'origine sous la forme d'une liste d'extraits de Fiches contenant les termes qui sont mentionnés dans la grappe. De plus, ces termes sont écrits dans une police particulière qui les rend facilement identifiables.

IV.4.2.6.1. Cas d'expérimentation avec la grappe ayant pour thème le Matériau 1

Pour la grappe ayant pour thème le Matériau 1 (Figure IV-9), SAMPLER a produit un texte de trois pages avec une police en arial 12. Nous allons étudier chaque association de termes et retranscrire leur texte associé tel que l'édite SAMPLER.

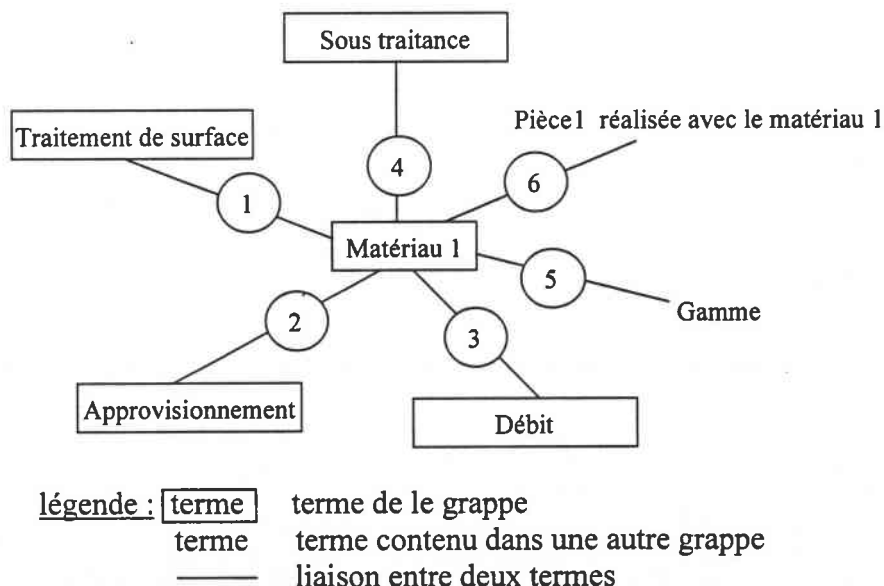


Figure IV-9 : Grappe ayant pour thème le Matériau 1

Cette grappe regroupe certains termes mais nous n'avons pas d'informations sur les raisons de ces liaisons entre les termes. C'est pourquoi, nous étudions le texte d'origine pour proposer des significations à ces associations de termes et pour suggérer les règles qui peuvent en découler.

1

Matériau 1

Traitement de surface

Texte édité par SAMPLER

Pièce P4 en **Matériau1**.....le retour de **traitement de surface** est repoussé au 02/06/98.....le retour de **traitement de surface** des pièces P4 est prévu le 04/06/98 au matin

A partir de l'association proposée par SAMPLER et du texte associé ci-dessus, nous proposons de compléter le graphe en rajoutant à la liaison le champ sémantique « a des problèmes de délais » (Figure IV-10) et nous optons pour la règle suivante :

- SI (Pièce P4) [Matériau 1]

ALORS (risque de non-respect de la date de retour de sous-traitance) [traitement de surface]

2

Matériau 1

Approvisionnement

Texte édité par SAMPLER

Revoir le chiffrage des besoins Organisation
Achat/Fabrication/Responsable-Produit pour l'accord de
l'approvisionnement en **Matériau1** en fonction de
quantité /délai.....accord Responsable-Produit pour
approvisionnement de 110*110 et avancer le délai de
novembre.....**approvisionnement Matériau1** . Action
Personne 1

De cette association et de ce texte, nous proposons le champ sémantique « a des problèmes » pour compléter la liaison (Figure IV-10) et nous suggérons la règle suivante :

- Si [Matériau 1]

Alors (difficulté) [approvisionnement] (pour renseignements, contacter Personne 1)

3

Matériau 1

Débit

Texte édité par SAMPLER

le seul **Matériau 1** pouvant servir pour le produit 1, à savoir un carré de 110*110 est un rond de 160 mm disponible sur stock. Une consultation en **sous-traitance** pour chiffrage du **débit** d'un carré à partir du rond a donné les résultats suivants Coût1 francs par pièce en fraisage + découpe fil et Coût2 francs par pièce en sciage.

Nous proposons alors le champ, sémantique « a un coût » (Figure IV-10) et la règle suivante :

- Si [Matériau 1]

Alors (2 procédés de) [Débit] (pour un carré de 110*110 mm à partir d'un rond de 160 mm : fraisage + découpe fil (F1 francs/pièce) et sciage (F2 francs/pièce))

4



Pour cette association, SAMPLER produit les même extraits que pour la relation (3), nous considérons donc que cette association n'est pas pertinente.

5

6

Les liens entre [Pièce 1] et [Pièce 1 réalisé avec le Matériau 1], [Pièce 1] et [gamme] symbolisent les liaisons entre les grappes. Dans le temps qui nous est imparti, nous n'étudions pas ces associations de termes bien que l'ensemble des grappes reliées les unes aux autres peut donner une cartographie de l'ensemble du produit qui peut être intéressante à étudier.

Suite à l'étude des associations de la grappe ayant pour thème le Matériau 1 (Figure IV-9) nous pouvons alors la compléter avec des champs sémantiques pour rajouter des compléments de signification (Figure IV-10). Cependant nous avons élaboré ces règles sans connaissances approfondies du produit et des caractéristiques techniques. Il convient donc de les faire valider par un expert. Après une enquête succincte auprès des membres de l'Equipe-Intégrée, nous avons pu établir que le Matériau 1 est à la source de plusieurs problèmes. Et que ceux-ci sont des faits marquants dans le cycle de mise sur le marché du produit.

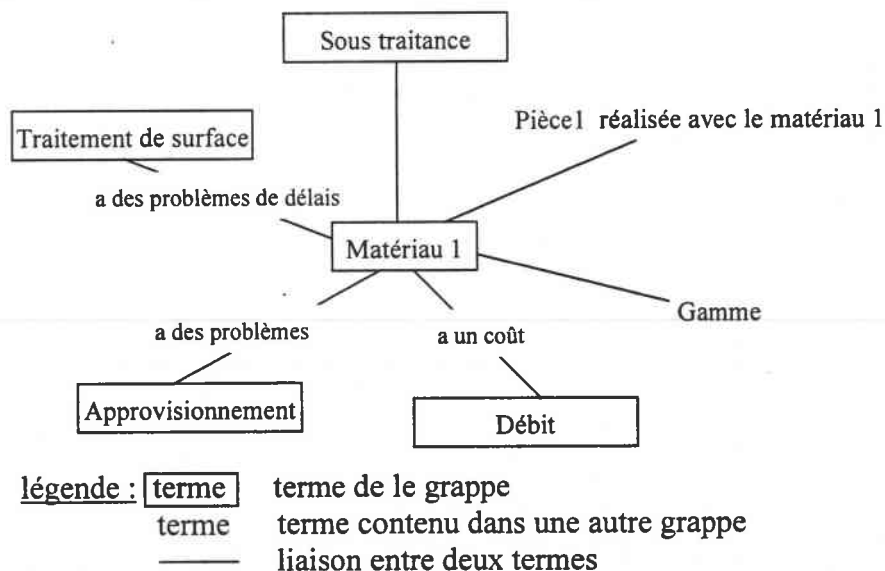


Figure IV-10 : Grappe ayant pour thème le Matériau 1 avec des significations complémentaires

IV.4.2.6.2. Grappe ayant pour thème la Pièce5

Pour la grappe ayant pour thème la Pièce 5 (Figure IV-11), SAMPLER a édité un texte de quatre pages avec une police en arial 12 qui va nous aider à étudier chaque association de termes.

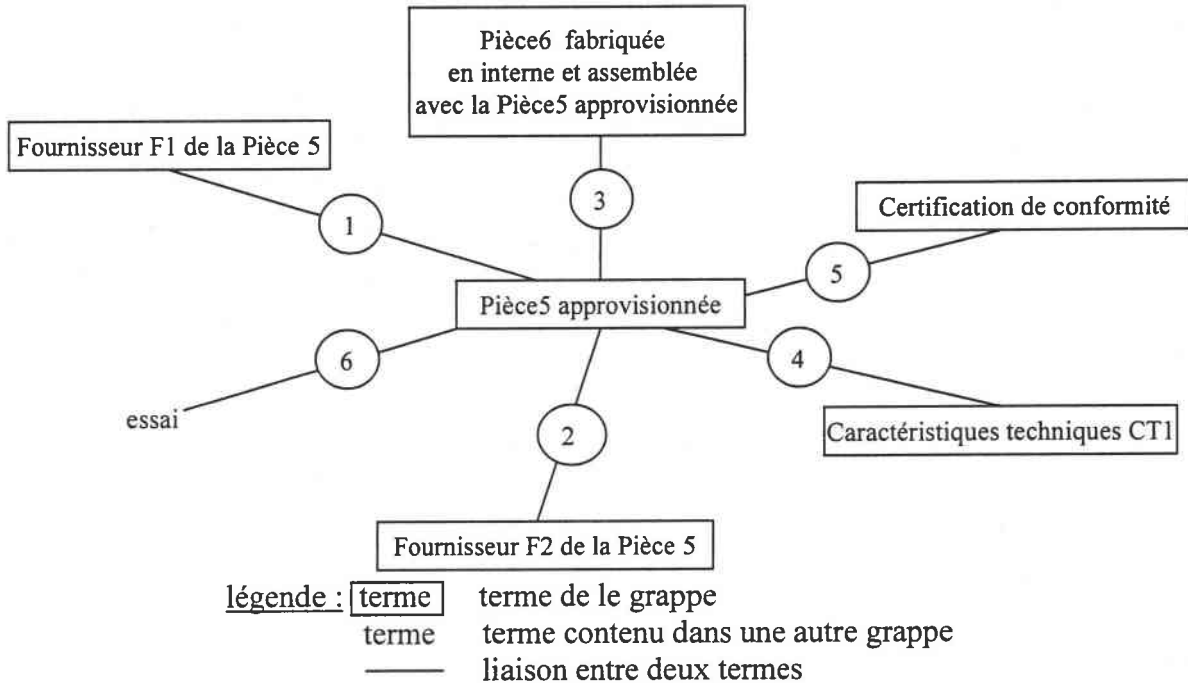


Figure IV-11 : Grappe ayant pour thème la Pièce 5

Cette grappe regroupe certains termes autour de la Pièce 5 qui paraît centrale. Mais certains liens entre ces termes paraissent relativement hermétiques pour une personne extérieure au projet. En conséquence, nous nous référons au texte d'origine pour proposer des significations à ces associations de termes et pour suggérer les règles qui peuvent en découler.

1



Texte édité par SAMPLER

départ des Pièces 6 ce matin chez **Fournisseur F1** pour soudure des **Pièce 5**.....info **Fournisseur F1** sur la longueur des pièces **Pièce 5** = prêt pour essai de destruction.....**Pièce 5 Fournisseur F1** : 6 commandés **Fournisseur F1** pour le 15/09/99.....Fournisseur F1 souhaite plans de Pièce 6 pour **Pièce 5** (option 3) mai la **Pièce 5** (option 2) est excellent (tenu à 700 bars pour besoin à 100 bars)

A partir de l'association proposée par SAMPLER et du texte associé ci-dessus, nous choisissons de compléter le graphe en associant le champ sémantique « a pour (de préférence option 2) » à la liaison (Figure IV-12) et nous optons pour la règle suivante :

- Si [Pièce 5]
Alors [Fournisseur F1] (et de préférence option 2)

2

Pièce5 approvisionnée

Fournisseur F2 de la Pièce 5

Texte édité par SAMPLER

A commander chez **Fournisseur F2**. Date et prix à négocier.....**Fournisseur F2**. Dans le catalogue, la **Pièce 5** n°13. Date prix à négocier

De cette association et de ce texte, nous proposons le champ sémantique « a pour (de préférence n°13 sur catalogue) » pour compléter la liaison (Figure IV-12) et nous suggérons la règle suivante :

- Si [Pièce 5]

Alors [Fournisseur F2] (et sur catalogue, pièce n°13)

3

Pièce5 approvisionnée

Pièce6 fabriquée
en interne et assemblée
avec la Pièce5 approvisionnée

Texte édité par SAMPLER

Pièce 6 à prévoir pour le 10/07/98.....Départ des **Pièces 6** ce matin chez Fournisseur F1.....plan des **Pièces 6** à fournir au Fournisseur 1.....Fournisseur 1 souhaite plan de **Pièce 6** pour **Pièce 5** (option 3)

Nous proposons, à l'aide de cette association de termes et du texte ci-dessus, le champ, sémantique « a besoin du plan de la Pièce 5 » (Figure IV-12) et la règle suivante :

- Si [Pièce 5]

Alors (plan) [Pièce 6] (à fournir au Fournisseur 1)

4

Pièce5 approvisionnée

Caractéristiques techniques CT1

Texte édité par SAMPLER

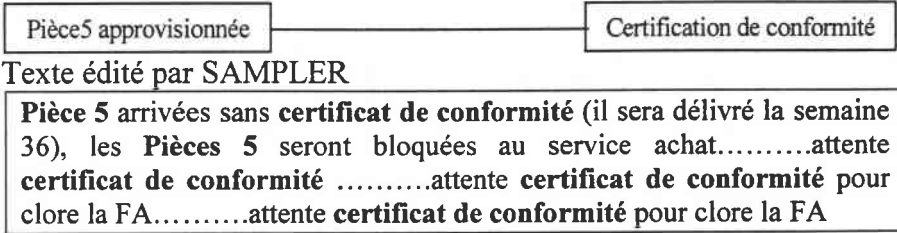
Les **Pièces 5** ne semblent pas conforme, des essais de **caractéristiques techniques CT1** vont être effectués.....essais de **caractéristiques techniques CT1** au plus tard pour demain afin que l'on puisse confirmer la commande de Pièce 6 à Fournisseur 1.....**début des essais de caractéristiques CT1 = RAS**

A partir de cette relation et de ce texte, nous proposons le champ sémantique « faire attention » (Figure IV-12) et nous suggérons la règle :

- Si [Pièce 5]

Alors (faire attention) [caractéristiques techniques CT1]

5



Cette liaison entre ces termes et ce texte, nous incite à rajouter le champ sémantique « faire attention » (Figure IV-12) et à proposer la règle :

- Si [Pièce 5]
Alors (faire attention) [certificat de conformité]

6

Comme dans la section précédente, nous n’étudions pas les liens entre les grappes malgré l’intérêt que cela peut présenter et ce par manque de temps.

Suite à l’étude des associations avec le terme Pièce 5, nous pouvons représenter la grappe ayant pour thème la Pièce 5 (Figure IV-12) avec des champs sémantiques complémentaires pour rajouter de la signification. Cependant nous avons élaboré ces règles uniquement avec le texte du corpus, il conviendrait de les faire valider par un expert. Après une enquête succincte, il s’avère que la Pièce 5 est le « cœur » du produit en question.

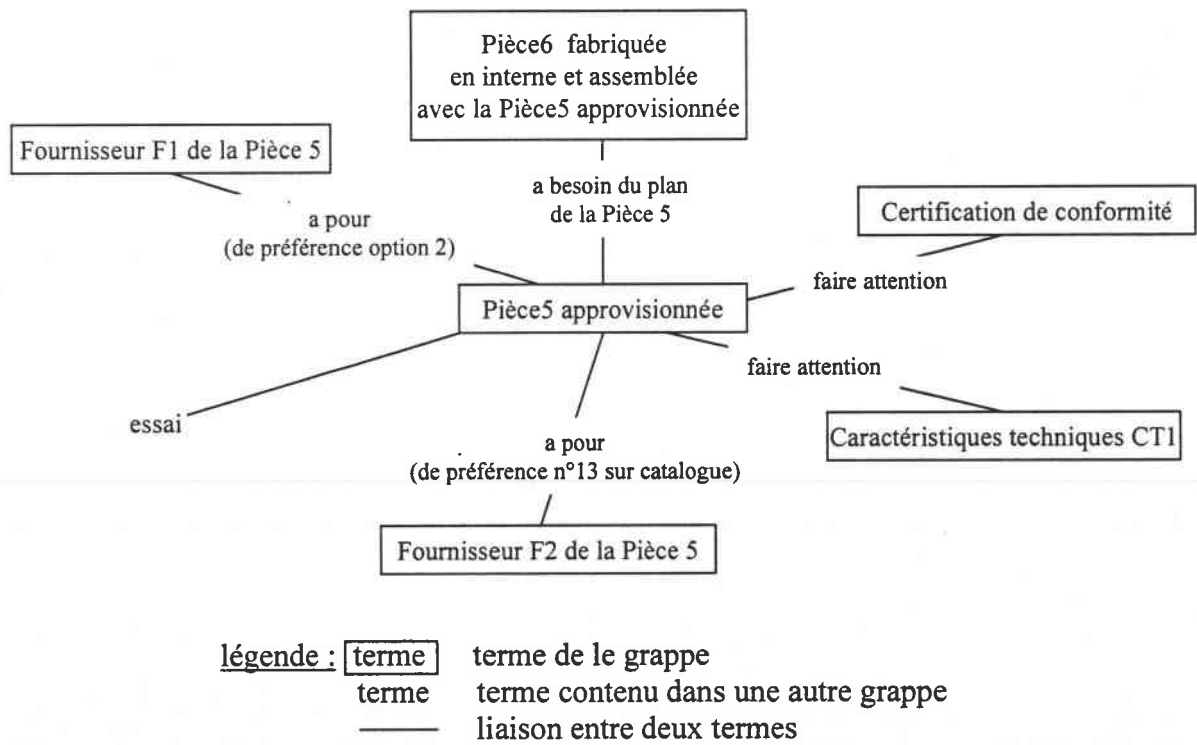


Figure IV-12 : Grappe avec ajout de signification par des champs sémantiques attachés aux liaisons

IV.4.2.6.3. Grappe ayant pour thème le processus

Pour cette dernière grappe, nous pouvons remarquer que son thème a trait au processus avec des termes comme montage, préparation, gamme, etc (Figure IV-13). Le même principe pour l'extraction des règles peut être appliqué cependant nous ne l'étudions pas dans ce manuscrit à cause d'une part du nombre important d'associations et d'autre part de l'aspect très technique de cette grappe.

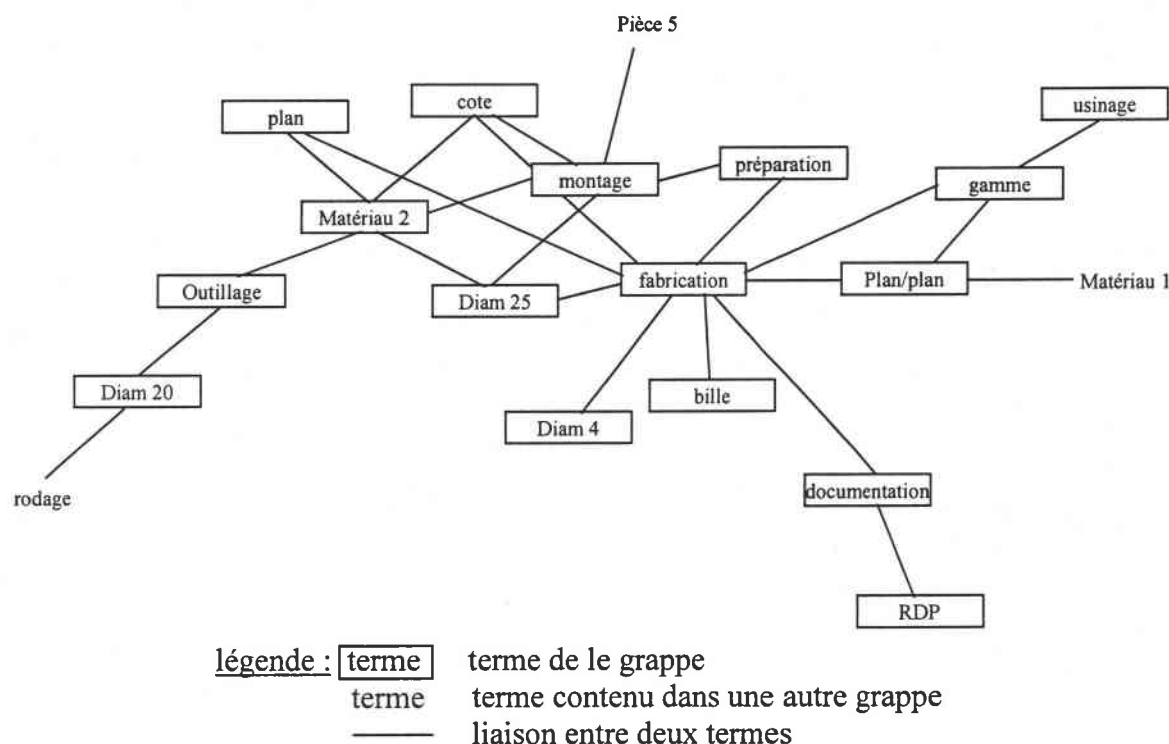


Figure IV-13 : Grappe ayant pour thème le processus

A partir du corpus de M.I.C.A., un texte de 250 pages, SAMPLER édite donc des graphes représentant certains termes du texte en mettant en évidence quelques liaisons qui peuvent exister entre ces termes. Cette représentation n'est pas exhaustive ni pour les termes, ni pour les liaisons. De plus, nous n'avons pas la certitude que SAMPLER mentionne les termes et les liaisons qui sont pour nous les plus « pertinents ». Cependant, nous avons atteint notre objectif puisque nous avons vérifié qu'un outil de fouille de données textuelles était en mesure de suggérer des règles.

IV.5. Perspectives

A l'aide d'un outil de fouille de données textuelles, nous sommes en mesure d'élaborer des règles. Néanmoins, pour être plus exhaustif en terme de proposition de règles, il conviendrait de suivre les recommandations énoncées par De Looze [DeLooze *et coll.* 98] et utiliser un outil de classification hiérarchique descendante pour éditer des classes plus significatives [Reinert 90]. A ce titre, AEROSPATIALE devrait se doter, dans un futur proche, d'un outil de classification descendante tel que ALCESTE. Ainsi, nous devrions mener des essais en ce sens. Nous proposons alors de suivre une procédure en quatre étapes principales (Figure IV-14) :

- **Constitution du corpus**, celle-ci consiste en une collecte des Fiches de M.I.C.A.
- **Constitution des classes**, qui peut être effectuée à partir des champs prédéfinis en collectant les Fiches se rapportant à un produit, une pièce, etc., ou grâce à un outil de classification hiérarchique descendante.
- **Visualisation des classes sous forme de graphes**, grâce à un outil de classification hiérarchique ascendante.
- **Construction des règles**, par un expert, à partir des suggestions de l'outil de fouille de données textuelles et des Fiches de M.I.C.A.

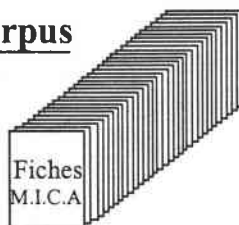
Le test présenté dans ce chapitre se rapporte à un thème, cependant nous avons effectué des essais sur un lexique se rapportant aux services impliqués dans le cycle de mise sur le marché afin de mettre en lumière les interactions entre ceux-ci. Ces premiers essais nous incitent à penser qu'il serait possible d'identifier des processus.

Cette expérimentation devrait aussi nous aider à mieux cerner les besoins des utilisateurs. En effet, la présentation de ces premiers résultats leur a permis de se baser sur un existant pour exprimer leurs besoins. Cependant, il conviendrait de faire une étude plus construite sur leurs attentes car elles sont complexes et parfois contradictoires : il faut réutiliser l'existant pour profiter des connaissances acquises mais il ne faut pas que cette ré-appropriation du passé étouffe l'innovation de demain.

Nous avons effectué ce test a posteriori, mais nous pensons qu'il serait utile de mener régulièrement ce type d'étude au cours du cycle de mise sur le marché du produit. En effet, si nous posons comme postulat que les problèmes sont sources de dialogues, alors en étudiant ces dialogues, nous sommes en mesure de mettre en lumière les problèmes, y compris ceux auxquels ne font référence que quelques dialogues (détection des signaux faibles).

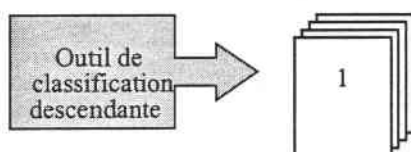
Ces nouveaux outils de fouille de données textuelles semblent être utiles dans le contexte d'un Système d'Informations *Non-Structurées*. Nous pensons qu'il est souhaitable de les maîtriser afin de gérer les *INS* contenues dans les Fiches de M.I.C.A. et conduire ainsi un projet avec plus de visibilité sur les événements du cycle de mise sur le marché du produit.

1 - Constitution du corpus

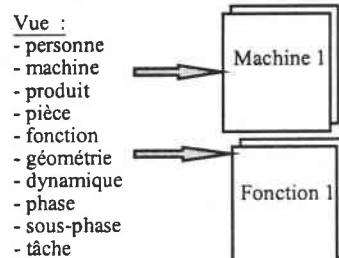


2 - Constitution des classes

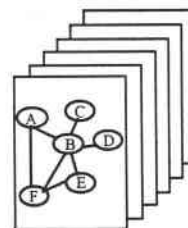
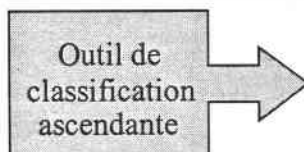
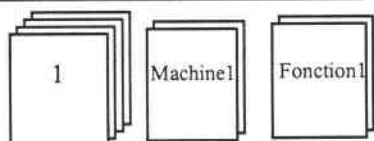
Classification hiérarchique descendante



Classification à partir des champs prédéfinis



3 - Visualisation des classes sous forme de graphes



4 - Construction des règles

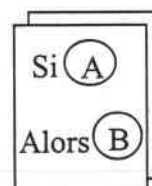
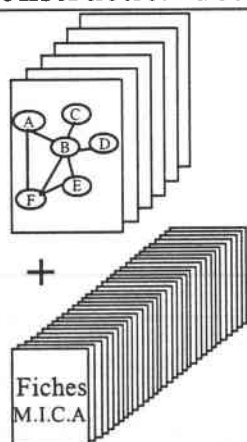


Figure IV-14 : Schéma de principe de notre proposition pour capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet

Chapitre V

Synthèse et Perspectives - Exploitation des connaissances

V . Synthèse et Perspectives – Exploitation des Connaissances

V.1. Introduction

Ce cinquième chapitre met en évidence les apports de l'approche M.I.C.A. grâce à la grille d'analyse conçue au chapitre II. Nous spécifions les caractéristiques du Système d'Informations *Non-Structurées* appliquant l'approche M.I.C.A. en termes de Structuration des *INS*, Partage des *INS*, Accès aux *INS* et Capitalisation du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet. Nous abordons ensuite d'autres aspects découlant de l'approche M.I.C.A. Nous exprimons aussi la synthèse de l'expérimentation qui a permis aux membres de l'Equipe-Intégrée d'exprimer explicitement ou implicitement un BESOIN. Enfin, nous envisageons en perspectives sept thèmes d'études potentielles.

V.2. Grille d'analyse du Système d'Informations avec l'approche M.I.C.A. et les outils du Groupware

Afin de cerner les apports de l'approche M.I.C.A. (c'est à dire le logiciel M.I.C.A. accompagné d'outils de fouilles de données textuelles) par rapport aux outils du Groupware, nous utilisons la grille d'analyse des Systèmes d'Informations, proposée au chapitre II, qui expose les domaines couverts par chacun de ces outils (Figure V-1).

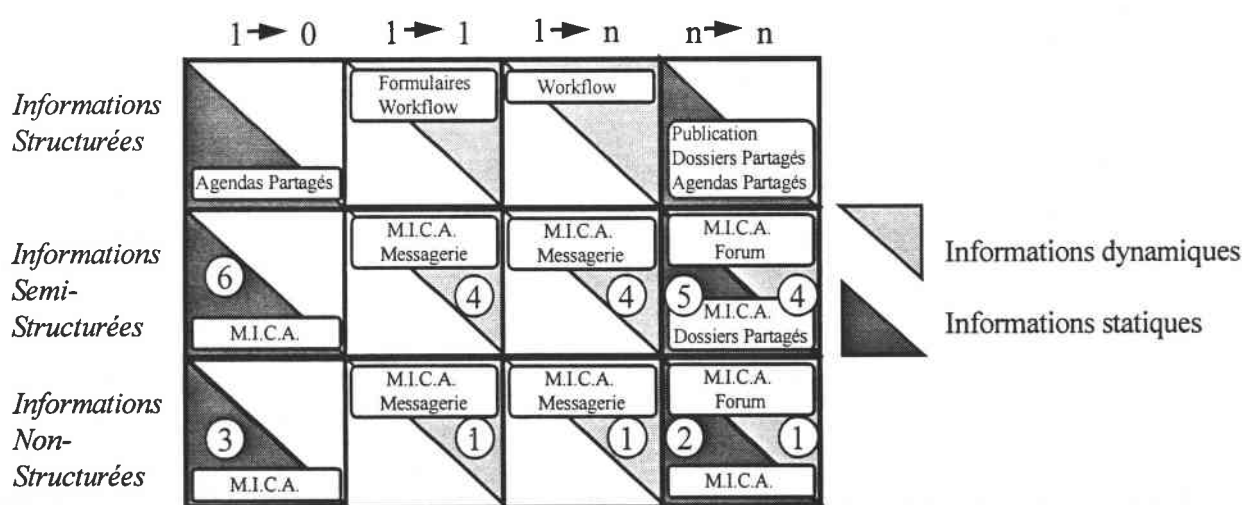


Figure V-1 : Domaines couverts par les outils de Groupware et l'approche M.I.C.A.

Sur la base de la grille d'analyse (Figure V-1), nous définissons les domaines couverts par l'approche M.I.C.A.

- **Informations-Non-Structurées (INS) :**
 - **Informations Dynamiques :** M.I.C.A. permet d'envoyer des *INS* à un ou plusieurs membres de l'Equipe-Intégrée (voir ① dans la Figure V-1) par l'intermédiaire d'un message d'alerte les informant qu'une information les concerne, cependant tous pourront y avoir accès.

- Informations Statiques : M.I.C.A. met à disposition de l'Equipe-Intégrée des *INS* (voir ② dans la Figure V-1) et peut être utilisé comme aide-mémoire. Un membre de l'équipe peut noter une information qu'il souhaite retrouver par la suite par le biais de la recherche par critères (mises en garde vis à vis d'un oubli, listes des sous-traitants susceptibles de répondre à la demande, renseignements sur la conduite à tenir dans une situation particulière, etc.). On peut donc considérer que cette personne se met à disposition un message auquel elle aura accès en temps voulu (voir ③ dans la Figure V-1).
- **Informations-Semi-Structurées (ISS)** :
L'approche M.I.C.A. gère des *INS*, mais il est aussi possible d'y adjoindre des *ISS* en pièces jointes.
 - Informations Dynamiques :
M.I.C.A. permet d'envoyer des *ISS* à un ou plusieurs membres de l'Equipe-Intégrée (voir ④ dans la Figure V-1). Comme pour les *INS*, un message d'alerte est envoyé au(x) destinataires mais tous les membres de l'équipe pourront avoir accès à l'information.
 - Informations Statiques :
M.I.C.A. met à disposition de l'Equipe-Intégrée des *ISS* (voir ⑤ dans la Figure V-1). Comme pour les *INS*, M.I.C.A. peut aussi être utilisé comme aide-mémoire avec les *ISS* (voir ⑥ dans la Figure V-1).
- **Informations-Structurées (IS)** :
M.I.C.A. n'est pas à l'origine conçu pour gérer des *IS*, mais nous avons comme perspective de tisser des liens entre les *IS* et les *ISS/INS* contenues dans M.I.C.A.

Cette grille d'analyse du Système d'Informations (Figure V-1) démontre que M.I.C.A. apporte un complément au Système d'Informations *Non-Structurées* actuel puisqu'il couvre des domaines qui, auparavant, étaient vierges :

- M.I.C.A. offre la possibilité de mettre à disposition des *INS* au sein d'un groupe (voir ②). En effet, dans une Equipe-Intégrée, l'un des membres peut faire part d'une interrogation, d'une demande ou d'un constat via une Fiche, puis tous peuvent interagir et l'un d'entre eux statuer et clôturer la Fiche. Ainsi, les *INS* sont partagées. Au début du cycle de mise sur le marché du produit, les *IS* n'existent pas encore, chacun fonde son référentiel à partir des *INS* auxquelles il a pu accéder. Sans M.I.C.A. les moyens d'accès aux *INS* sont les réunions, les conversations téléphoniques, les discussions à la cafétéria, etc. En conséquence, il n'existe pas de référentiel commun à tous les membres de l'équipe. Avec M.I.C.A. une partie des *INS* est mise à disposition de tous, formant ainsi un creuset d'informations commun à tous, ce qui constitue un référentiel commun sur la base de ces *INS*. Ceci devrait concourir à créer un liant entre les membres de l'équipe et ainsi cristalliser leurs efforts.
- M.I.C.A. peut aussi faire office de bloc-notes (voir ③). En effet, chacun peut noter des *INS* et les structurer en y apportant des informations contextuelles grâce aux champs prédéfinis. Ensuite, il est aisé d'y accéder en effectuant des recherches par critères (exemple : noter une liste de sous-traitant en mesure d'effectuer une opération spécifique). Dans ce cas, l'information peut être destinée à l'usage de son émetteur mais tous peuvent y avoir accès en effectuant une recherche avec des critères appelant la Fiche en question.

- Si l'on apporte à M.I.C.A. la possibilité d'attacher des pièces jointes (des *Informations-Semi-Structurées* (ISS) sous forme de documents bureautiques ou multimédia) aux Fiches (voir ⑥), il est alors possible de se servir de ces Fiches pour structurer le contenant du document grâce aux informations contextuelles des champs prédéfinis pour pouvoir y accéder plus facilement par la suite (exemple : un document qui concerne le produit A, la pièce B et le sous-traitant C).

De plus, M.I.C.A. est le seul outil qui permette une cohabitation des informations dynamiques et statiques dans des cases de la grille d'analyse (voir juxtaposition de ①/② et de ④/⑤ dans la Figure V-1). Ce qui signifie que M.I.C.A. peut transformer systématiquement des informations dynamiques en informations statiques, il est alors possible de les exploiter pour favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée et de capitaliser le savoir et le savoir-faire contenus dans les informations dynamiques (des *INS* mais aussi des *ISS* s'il est possible d'associer des pièces jointes aux Fiches).

Les domaines dans la grille d'analyse qui sont couverts uniquement par M.I.C.A. et la juxtaposition des informations dynamiques et des informations statiques ne sont pas les apports uniques de cette approche. En effet, c'est l'ensemble de ses fonctionnalités agrégées qui permet de répondre à l'expression de besoins des Equipes-Intégrées en terme de Systèmes d'Informations *Non-Structurées*.

V.3. Caractérisation du Système d'Informations *Non-Structurées* incluant l'approche M.I.C.A.

La caractérisation du Système d'Informations *Non-Structurées* permet de décrire M.I.C.A. à partir de quatre caractéristiques :

- Structuration des *INS* avec M.I.C.A.
Les *INS* sont structurées en Fiches, puis en paragraphes (« état initial », « état de négociation » et « état final »), puis en champs prédéfinis (émetteur, récepteur, produit, etc.), et en champs libres. De plus, il est aussi possible d'apporter une structuration à l'intérieur des champs libres en incitant les intervenants à utiliser certains champs sémantiques (« je vous informe que », « je suis d'accord », « je ne suis pas d'accord », etc.). De plus, une grande partie des *INS* se rapportant à un événement est située en principe dans une même Fiche : avec le début de l'événement (paragraphe « état initial »), la vie de l'événement (paragraphe « état de négociation ») et la clôture de l'événement (paragraphe « état final »). Nous n'avons pas expérimenté la structuration à l'intérieur des champs libres cependant nous pensons que cette structuration est satisfaisante.
- Partage des *INS* avec M.I.C.A.
Toutes les *INS* contenues dans M.I.C.A. sont mises à disposition de tous les membres de l'Equipe-Intégrée. Le partage des *INS* répond à l'expression de besoin.
- Accès aux *INS* avec M.I.C.A.
Les membres de l'Equipe-Intégrée peuvent accéder à toutes les *INS* contenues dans M.I.C.A. à partir d'une recherche sur critères :
 - A partir des champs prédéfinis pour éditer des états d'avancement à partir des *INS* contenues dans M.I.C.A.
 - A partir de tous les champs pour effectuer une recherche thématique.

Si le résultat de la recherche représente une quantité d'informations trop importante pour être traitée facilement, il est possible de structurer davantage la présentation des réponses (exemple : affichage des informations par produit, puis par ordre chronologique, etc.). Nous n'avons pas suffisamment de retour d'expériences pour être affirmatif, mais nous pensons que ces modes d'accès répondent aux besoins des membres des Equipes-Intégrées.

- Capitalisation du savoir et du savoir-faire contenus dans les *INS* avec M.I.C.A.
Une première forme de capitalisation est le regroupement d'une partie des *INS* se rapportant à un événement dans une même Fiche. De plus, toutes les *INS* échangées via M.I.C.A. sont mémorisées. Les informations dynamiques sont ainsi rendues statiques. Il est alors possible de les traiter pour en extraire de la connaissance partageable et réutilisable pour le projet lui-même et pour les projets futurs.
Après ces expérimentations avec les outils de fouille de données textuelles, nous pensons qu'il est effectivement possible d'extraire des connaissances partageables et représentatives du savoir et du savoir-faire déployés lors du projet.

En résumé, l'approche M.I.C.A. intègre les quatre caractéristiques : Structuration des *INS*, Partage des *INS*, Accès aux *INS* et Capitalisation du savoir et du savoir-faire, qui concourent à maîtriser les *INS*.

V.4. Autres aspects

Outre les caractéristiques présentées précédemment, nous énumérons ci-dessous différents aspects qu'il faudrait vérifier par des expérimentations complémentaires :

- M.I.C.A. évolue en fonction du degré d'avancement du projet :
 - Au début du projet le référentiel constitué par les *IS* n'existe pas encore (plan, gamme,...). M.I.C.A. met alors à disposition un référentiel commun basé sur les *INS*,
 - Lorsque le référentiel s'appuyant sur les *IS* existe, il continue à offrir un support aux *INS*,
 - A la fin du projet, il offre un historique du projet et la possibilité de capitaliser le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet avec l'aide d'outils de fouille de données textuelles.
- M.I.C.A. permet un fonctionnement en Equipe-Intégrée sans être pénalisé par l'éloignement géographique :
 - Les Responsables-Métiers ne sont pas nécessairement séparés de leur service d'origine et peuvent conserver un lien avec leur source de savoir et de savoir-faire spécifique (Bureau d'Etudes, Bureau des Méthodes...),
 - Les membres des Equipes-Intégrées peuvent participer activement à plusieurs projets puisqu'ils peuvent avoir accès instantanément à une partie des *INS* échangées sur les projets.
- M.I.C.A. supporte les « flux poussés » et les « flux tirés » :
 - Un membre de l'Equipe-Intégrée peut « pousser » des *INS* vers d'autres membres,
 - Tous les membres de l'équipe, souhaitant une information sur un thème, peuvent « tirer » l'information grâce à une recherche sur critères,
- M.I.C.A. améliore le fonctionnement des Equipes-Intégrées :
M.I.C.A. permet de créer et met à disposition les seuls documents valides et évolutifs pour tous les membres de l'Equipe-Intégrée. Il est donc la référence sur laquelle se

basent les membres de l'équipe. A ce titre, M.I.C.A. cristallise les efforts de tous au sein de l'Equipe-Intégrée,

L'approche M.I.C.A. recouvre d'autres aspects, mais cette approche étant nouvelle, nous n'avons pas pu tous les percevoir à la suite d'une seule expérimentation.

V.5. Retour d'expériences

L'approche M.I.C.A. revêt un caractère très particulier puisqu'il est à la fois un projet d'innovation technologique et un projet d'organisation du travail. Aussi, étudier l'implantation de M.I.C.A. doit conjuguer non seulement le vécu individuel au collectif mais également la situation technologique de l'implantation.

Certains paramètres (au niveau de l'ergonomie) devraient disparaître mais d'autres laissent supposer un long travail de négociation (Que dire dans M.I.C.A.? Qui peut avoir l'information?...). Tout changement ne reçoit pas forcément l'approbation de toutes les parties concernées. Ainsi, le projet, "qu'il soit individuel ou collectif, est destiné à s'ouvrir sur un espace de négociation dont il ne peut faire l'économie. Cet espace favori sera l'émergence d'un imaginaire socialisé capable d'affronter le conseil et la critique d'autrui" [Boutinet 90]. Cette négociation est en cours, aussi n'y a-t-il pas une vision finale de la situation. Les freins, ou tout au moins les plus saillants, sont identifiés. D'autres peuvent encore apparaître. Rien ne peut promettre une utilisation effective de M.I.C.A. Mais que ce soit M.I.C.A. ou une autre technique assimilable à l'objectif de M.I.C.A. les personnes expriment, explicitement ou implicitement, un BESOIN.

V.6. Perspectives

L'expérimentation de l'approche M.I.C.A. semble concluante d'une part parce que les membres de l'Equipe-Intégrée ont exprimé un besoin pour un outil de communication tel que le logiciel M.I.C.A. et d'autre part parce que nous sommes en mesure d'extraire une partie du savoir et du savoir-faire contenus dans les *INS*. Cependant au moins sept thèmes majeurs restent en suspens :

1. Identification des *INS* :

Pour faciliter l'appropriation du logiciel M.I.C.A. par les membres de l'Equipe-Intégrée, nous avons distillé un minimum de contraintes d'utilisation. En contrepartie, nous n'avons pas de 'prise' sur les *INS* transitant par M.I.C.A. Dans ce cadre, quelle est la proportion des *INS* transitant par M.I.C.A. ? Quelle est la nature de ces *INS* dans la mesure où elles sont écrites ? Ces études devraient permettre d'identifier les *INS* qu'il serait souhaitable d'échanger par M.I.C.A. pour favoriser leurs échanges soit par l'ergonomie du logiciel soit en informant les utilisateurs du cadre restrictif de l'utilisation de M.I.C.A.

2. Identification du savoir et du savoir-faire capitalisés :

Nous avons vérifié qu'il était possible d'extraire une partie du savoir et du savoir-faire, grâce à M.I.C.A. sous forme de règles avec un outil de classification hiérarchique ascendante. Nous pensons que l'utilisation en amont d'un outil de classification hiérarchique descendante permettrait d'être plus exhaustif en terme de suggestion

automatique de règles. Cependant, nous ne capitalisons qu'une partie du savoir et du savoir-faire. Mais quelle partie ? Est-ce la partie la plus intéressante ? Quelle partie capitaliser ? De plus, comment agréger, mettre à jour continuellement et présenter ces règles pour qu'elles soient effectivement réutilisées au bon moment, avec le niveau de valeur ajoutée souhaité, sous une bonne forme, au bon endroit et par une personne en mesure de la traiter ?

Toutes ces questions ne peuvent trouver de réponse si les besoins des utilisateurs ne sont pas suffisamment cernés. D'autant plus que ceux-ci sont complexes et peuvent être contradictoires : comment favoriser la réutilisation de l'expérience passée sans étouffer l'innovation future. Nous pensons que ces travaux peuvent être menés par itération pour que les utilisateurs affinent leurs besoins au fur et à mesure des propositions.

3. Généricité de l'approche M.I.C.A. et de nos propositions d'applications :

Notre démarche s'est voulue générique grâce à la modélisation en entreprise avec CIMOSA [Vernadat 96] et la modélisation des dialogues [Baker 93] et [Moeschler 89]. C'est pourquoi, nous pensons que l'approche M.I.C.A. et nos propositions quant à son application ont un fort caractère générique à condition que le projet soit collaboratif et qu'il puisse être scindé en tâches. En effet, nous pensons qu'il 'suffit' de mettre en adéquation le paragraphe « contexte » avec la modélisation du contexte de l'étude. Les paragraphes « état initial » - « état de négociation » - « état final » restent identiques car la modélisation des dialogues est invariante quel que soit le contexte. Mais cette hypothèse basée sur la théorie reste à vérifier par d'autres expérimentations.

4. Liaisons entre les Systèmes d'Informations *Structurées*, *Semi-Structurées* et *Non-Structurées* :

M.I.C.A. contient des informations qui peuvent favoriser le déroulement du cycle de mise sur le marché du produit. D'autres technologies supports, tels que P.D.M. ou la messagerie, renferment d'autres informations qui sont, elles aussi, utiles à la bonne marche du projet. Existe-t-il des liens entre ces différentes informations ? Si, tel est le cas, quels sont-ils ? Est-il souhaitable de tisser ces liens (par exemple, pour le pilotage d'atelier multi-agents [Youssef 98]) ?

De plus, nous pouvons supposer que toutes les *Informations-Structurées (IS)*, qui sont en principe des informations valides à cent pour cent, ont d'abord été des *Informations-Non-Structurées (INS)* (non valides à cent pour cent). A partir de cette hypothèse, quelles sont les *INS* qui passent au stade d'*IS* ? Et pourquoi ? Ces travaux devraient aider à construire des passerelles formalisées entre les Systèmes d'Informations *Structurées*, les Systèmes d'Informations *Semi-Structurées* et les Systèmes d'Informations *Non-Structurées*.

5. Agrégation de différents outils de communications :

Nous sommes de moins en moins limités par la technique (maquette virtuelle, visio-conférence, etc.) mais de plus en plus par l'inertie humaine. En effet, l'intrusion de tous ces outils modifie nos habitudes de travail, si bien que certains freins ralentissent leur mise en place. Ils ne sont véritablement usités que lorsque des règles d'utilisation tacites et non-formelles commencent à s'instaurer consensuellement (peu de personne utilise le répondeur téléphonique pour déposer un message de plus de cinq minutes). Les utilisateurs se trouvent maintenant confrontés à un nouveau problème : le choix du moyen de communication (pour un message court, utilise-t-on le téléphone ou la messagerie ?). Dans ce cadre, M.I.C.A. est un outil de communication qui vient pallier

à certains manques dans le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel mais il vient se rajouter aux autres car il est indépendant. Est-il possible de devancer le consensus commun pour l'utilisation de cet outil et insuffler des règles de fonctionnement ? Est-il possible d'agréger ces outils pour proposer un outil de communication homogène ? Et plus précisément pour les concepteurs, la maquette virtuelle est, pour l'instant, surtout utilisée en tant qu'outil de visualisation, est-il possible de l'agréger avec le logiciel M.I.C.A. pour élaborer un « atelier de conception » ?

6. Utilisation des nouvelles technologies de l'information :

Certaines des nouvelles technologies de l'information peuvent favoriser l'usage de l'outil de communication M.I.C.A. Notamment pour atténuer le frein à l'utilisation généré par le passage à l'écrit, actuellement nécessaire, pour envoyer des informations. Par exemple, avec les outils de reconnaissance vocale, les utilisateurs pourraient énoncer oralement leurs discours et l'application informatique retranscrirait automatiquement par écrit ces informations orales. Cependant, l'information orale pourrait accompagner cet écrit pour apporter des indices de contextualisation voco-prosodiques (ensemble des phénomènes d'intonation d'une langue) pour faciliter ainsi la transmission d'indices sur les situations de travail, sur les états émotionnels, etc. De même, une image ou plusieurs images animées pourraient accompagner un message pour apporter d'autres indices propres aux relations humaines mais aussi des informations visuelles (exemple : la construction d'un croquis accompagnée d'une explication orale). Pour favoriser l'utilisation de M.I.C.A. une étude pourrait être menée pour proposer un outil de communication homogène en forte adéquation avec les attentes des utilisateurs. De plus, des outils comme ceux qui filtrent et qui orientent les flux d'informations en fonction de leurs contenus et des profils des destinataires, pourraient-ils aider à gérer la circulation de la grande quantité d'informations pouvant être générée par une équipe ?

7. Généralisation aux équipes à grands effectifs :

Nous avons borné notre contexte d'étude à des équipes d'effectifs restreints (une vingtaine de personnes). Dans une optique de généralisation, il conviendrait d'étudier les contraintes propres à des équipes d'effectifs plus importants (plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de personnes). L'approche M.I.C.A. est-elle applicable aux « grandes » équipes ? Si tel est le cas, quelles modifications apporter ? Les « grandes » équipes sont-elles constituées de plusieurs « petites » équipes ? Auquel cas, est-il envisageable de mettre en place des logiciels M.I.C.A. pour les « petites » équipes de niveau le plus bas, puis rassembler les Responsables-Produits de ces équipes par un logiciel M.I.C.A. et ainsi de suite jusqu'au niveau le plus haut ?

Cette liste de sept thèmes n'est pas exhaustive. Mais ce sont autant de thèmes et de réflexions qu'il est souhaitable de prendre en compte pour mener à bien d'autres expérimentations et qu'il conviendrait d'étudier avant une généralisation de l'approche M.I.C.A.

V.7. Conclusion

Notre approche est issue des besoins des utilisateurs que nous avons cherché à satisfaire. Nous n'avons pas trouvé de théories scientifiques répondant intégralement à nos attentes concernant les *INS*. Aussi, n'avons nous pas appliqué intégralement des théories scientifiques (modélisation en entreprise, modélisation des dialogues, etc.). Il est délicat de prendre position de manière certaine sur le bien-fondé de M.I.C.A. d'une part parce que nous ne nous appuyons pas sur des théories scientifiques pures et d'autre part parce que de nombreuses perspectives restent à étudier. Cependant, en nous basant sur les retours d'expériences exprimés par les utilisateurs d'un prototype du logiciel M.I.C.A. lors de la première expérimentation au sein de AEROSPATIALE Lanceurs Stratégiques et Spatiaux – Les Mureaux, nous pensons que l'approche M.I.C.A., pour ce qui est du moyen de communication, est satisfaisante. Bien que nous soyons conscients que le climat de sympathie qui règne entre les expérimentateurs et les expérimentés est de nature à influencer les jugements, même si ceux-ci ont été objectivés par une stagiaire en psychologie du travail, nous pensons que nous ne sommes pas trop éloignés de l'objectif : proposer un moyen de communication qui réponde aux besoins d'une Equipe-Intégrée pour maîtriser les *INS* en terme de Structuration, Partage et Accès.

Par contre, pour la capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir des *INS*, l'objectif semble plus lointain. En effet, sur les quatre étapes du cycle de capitalisation du savoir et du savoir-faire de 3iA (Figure I-13) : repérer, préserver, exploiter et actualiser. Nous ne répondons partiellement qu'à la deuxième étape. En effet, nous ne repérons pas à proprement parler les *INS* puisque nous récupérons uniquement celles qui ont été inscrites par les membres de l'Equipe-Intégrée. Ensuite, nous proposons d'extraire des règles pour préserver les connaissances mais des essais complémentaires sont à mener pour tendre vers plus l'émission de règles plus représentatives et plus exhaustives. Enfin, nous n'avons pas de propositions formalisées pour l'exploitation et l'actualisation de ces connaissances. Afin de compléter ces premiers travaux de capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir des *INS*, nous pensons qu'il est préférable de se baser sur des données réelles pour répondre aux besoins des utilisateurs. D'où une collecte d'informations qui peut être longue. En conséquence, un travail important en étroite collaboration avec les utilisateurs reste à effectuer pour capitaliser le savoir et le savoir déployés lors du projet à partir des *INS*.

En l'absence de théories scientifiques concernant les *INS*, nous avons réalisé un prototype et nous l'avons expérimenté afin d'appréhender ce domaine. Cette approche de « bas en haut » (le bas étant la pratique et le haut la théorie) a l'inconvénient de ne pas s'appuyer sur des bases théoriques très strictes mais elle présente l'avantage de pouvoir appliquer la méthode de « Développement Rapide d'Application » (RAD) et de respecter le cycle d'acquisition des connaissances de 3iA (Figure I-6) : l'accumulation d'informations issues du retour d'expériences devrait permettre d'acquérir des connaissances pour construire des théories scientifiques sur les *INS*.

Conclusion Générale

Au cours de ce projet de thèse en contrat CIFRE au sein de AEROSPATIALE, nous nous sommes intéressés au fonctionnement d'une Equipe-Intégrée regroupant les représentants des différents services impliqués dans le cycle de vie du produit et nous avons montré l'importance croissante des *Informations-Non-Structurées* dans un contexte d'Ingénierie Intégrée. Nous avons alors étudié le Système d'Informations *Non-Structurées* actuel grâce à une grille d'analyse que nous avons conçue. Les manques des outils de communication actuels ont ainsi été mis en évidence. C'est pourquoi, nous tendons à maîtriser les *Informations-Non-Structurées* en les structurant, en les partageant et en y donnant accès pendant le déroulement du projet et en les traitant pour en extraire de la connaissance sous forme de règles à l'issue du projet. Pour ce faire, nous proposons un nouvel outil de travail collaboratif, qui vient en complément des outils existants, en nous appuyant sur la modélisation des dialogues et la modélisation en entreprise (CIMOSA) et nous utilisons les méthodes d'analyse de données linguistiques pour le traitement des *Informations-Non-Structurées*. Ces différents travaux concourent à proposer une capitalisation des connaissances projets (le savoir et le savoir-faire déployés lors du projet) sans pour autant contraindre les membres de l'Equipe-Intégrée à faire un effort de synthèse lorsqu'il utilise l'outil de communication, puisque le travail de capitalisation est effectué dans un second temps.

Nous proposons donc une approche, M.I.C.A. « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale », qui a deux objectifs principaux. Pour le premier objectif : favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée, nous proposons un logiciel nommé aussi M.I.C.A. Pour le deuxième objectif : la capitalisation du savoir et du savoir-faire, nous proposons de mettre à profit les capacités des outils de fouille de données textuelles pour suggérer des règles de type SI/ALORS qui peuvent ensuite être traitées par un expert et être réutilisées pour d'autres développements de produit. Cette approche devrait réduire le cycle de mise sur le marché des produits en favorisant la réactivité et la flexibilité de l'Equipe-Intégrée grâce à l'outil de communication qu'est le logiciel M.I.C.A. d'une part et d'autre part en réutilisant le savoir et le savoir faire des projets antérieurs afin de ne pas commettre les mêmes erreurs et de profiter des dernières améliorations.

L'application de l'approche M.I.C.A., pour être effectivement employée, doit posséder un haut niveau d'adéquation avec les attentes des utilisateurs. En effet, si un des membres de l'Equipe-Intégrée a une réaction de rejet vis à vis de l'application informatique, alors les avantages de M.I.C.A. en tant qu'outil de communication sont amoindris. Pour réussir l'application de cette approche, il conviendrait de considérer les résultats de ce projet de thèse comme des travaux préliminaires servant de fondations à d'autres projets pouvant traiter un ou plusieurs des sept thèmes identifiés dans les perspectives du chapitre V, à savoir :

1. Identification des *INS*,
2. Identification du savoir et du savoir-faire capitalisés,
3. Généricité de l'approche M.I.C.A. et de nos propositions d'applications,
4. Liaisons entre les Systèmes d'Informations *Structurées*, *Semi-Structurées* et *Non-Structurées*,
5. Agrégation de différents outils de communications,
6. Utilisation des nouvelles technologies de l'information,
7. Généralisation aux équipes à grands effectifs.

Pour mener à bien ces travaux qui relèvent des domaines de l'informatique, de l'ergonomie des logiciels, des nouvelles technologies de l'information, des outils de veilles technologiques, de la psychologie du travail, etc., nous recommandons la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire, s'apparentant à une Equipe-Intégrée, pour embrasser les différents

domaines abordés par l'approche M.I.C.A. De plus, cette équipe pourrait mettre en pratique cette approche pour mieux l'appréhender.

En résumé, nous proposons un nouvel outil de communication qu'il convient d'expérimenter dans d'autres contextes et nous avons amorcé une phase de capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir des *Informations-Non-Structurées* qu'il est souhaitable de poursuivre. L'approche M.I.C.A. ouvre donc de nouvelles voies, discutées en perspectives, qui restent à explorer.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

A

[Aitchison *et coll.* 97] Aitchison, J., Gilchrist, A., Bawden, D., *Thesaurus construction and use : a practical manual*, Aslib - the Association for Informations Management, London, 1997

[Anderl *et coll.* 95] Anderl, R., Mackay, R. Concurrent Engineering, *CIME*, pp.26-31, April/May 1995

[Andrei 97] Andrei, P. Approche de l'Intelligence économique et de la veille stratégique à travers la production d'information élaborée, Université de Marne la Vallée, 1997

[Artillan 98] Artillan, S., Lalaude, M., Meyer, M. L'analyse de données textuelles : nécessité de l'aide à la préparation des données, l'expérience d'Aérospatiale, Veille Stratégique Scientifique et Technologique, Toulouse, 1998, pp.241-257

B

[Baboli 99] Baboli, H. Contribution à l'élaboration d'une démarche de conception intégrée du système flexible de production en liaison avec la conception intégrée de produits, Génie industriel, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1999

[Baker 93] Baker, M. A model for negociation in Teaching-Learning Dialogues, *Journal of Artificial Intelligence in Education*, n.5.(2), pp.199-254, 1993

[Barthès *et coll.* 95] Barthès, J.P., Grundstein, M. Discussion Summary, 3rd International Symposium on the Management of Information and Corporate Knowledge (ISMICK'95), Institut International pour l'Intelligence Artificielle, October 23-24 1995, Compiègne, France

[Barthès 97] Barthès, J.P. Capitalisation et transfert de connaissances au sein des PMI, Mémoire d'Entreprise, 6^{ème} Journée de Rencontre Industrie/Recherche du Groupe de Communication Homme-Machine, Sciences & Développement, Marseille, 1997

[Benzecri 73a] Benzecri, J.P. *L'Analyse de données : La taxinomie*, Tome 1, Editions Dunod, 1973

[Benzecri 73b] Benzecri, J.P. *L'Analyse de données : L'analyse des correspondances*, Tome 2, Editions Dunod, 1973

[Bernus *et coll.* 94] Bernus, P., Nemes, L. A framework to define a Generic Enterprise Reference Architecture and Methodology, 3rd international conference on Automation, Robotics and Computer Vision (ICARCV'94), Singapour, 8-11 november 1994, pp.88-92

[Blanco 98] Blanco, E. L'émergence du produit dans la conception distribuée, vers de nouveaux modes de rationalisation dans la conception de systèmes mécaniques, Institut Polytechnique de Grenoble, 1998

[Blomberg 98] Blomberg, J.L. Variable impact of computer technologies on the organization of work activities, Extract from *Computer-Supported Cooperative Work*, Edited by Irene Greif, London, 1988

[Bocquet 98a] Bocquet, J.C., Ingénierie Simultanée, conception intégrée, *Conception de produits mécaniques (méthodes, modèles et outils)*, coord. M. Tollenaere, Editions Hermès, Paris, 1998

[Bocquet 98b] Bocquet, J.C. La capitalisation intégrée du produit, du process et de l'organisation : Modèle global et outils, Séminaire Prosper, Grenoble, 1998

[Bourdichon *et coll.* 93] Bourdichon, Shumberger, Morin, L'Ingénierie Simultanée dans le cycle de vie des projets, 9^{ième} convention nationale du management des projets, Paris, 4 et 5 novembre 1993

[Bourdichon 94] Bourdichon, P. *L'Ingénierie Simultanée et la gestion d'informations*, Collection Systèmes d'Informations, Editions Hermès, Paris, 1994

[Boutinet 90] Boutinet, J.P. *Anthropologie du projet*, Presses universitaires de France, Paris, 1990

[Bourdieu 82] Bourdieu, P. *Ce que parler veut dire, l'économie des échanges linguistiques*, Editions Fayard, Paris, 1982

[Brissaud 92] Brissaud, D. *Système de Conception Automatique de Gammes d'Usinage pour les Industrie Manufacturières*, Université Joseph Fourier, Grenoble I, 1992

C

[Callot *et coll.* 93] Callot, M., Quencez, P., Vargas, C. MOKA : projet de développement d'une méthode et des outils associés pour la réalisation d'applications à base de connaissance pour la CFAO, MICAD'99, Paris, 9 - 12 février 1999, pp.16-42

[Chanchevriev 93] Chanchevriev, M. *L'Ingénierie Simultanée - Un nouveau mode de management des projets*, 9^{ième} convention nationale du management des projets de l'AFITEP, Novembre 1993, pp.155-174

[Chanlat 90] Chanlat, J.F. *L'individu dans l'organisation*, Les Presses de l'Université Laval, édition ESKA, Ste-Foix, Québec, 1990

[Chedmail *et coll.* 99] Chedmail, P., Damay, T., Le Roy, C. *Réalité virtuelle, maquette numérique du produit, outils de distribution et partage de la conception*, PRIMECA'99, La Plagne, 7 au 9 avril 1999, Conférence Générale

[Connexion 94] *Le travail humain, le travail collectif*, *Connexion*, n°57, rédaction Arip, Paris, 1994

[Connexion 95] *Dire et faire au travail*, *Connexion*, n°65, rédaction Arip, Paris, 1995

D

[Decreuse 97] Decreuse, C. *Contribution à l'identification et à l'ordonnancement des tâches de conception en ingénierie simultanée*, Thèse préparée au Laboratoire de l'ENI de Belfort et de l'Université de Belfort, 1997

[Degoul 93] Degoul, P. *Le pouvoir de l'information avancée face au règne de la complexité*, *Annales des mines*, Avril 1993

[De Looze *et coll.* 98] De Looze, M.A., Roy, A., Reinert, M., Jouve, O., Copronini, R. *Analyse de données et analyse de mots associés, comparaison d'algorithmes différents sur un corpus concernant la prise en compte du risque dans le développement des OGM dans le domaine des végétaux*, Veille Stratégique Scientifique et Technologique, Toulouse, 19 au 23 octobre 1998, pp.241-255

[Deschamps *et coll.* 93] Deschamps, J.P., Rambouillet, J., Little, A. *Ingénierie Simultanée : nouvel outil de la recherche et développement*, *La Cible*, n°46, pp.12-16, Mars 1993

[Diday *et coll.* 76] Diday, E., Simon, J.C. *Cluster Analysis*, Digital Pattern Recognition, (K.S. FU ed.), Editions Springer-Verlag, Berlin, 1976

[Diviné 91] Diviné, M. *Parlez-vous Merise ?*, Editions Eyrolles, 1991

[Ducrot 82] Ducrot, O., *les mots du discours*, Editions Minuit, Paris, 1982

[Dommartin 93] Dommartin, A. *L'Ingenierie Simultanée, Qualité en Mouvement*, 1993

[Dunaud *et coll.* 93] Dunaud, M., Perhirin, F. *CALS change de signification modification de détail ou mutation profonde*, *L'armement*, N°40, Décembre 1993

E

[Enriquez 92] Enriquez, E. *l'organisation en analyse*, collection puf - sociologie d'aujourd'hui, 1992

[Ermine 96] Ermine, J.L. *les systèmes de connaissances*, Editions Hermès, Paris, 1996

[Erveraere et coll. 97] Everaere, C., Mathieu, C., Validation socio-économique d'une approche modulaire combinatoire et non hiérarchique des systèmes intégrés de production, *Sciences de gestion, L'institut de socio-économique des entreprises et des organisations*, n°17, PUG n°4, pp.57-59, avril 1997

F

[Falzon 94] Falzon, P. Dialogues fonctionnels et activité collective - Functional Dialogues and Collective Activities, *Le travail collectif / Collective work*, volume 57, n°3, Octobre 1994

[Fouet 97] Fouet, J.M. *Connaissances et savoir-faire en Entreprise, intégration et capitalisation*, Editions Hermès, Paris, 1997

[Friedberg 92] Friedberg, E. *Le pouvoir et la règle*, Dynamiques de l'action organisée, Editions Seuil, Paris, 1992

[Fung et coll. 98] Fung, R.Y.K., Popplewell, K., Xie, J. An intelligent hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination, *International Journal of Production Research*, 36(1), pp13-34. ISSN 0020-7543, 1998

G

[Gardoni 95] Gardoni, M. L'Ingénierie Simultanée, Rapport de Diplôme d'Etudes Approfondies de l'I.N.P.L.-G.S.I. et de Projet de Fin d'Etudes de l'ENIM, AEROSPATIALE Lanceur Stratégique et Spatiaux – Les Mureaux, 1995

[Gardoni 99a] Gardoni, M., Spadoni, M., Vernadat, F. Requirements analysis for better information support in Concurrent Engineering Environments, International conference on industrial engineering and production management, (IEPM'99), Glasgow, July 12-15 1999

[Gardoni 99b] Gardoni, M., Spadoni, M., Vernadat, F. Information and Knowledge Support in Concurrent Engineering Environments, 3rd International Conference on Engineering Design and Automation, EDA'99, Vancouver, B.C., Canada, August 1-4 1999

[Gardoni 99c] Gardoni, M., Spadoni, M., Renaud, J., Vernadat, F. Messagerie Interactive pour la concurrence Aéronautique : un outil de communication maîtrisant les informations dans un contexte d'Ingénierie Intégrée, PRIMECA'99, La Plagne, 7 au 9 avril 1999, pp.141-148

[Gardoni 99d] Gardoni, M., Artillan, S., Spadoni, M., Vernadat, F. Une capitalisation du savoir et du savoir-faire à partir d'un outil de travail collaboratif : M.I.C.A. Messagerie Interactive pour la Concurrence Aéronautique, Journée thématique PRIMECA'99 : L'apport de l'Intranet dans la CMAO, Clermont-Ferrand, 10 juin 1999

[Garel 93] Garel, G. La maîtrise du temps dans l'industrie, le cas de l'automobile, *Analyses de la S.E.D.E.I.S.* n° 95, pp.53-60, Septembre 1993

[Garro 95] Garro, O. *Une expérience de conception distribuée*, Le communicationnel pour concevoir, Editions Euronica, 1995

[Garro et coll. 95] Garro, O., Ibrahim, S., Martin, P. Distributed Design theory and methodology, *Concurrent Engineering : research and applications*, volume 3, n°1, pp.43-53, march 1995

[Garron et coll. 95] Garron, M., RIS, G., Brassac, C., Garro, O., Bernard, A. Le jeu des CMAOISTE – Premiers résultats, PRIMECA'99, La Plagne, 7 au 9 avril 1999, pp.263-273

[Gunther 92] Gunther, C. Partition d'un ensemble de tâches de conception dans un contexte d'Ingénierie Simultanée, Thèse préparée au laboratoire de Mécanique et Productique de L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Belfort, 1992

H

[Hammer et coll. 93] Hammer, M., Champy, J. *Le Rengineering : réinventer l'entreprise pour l'amélioration spectaculaire de ses performances*, Editions Dunod, 1993

[Harani et coll. 96a] Harani, Y., Vernadat, F. A template-based model to support design process, 12th ISPE/IEE International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the future (CARs & FOF'96), London, UK, August 1996, pp.739-744

[Harani et coll. 96b] Harani, Y., Vernadat, F. A data structure for a generic design model, 2nd IEEE/ECLA/IFIP International Conference on Architectures and Design Methods for Blanced Automation Systems, Basys'96, Costa da Caparica, Portugal, 17-20 June, 1996

[Harani 97] Harani, Y. Une Approche Multi-Modèles pour la Capitalisation des Connaissances dans le Domaine de la Conception, Université de Metz, 1997

[Huguet 95] Huguet, P. Conception de systèmes de pilotage d'atelier : modèle de référence et méthode d'analyse orientée objet, Université Paul Sabatier de Toulouse, 1995

I

[Iansite 93] Iansite, M. Mettez les chercheurs dans les usines : une remise en cause de l'approche traditionnelle de la R&D, *Harward-l'Expansion*, pp.96-106, automne 1993

[ISO 92] ISO DIS 10303-1 Industrial Automation Systems and Integration – Product Data Representation and Exchange – Part 1 : Overview and Fundamental Principles, ISO TC 184/SC4/N154, December 1992

J

[Jacob 94] Jacob, G. *L'entreprise reconfigurée*, Editions Hermes, 1994

[Jagou 93] Jagou, P. *Concurrent Engineering, La maîtrise des Coûts, des Délais et de la Qualité*, Editions Hermès, Digital Equipment France, 1993

[Johansen et coll. 88] Johansen, R., Charles, J., Mittman, R., Saffo, P. Computer for business teams, series in communication technology and society, free press, Callier Macmillon, 1998

K

[Karsenty 94] Karsenty, L. L'explication d'une solution dans les dialogues de conception, Thèse réalisée avec le concours de l'INRIA, CNAM, et de AEROSPATIALE, 1994

[Kenati et coll. 98] Kettani, N., Mignef, D., Paré, P., Rosenthal-Sarbroux, C. *De Merise à U.M.L.*, Editions Eyrolles, Paris, 1998

[Kimura et coll. 92] Kimura, F., Kjellberg, T., Krause, F-L., Lu, S.C.-Y. Wosny, M. Interim Report, The First CIRP International Workshop on Concurrent Engineering for Product Realization, Annals of the CIRP, Tokyo, Japan, January 27-28, 1992, 41/2, pp.743-748

[Kieffer et coll. 98] Kieffer, J.P., Arekion, J., Ayadi, K., Baudoin, M. Amélioration de la réactivité en gestion d'atelier par la simulation discrète dans un contexte de coopération entre donneur d'ordres et sous-traitant, *Revue Française de Gestion Industrielle*, Dunod, Vol.17 n°1, pp.31-47, 1998

[Kowalski 97] Kowalski, G. *Information retrieval systems, Theory and implementation*, Editions Kluwer academic publishers, Massachusetts, 1997

[Krutchen 95] Krutchen Ph., The 4+1 View Model of Architecture, *IEEE Software*, vol. 12, n°6, novembre 1995

[Kusiak *et coll.* 92] Kusiak, A., Belhe, U., Concurrent engineering : a design process perspective, PED-Vol.59, *Concurrent Engineering*, ASME, pp.387-401, 1992

L

[Larousse 93] Le Petit Larousse, dictionnaire encyclopédique, Paris, 1993

[Lehuen 97] Lehuen, J., Un modèle de dialogue dynamique et générique intégrant l'acquisition de sa compétence linguistique, Université de Caen, 1997

[Levan 92] Levan, S.K., Liebmann, A. *Le Groupware, informatique, management et organisation*, Editions Hermès, Paris, 1992

[Lu 91] Lu, S.C.-Y. Computer tools for Concurrent Engineering, challenges, requirements, and solutions, Proceeding Berlin Symposium on International Trends in Manufacturing, Berlin, Germany, October 18, 1991

M

[Marca *et coll.* 92] Marca, D., Bock, G. Groupware : Software for computer supported cooperative Work, *IEEE Computer Society*, 1992

[Martin 89] Martin, P. *La productique et les industries du bois*, Editions Hermès, Paris, 1989

[Mase 96] Mase, T. Vehicle CALS - A big challenge to virtual developpement, DIISM'96, IFIP Conference on Design of Information Infrastructure in Manufacturing, Katshenven, NL, September 1996, INV-1 to 9

[Medhat 93] Medhat, A. 2nd International Conference on Concurrent Engineering and Electronic Design Automation, Bournemouth, United Kingdom, Avril 7-8, 1994

[Michelet 88] Michelet, B., L'analyse des associations, Université de Paris VII, 1988

[Million 98] Million, O. De l'intégration des métiers par les données techniques vers la maîtrise de la modélisation conceptuelle : La méthose V.I.M. (Viewpoints Information Modelling), Université Henri Poincaré – Nancy 1, 1998

[Moeschler 85] Moeschler, J. Argumentation et conversation, éléments pour une analyse pragmatique du discours, Hatier-Credif, Paris, 1985

[Moeschler 89] Moeschler, J. *Modélisation du dialogue (représentation de l'inférence argumentative)*, Editions Hermès, Paris, 1989

[Mony 94] Mony, Ch. D.F.M. : enjeux, tendances et état de l'art, *Revue d'automatisme et de productique appliquées*, vol.7, pp.15-25, n°1 /1994

[Muller 97] Muller, P.A. *Modélisation objet avec U.M.L.*, Editions Eyrolles, Paris, 1997

N

[Noor *et coll.* 97] Noor, A.K., Venneri, S.L., Housner, J.M., Peterson, J.P. A virtual environment for intelligent design, *Aerospace America*, pp.28-35, avril 97

O

[Ouazzani *et coll.* 97] Ouazzani, A., Bernard, A., Bocquet, J.C. Proposition d'un outil d'aide à la gestion des processus et d'intentions de conception : la méthode SAGEP, PRIMECA'97, La Plagne, 7-9 avril 1999, pp.1-8

P

[Parsaei *et coll.* 93] Parsaei, H.R., Sullivan, W.G. *Concurrent Engineering: Contemporary Issues and Modern Design Tools*, Chapman & Hall, London, 1993

[Petitdemange 91] Petitdemange, C. *La gestion de projet et l'Ingénierie Simultanée - La maîtrise de la valeur*, Editions Afnor Gestion, Paris, 1991

[Poitou 95] Poitou, J.P. Documentation *IS Knowledge*. An anthropological approach to corporate knowledge management, 3rd International Symposium on the Management of Information and Corporate Knowledge (ISMICK'95), Institut International pour l'Intelligence Artificielle, Compiègne, 23-24 October, 1995

[Polli 88] Polli, R. A test of the classical product Life cycle by means of actual sales histories, Ph. Dissertation, University of Pensylvania, 1988

[Prasad 96] Prasad, B. *Concurrent Engineering Fundamentals (Integrated Product and Process Organization)*, vol.1, Prentice Hall Englewood Clifs, NJ, 1996

Q

[Quatrani 98] Quatrany, T. *Visual modeling with rational rose and UML*, Editions Addison-Wesley, Reading, MA, 1998

[Quencez 94] Quencez, P. Un modèle de représentation des connaissances et de l'apprentissage pour la conception d'objet technologiques, Université de Metz, 1994

[Quencez *et coll.* 94] Quencez, P., Spadoni, M. Un modèle de représentation des connaissances et de l'apprentissage pour la conception d'objets technologiques, IFIP'94, Valenciennes, mai 1994

R

[Renaud 94] Renaud, J. Contribution méthodologique à la mise en place d'une mémoire de connaissance au sens « métier » dans une démarche d'ingénierie concourante, Institut polytechnique de Lorraine, 1994

[Ricci *et coll.* 91] Ricci, P., Hale, J. Cost-Conscious Concurrent Engineering, American Institut of Aeronautics and Astronautics / AAIA n°91-3152, Aircraft Design Systems and Operations Meeting, Baltimore, September 23-25, 1991, pp.1-9

[Ris *et coll.* 96] Ris, G., Lombard, M., Ingénierie Concourante sur un problème d'école, colloque PRIMECA, Enseignement de la CMAO, 1996

[Roboam 93] Roboam, M. La méthode GRAI, Principes, outils, démarche et pratique, Editions Technéa, Toulouse, 1993

S

[Salmon 91] Salmon, C. L'Ingénierie Simultanée intégrée dans la gestion par projet, 9^{ième} convention nationale du management des projets de l'AFITEP, Novembre 1993, pp.175-187

[Scheer *et coll.* 94] Scheer, A.W., Galler, J., Kruse., C. Workflow management within the ARIS framework, European conference Integrated Manufacturing Systems Engineering (IMSE'94), Grenoble, France, 12-14 December 1994

[Sharples *et coll.* 93] Sharples, S., Gane, R. Concurrent Engineering - Why do it at all?, The institution of Electrical Engineers, Colloquium IEE, Manufacturing Systems Engineering, Concurrent Engineering, number 1993/068, 24 march 1993, pp.4-12

[Shlaer *et coll.* 92] Shlaer, S., Mellor, S.J. *Object Lifecycles : Modelling the world in states*, Yourdon press computing series, New Jersey, 1992

[Shtub 88] Shtub, A. Capacity allocation and material flow in planning group technology cells, *Engineering Costs and Production Economics*, n°13, pp.217-228, 1988

[Smith 94] Smith, J. *Stratégie CALS*, Editions AFNOR, Paris, 1994

[Sohlenius 92] Sohlenius, G. Concurrent Engineering, Keynote Paper, *Annals of the CIRP*, 41/2, 1992, pp.645-655

[Spadoni 87] Spadoni, M. Etude d'un système de génération automatique de gammes de fabrication, Université de Metz, 1987

T

[Tarendeau 93] Tarendeau, J.C. *Stratégies industrielles*, Editions Vuibert Gestion, Paris 1993

[Tichkiewitch et coll. 95] Tichkiewitch, S., Chapa, E., Belloy, P. Un modèle produit multi-vues pour la conception intégrée, Congrès international de génie industriel de Montréal - La productivité dans un monde sans frontières, Editeurs scientifiques : André Langevin - Diane Riopel - Jean-Paul Kieffer, 4e trimestre 1995

[Tichkiewitch 98] Tichkiewitch, S. Ingénierie simultanée, ingénierie concourante : le point de vue du chercheur, colloque sur l'ingénierie simultanée, Belfort, France, 11-12 Mars 1998

[Tollenaere 98] Tollenaere, M. Aspects techniques des communications et du partage d'informations en entreprise, Du modèle produit au modèle de conception : une démarche d'intégration de connaissances, 5^{ème} Congrès International de Génie Industriel (GI5), Grenoble, 2-4 avril 1996, pp.277-286

[Tollenaere 98] Tollenaere, M. *Conception de produits mécaniques (méthodes, modèles et outils)*, Editions Hermès, Paris, 1998

[Tsuchiya 95] Tsuchiya, S. Commensurability, A Key Concept of Business Re-engineering, 3rd International Symposium on the Management of Information and Corporate Knowledge (ISMICK'95), Institut International pour l'Intelligence Artificielle, Compiègne, France, October 23-24, 1995, pp.81-89

U, V

[Van Brussel et coll. 98] Van Brussel, H., Wyns, J., Valckenaers, P., Bongaerts, L., Peeters, P. Reference architecture for holonic manufacturing systems : PROSA, *Computers in Industry*, ISSN 0166-3615, Vol. 37 (3), pp.255-274, 1998

[Van Engers et coll. 95] Van Engers, T.V., Mathies, H., Leget, J., Dekker, C.C. Knowledge Management in the Dutch Tax and Customs Administration : professionalisation within a knowledge intensive organisation, 3rd International Symposium on the Management of Information and Corporate Knowledge (ISMICK'95), Institut International pour l'Intelligence Artificielle, Compiègne, France, October 23-24, 1995, pp.71-80

[Vargas 95] Vargas, C. Modélisation du processus de conception en Ingénierie des systèmes mécaniques, Mise en oeuvre basée sur la propagation de contraintes, Application à la conception d'une culasse, Université de Recherche en Production Automatisée (LURPA), 1995

[Vernadat et coll. 95] Vernadat, F., Ladet, P. *Integrated Manufacturing Systems Engineering*, Chapman & Hall, Cornwall, Great Britain, 1995

[Vernadat 96] Vernadat, F. *Enterprise modeling and integration - principles and applications*, Chapman&Hall, London, 1996

W

[Waldner 90] Waldner, J.B. *CIM, Les Nouvelles Perspectives de la Production*, Editions Bordas, Paris, 1990

[Wallace 94] Wallace, S. Solutions Focus : Cutting Time to Market, *Accelerating Engineering Design*, BYTE, pp.62-76, July 1994

[Wallo *et coll.* 91] Wallo, M., Mosard, G., Moses, S. Development and implementation of a formal training program for concurrent engineering in a aerospace environment, *American Institut of Aeronautics and Astronautics / AAIA* n°91-3155, Aircraft Design Systems and Oporations Meeting, Baltimore, MD, September 23-25, pp.1-6, 1991

[Williams 94] Williams, T.J., The prудue Enterprise Reference Architecture, *Revue Computers in Industry*, vol. 24, n°2-3, pp.141-158, 1994

[Winner *et coll.* 88] Winner, R.I., Pennell, J.P., Bertrand, H.G., Slusarczuck, M.M.G. The role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition, IDA report R-338, Alexandria, VA : Institute for Defense Analyses, 1988

[Wiskerchen 92] Wiskerchen, M.J. Systems Engineering in a Dynamic Environment : Concurrent Engineering and Managing Risks, *American Institut of Aeronautics and Astronautics / AIAA-92-0978*, Aerospace Design Conference, pp.1-7, February 3-6, 1992

XY

[Yager *et coll.* 90] Yager, R.R., Ford, K.M., Canas, A.J. On linguistic summaries of data, Third International Conference Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU), Paris, July 2-6, 1990, pp.236-239

[Youssef 98] Youssef, A. Architecture Distribuée Multi-Experts avec Contrôle Hiérarchique pour le Pilotage des Systèmes de Production, Institut Supérieur de Génie Mécanique et Productique, Université de Metz et E.N.I.M., 1998

Z

[Zhara *et coll.* 93] Zhara, S.A., Covin, J.G. Business Strategy, Technology Policy and Firm Performances, *Strategic management journal*, volume 14, issue n°6, pp.451-478, september 1993

***Maîtrise de l'information non structurée
et capitalisation de savoir et de savoir-faire en Ingénierie Intégrée.
Cas d'étude Aérospatiale Matra***

Mickaël GARDONI

Résumé :

Actuellement, les entreprises tendent à appliquer l'Ingénierie Intégrée, pour cela elles travaillent en Equipe-Intégrée regroupant les représentants des différents services impliqués dans le cycle de vie du produit. Ce mode d'organisation favorise l'échange d'*Informations-Non-Structurées (INS)* ce qui améliore la réactivité et la flexibilité de l'équipe. En contrepartie, ce type d'informations n'est pas maîtrisé, c'est pourquoi nous proposons un concept nommé M.I.C.A. pour « Messagerie Interactive pour la Concourance Aérospatiale » avec deux objectifs principaux : 1) Favoriser le fonctionnement en Ingénierie Intégrée, nous proposons alors un logiciel nommé M.I.C.A. qui apporte une maîtrise des *INS* transitant au sein des Equipes-Intégrées en structurant les *INS*, en y donnant accès et en les partageant. 2) Capitaliser le savoir et le savoir-faire, dans ce cadre, nous proposons d'utiliser les capacités des outils de fouille de données textuelles pour suggérer des règles de type SI/ALORS réutilisables pour d'autres projets. Le logiciel M.I.C.A. a été expérimenté au sein de AEROSPATIALE MATRA Lanceurs Stratégiques et Spatiaux (Les Mureaux – 78) et la capitalisation du savoir et du savoir-faire est menée conjointement par GIE AEROSPATIALE MATRA Centre Commun de Recherche (Suresnes – 92) et AEROSPATIALE MATRA Lanceurs Stratégiques et Spatiaux.

Mots clés :

Ingénierie Intégrée, informations non structurées, Capitalisation du savoir et du savoir-faire, Groupware, approche M.I.C.A

Abstract :

Nowadays, industrial companies tend to apply Concurrent Engineering. Integrated-Teams are thus set up where all the technical units involved in the product life cycle are grouped together. In order to enhance reactivity and flexibility among such integrated teams, most of the time non structured information is exchanged. The shortcoming of this method, however, is the impossibility to master and manage such informal knowledge. In this paper, we propose to build a new approach called M.I.C.A. « Interactive Mail for Aérospatiale Concurrency » based on knowledge management technology. The methodology and the M.I.C.A. prototype developed by AEROSPATIALE illustrate 1) innovative communication approaches to structure, access and share un-structured information and 2) advanced linguistic technologies (i.e. text mining) to explore, extract and structure technical knowledge. The M.I.C.A. software is tested at AEROSPATIALE Les Mureaux and knowledge management methodology and tools are experimented at AEROSPATIALE Research Consortium and AEROSPATIALE Space and Strategic Launchers.

Key words :

Concurrent Engineering, non structured information, knowledge management, Groupware, M.I.C.A. approach